مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

بررسی ترکیب اسیدهای چرب زئوپلانکتون های استخر و قابلیت انتقال آن به لاروها در هفته اول ذخیره سازی کپور معمولی پرورشی (*Cyprinus carpio*)

الهام صحراگرد، منصوره قائنی*، لاله رومیانی

گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۴/۰ ۸/۲۳
اصلاح: ۹۵/۰ ۲/۲۴
پذیرش: ۹۵/۰ ۸/۲۷

کلمات کلیدی:
اسید چرب
روتیفر
کپور معمولی
MUFA
PUFA
SFA

چکیده

به‌منظور بررسی اسیدهای چرب زئوپلانکتون ها و لارو کپور معمولی، نمونه‌برداری قبل از شروع دوره‌ی ۷ روزه با تور پلانکتون گیری ۲۰ و در طی دوره با تور ۵۰ صورت گرفت. SFA در روتیفرهای استخر در روز اول افزایش ۶/۱۵ درصدی و در روز هفتم به ۳/۵۳ درصد رسید. UFA در روز اول نیز کاهش معنی‌داری را به میزان ۱/۷۹ درصدی نشان داد. در روز هفتم، میزان کل MUFA با اختلاف معنی‌دار افزایش یافت. اولئیک اسید در بین همه‌ی تیمارها به‌جز لارو قبل از رهاسازی اسید چرب تک غیراشباع غالب بود و تیمار روز ۵ بالاترین میزان را داشت. بالاترین میزان PUFA با ۵۲/۲۷ درصد، مربوط به تیمار روز هفتم و پایین‌ترین میزان با ۴۲/۹۲ درصد مربوط به‌روز چهارم بود. میزان PUFA روتیفر با اختلاف معنی‌دار کمتر از لارو قبل از رهاسازی بود ($p< ۰/۰۵$). میزان PUFA به میزان ۵/۶ درصد افزایش یافت. اسیدهای چرب امگا ۶، لینولئیک اسید، آراشیدونیک اسید و دکوزاپنتائودیک اسید در بدن لارو بیشتر از روتیفر بودند، در پایان دوره میزان این اسیدهای چرب افزایش نشان داد. EPA و DHA در روتیفر بیشتر از لارو قبل از رهاسازی بودند. نتایج این تحقیق نشان داد که روتیفر یک غذای مناسب برای تکامل بچه ماهیان از نظر تأمین اسیدهای چرب مورد نیاز است.

مقدمــه

در سال‌های اخیر، مصرف ماهی و غذاهای دریایی افزایش‌یافته و تقاضا برای محصولات آبزی به سبب افزایـش جمعیت، افزایش درآمـد و همچنین ارجحیت ماهی و آبزیـان نسبت بـه سـایر مواد غذایی رو به افزایش است. آبزیان منبع بسیار حیاتی برای غذای بشر به شمار می‌آیند، به‌طوری‌که حدود ۱۶ درصد پروتئین مصرفی انسان را تشکیل می‌دهند. ماهیان همچنین منبع مناسبی از ریزمغذی‌ها، مواد معدنی، اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه ضروری می‌باشند که آن‌ها را نسبت به سایر غذاها متمایز می‌سازد، بنابراین ماهی و آبزیان به‌عنوان منبع غذایی بسیار خوبی مطرح می‌باشند (Zaki Pour Rahimadadi *et al.*, 1995). اندازه‌گیری برخی ترکیبات شیمیایی مانند درصد پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر در گوشت ماهیان برای مشخص نمودن ارزش غذایی و حتی ارزش تجاری آن‌ها لازم است (Waterman, 2000). تغییرات در نسبت آب، چربی، پروتئین و خاکستر باعث تغییر در انرژی ذخیره‌شده در بدن ماهی می‌شود که این موضوع خود بر روی اندازه، شانس تولید مثل موفق و بقای ماهی موثر است (Yiping *et al.*, 2013) . ترکیبات بیوشیمیایی بدن ماهی بر اساس

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: mansorehghaeni@gmail.com

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.3.8]

نوع گونه، نوع غذای مصرف‌شده و محیطی که پرورش در آن صورت می‌گیرد متفاوت است. همچنین رشد و ترکیبات شیمیایی بدن ماهی می‌تواند تحت تأثیر مستقیم تغییرات منابع غذایی قرار گیرد (Kangombe *et al.*, 2007). ارزش غذایی به‌طور فراوان در داخل گونه‌ها متفاوت است و همچنین با اندازه، وضعیت جنسی، تغذیه، زمان صید در سال، فعالیت و غیره، توزیع این اجزاء در میان اندام‌های مختلف و بافت بدن نیز ممکن است تفاوت قابل‌توجهی را نشان دهد (Weatherly and Gill, 1987). محتوای بالای اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره و همچنین مقدار کم محتوای کلسترول در ماهی و برخی آبزیان سبب شده تا آن‌ها به‌عنوان غذاهایی برای جلوگیری از ابتلا به برخی بیماری‌ها مدنظر قرار گیرند.

کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) ازجمله ماهیان پرورشی است که به‌واسطه‌ی رشد بالا، ضریب تبدیل غذایی پایین و آسانی پرورش مورد توجه قرارگرفته است (Tokur *et al.*, 2006). تحقیقات مختلفی انجام‌گرفته تا مشخص شود چه مقدار از مواد مغذی مختلف (اسیدآمینه، اسیدهای چرب و کربوهیدرات‌ها) در طی مراحل آنتوژنی برای تأمین انرژی در ماهیان مصرف می‌شوند (Sargent *et al.*, 2002). چگونگی تأمین انرژی در ماهیان در مراحل مختلف رشد و نمو متفاوت است (Farhoudi *et al.*, 2011). در این زمینه اطلاعات بسیار کمی در رابطه با متابولیسم اسیدهای چرب در لارو ماهیان وجود دارد درحالی‌که عملکرد فیزیولوژیکی اسیدهای چرب ازجمله حفظ عملکرد طبیعی بدن و غشای زیستی در دوران لاروی بسیار مهم است (Roustaian *et al.*, 1999). همچنین شناخت تغییرات پروفیل اسید چرب در تخم و لارو ماهیان برای تخمین و ارزیابی احتیاجات غذایی لارو به هنگام شروع تغذیه‌ی فعال، می‌تواند مفید باشد (Gunasekera *et al.*, 1999). در مرحله‌ی لاروی مصرف اسیدهای چرب، متفاوت و در بین گونه‌ها انتخابی بوده و بستگی به ذخایر کیسه‌ی زرده‌ی انتقال‌یافته از والدین دارد (Abi-Ayad *et al.*, 2007). لیپید ذخیره‌شده در تخم ماهیان برای تأمین انرژی و سنتز ترکیبات بنیادی غشای سلولی لاروهای در حال رشد (Rainuzzo, 1993) و همچنین تأمین اسیدهای چرب ضروری (Skalli and Robin, 2004) مورد مصرف قرار می‌گیرد.

میزان چربی و ترکیب اسید چرب موجود در ماهیان مقدار ثابتی نیست (Tokur *et al.*, 2006). تحقیقات نشان داده است که ماهیان آب شیرین نسبت به ماهیان آب‌شور به n-3 PUFA کمتری نیاز دارند (Kalyoncu *et al.*, 2010). در بین اسیدهای چرب بلند زنجیره سری n-3، اسید دوکوزاهگزانوئیک و اسید ایکوزاپنتانوئیک از سایرین مهم‌تر هستند (Sargent *et al.*, 1995). علت آن استفاده از اسیدهای چرب ضروری در غشای سلولی ماهیچه‌ها، مغز و شبکیه در مرحله‌ی اندام‌زایی است (Cejas *et al.*, 2004). کمبود اسیدهای چرب ضروری سبب کم‌خونی، افزایش مرگ‌ومیر و کاهش بازدهی تغذیه می‌شود (Gapasin *et al.*, 1998).

تاکنون مطالعه‌ای روی ترکیبات اسید چرب لارو کپور معمولی پرورشی تغذیه‌شده با زئوپلانکتون صورت نگرفته است. با توجه به مسائل ذکرشده در خصوص اهمیت بررسی ترکیبات اسید چرب در دوره‌ی تکامل لاروی، مطالعه‌ی حاضر جهت ارزیابی احتیاجات غذایی لارو هنگام شروع تغذیه‌ی فعال با استفاده از زئوپلانکتون ها با توجه به عدم شناخت کافی از ترکیب اسیدهای چرب لارو کپور معمولی پرورشی و باهدف افزایش رشد و کاهش مرگ‌ومیر این‌گونه‌ی مهم انجام می‌شود. همچنین جهت فرموله کردن غذا در مرحله لاروی ضروری است که میزان اسیدهای چرب جذب‌شده مورد مطالعه قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در بهار ۱۳۹۴ و در مرکز تکثیر و پرورش آبزی گستران در شهرستان شوشتر واقع در استان خوزستان انجام گرفت. تیمارهای مورد آزمایش در این تحقیق در جدول شماره ۱ ارائه‌شده‌اند.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.3.8]

جدول ۱. معرفی تیمارها

نمونه‌های مورد مطالعه	عنوان مورد استفاده
زئوپلانکتون ها (زئوپلانکتون غالب: روتیفر)	تیمار الف
لارو ماهی کپور قبل از رهاسازی در استخر	تیمار ب (تیمار شاهد)
روز اول تغذیه لاروها از زئوپلانکتون ها	تیمار ۱
روز دوم تغذیه لاروها از زئوپلانکتون ها	تیمار ۲
روز سوم تغذیه لاروها از زئوپلانکتون ها	تیمار ۳
روز چهارم تغذیه لاروها از زئوپلانکتون ها	تیمار ۴
روز پنجم تغذیه لاروها از زئوپلانکتون ها	تیمار ۵
روز ششم تغذیه لاروها از زئوپلانکتون ها	تیمار ۶
روز هفتم تغذیه لاروها از زئوپلانکتون ها	تیمار ۷

نمونه‌برداری از زئوپلانکتون ها و لاروها قبل از شروع دوره‌ی ۷ روزه با استفاده از تور پلانکتون گیری ۲۰ و در طی دوره (هرروز در ۳ نوبت صبح، ظهر و عصر) با استفاده از تور پلانکتون گیری ۵۰ به‌صورت تصادفی صورت گرفت (Kamali Sanzaghi *et al.*, 2014; Qi *et al.*, 2012). پس از نمونه‌برداری از زئوپلانکتون ها، روتیفر زئوپلانکتون غالب استخر شناسایی شد.

برای تعیین میزان اسیدهای چرب در زئوپلانکتون ها و لاروها در تیمارهای مختلف از دستگاه کروماتوگرافی گازی اسیدهای چرب متیل استر شده یا FAMEs استفاده شد. نمونه‌ها (۵ گرم) ابتدا در آون در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند (AOAC, 1990). آنالیز اسیدهای چرب با استفاده از روش Folch و همکاران (۱۹۵۷) انجام گرفت. جهت شناسایی تک‌تک اسیدهای چرب از مخلوط استاندارد اسیدهای چرب با مقایسه‌ی زمان‌های بازداری استفاده گردید. نتایج حاصل از این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار SPSS 20 و آزمون کلومونو اسمیرنف جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها، از آزمون آماری آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA)، و همگنی واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایــج

جدول شماره ۲، نتایج اندازه‌گیری مهم‌ترین اسیدهای چرب را در تیمارهای مورد بررسی نشان می‌دهد. بر این اساس، بیشترین و کمترین میزان اسیدهای چرب روتیفر به ترتیب پالمتیک اسید و تترادسنوئیک اسید بود. طی این دوره میزان چربی کل لارو به میزان ۰/۷۲ درصد و قبل از رهاسازی در استخر ۲/۷۸ درصد افزایش‌یافته است.

طبق جدول شماره ۲، بالاترین میزان چربی کل مربوط به لارو ماهی کپور تغذیه‌شده در روز هفتم (۲/۹۱±۰/۲) و پایین‌ترین میزان چربی کل مربوط به لارو ماهی کپور قبل از تغذیه از زئوپلانکتون ها (۰/۱۳±۰/۰۲) بود. زئوپلانکتون غالب در استخر پرورش، روتیفر بود. بر طبق جدول ۱، اختلاف معنی‌داری بین تیمار الف با سایر تیمارها، تیمار ب با سایر تیمارها و همچنین بین تیمار روز ۴ با تیمار روز ۶ وجود داشت ($p< ۰/۰۵$). بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نبود ($p> ۰/۰۵$).

درصد چربی کل در ماهیان کپور تغذیه‌شده با زئوپلانکتون ها، ماهیان کپور قبل از تغذیه از زئوپلانکتون ها و روغن استخراج‌شده از زئوپلانکتون ها در پایان دوره پرورش بررسی شد.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.3.8]

بر اساس جدول ذکرشده در بالا، بالاترین میزان اسیدهای چرب اشباع مربوط به تیمار روز ۴ (۲/۱۱±۳۴/۳۳) و پایین‌ترین میزان اسیدهای چرب اشباع مربوط به تیمار روز ۷ (۰/۹۶±۲۲/۵۶) بوده است. بر طبق جدول ۱ اختلاف معنی‌داری بین تیمار روز ۵ با تیمار روز ۷ وجود نداشت (p> ۰/۰۵). بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت (p< ۰/۰۵). درصد اسیدهای چرب اشباع ماهیان کپور تغذیه‌شده با زئوپلانکتون ها، ماهیان کپور قبل از تغذیه از زئوپلانکتون ها و روغن استخراج‌شده از زئوپلانکتون ها در پایان دوره پرورش بررسی گردید. طبق جدول ۲، اسیدهای چرب C16:00 و C14:00 به ترتیب میزان، غالب‌ترین اسیدهای چرب اشباع، در همه تیمارها به‌جز تیمار روز ۱ بودند. میزان اسید پالمیتیک (C16:00) بین تیمارهای ب و روز ۷ اختلاف معنی‌داری نداشت (p> ۰/۰۵). همچنین برای میرستیک اسید (C14:00) بین همه تیمارها اختلاف معنی‌دار دیده شد (P< ۰/۰۵) به‌جز تیمار روز ۶ با تیمار روز ۷ که بر طبق جدول ۱، اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید (p> ۰/۰۵).

تیمار روز ۳ (۲±۱۹/۶۹) بالاترین میزان اسیدهای چرب تک غیر اشباع و تیمار روز ۱ (۲/۰۱±۱۴/۰۹) پایین‌ترین میزان اسیدهای چرب تک غیراشباع را نشان دادند. بر طبق جدول ۲، بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود داشت (p< ۰/۰۵) (جدول ۲).

اولئیک اسید (C18:1n9) با اختلاف معنی‌دار بین همه تیمارها به‌جز تیمار ب، اسید چرب تک غیراشباع غالب بود (p< ۰/۰۵)، البته به‌جز در تیمار روز ۵ و تیمار روز ۶ که سطح این اسید چرب اختلاف معنی‌داری نداشت (p> ۰/۰۵). بر اساس جدول ۲، در اسید چرب غیراشباع پالمیتولئیک اسید (C16:1n7) نیز بین تیمارهای الف، روز ۴ و روز ۶ اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید (p> ۰/۰۵). اما بین سایر تیمارها در ارتباط با این اسید چرب، اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (P< ۰/۰۵). در ارتباط با تترادسنوئیک اسید (C14:1n5)، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای الف، روزهای ۱، ۵ و ۶ وجود نداشت، همچنین بین تیمارهای روزهای ۲، ۳، ۴ و ۷ نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (p> ۰/۰۵) اما بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار بود (p< ۰/۰۵).

بالاترین میزان اسیدهای چرب چند غیراشباع مربوط به تیمار روز ۵ (۱/۰۹±۵۱/۷۵) و پایین‌ترین میزان اسیدهای چرب چند غیراشباع مربوط به‌روز ۴ (۰/۴۸±۴۲/۹۲) بود. بر طبق جدول ۲، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای الف با روز ۱ مشاهده شد (p> ۰/۰۵).

مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباع (∑PUFA) شامل اسیدهای چرب غیراشباع سری امگا ۳ (∑n-3) به ترتیب مانند 18:3n3، 20:3n3، 22:6n3، 18:4n3، 20:5n3، 22:5n3 و اسیدهای چرب غیراشباع سری امگا ۶ (∑n-6) به ترتیب 18:2n6، 18:3n6، 20:3n6، 22:5n6، 20:4n6 بود. میزان اسیدهای چرب ایکوزاتریانوئیک (20:3n3) و دکوزاهگزانوئیکاسید (22:6n3) در بین همه تیمارها، دارای اختلاف معنی‌دار بود (p< ۰/۰۵). همچنین طبق جدول ۱ در مورد سایر اسیدهای چرب، به‌جز دی هموگامالینولئیک (20:3n6) و دکوزاپنتانوئیک اسید (22:5n6) سطح اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای الف، ب، روزهای ۱ و ۲ دیده شد (p< ۰/۰۵)، اما در سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار نبود (p> ۰/۰۵).

در رابطه با مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباع (∑PUFA) اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای الف با روز ۱ وجود نداشت (p> ۰/۰۵)، بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار بود (p< ۰/۰۵). نتایج بررسی مجموع اسیدهای چرب اشباع (∑SFA) عدم اختلاف معنی‌داری بین تیمار روز ۵ با ۷ را نشان داد (p> ۰/۰۵)، بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار بود (p< ۰/۰۵). برای مجموع اسیدهای چرب تک غیراشباع (∑MUFA) نیز اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود داشت (p< ۰/۰۵). درصد اسیدهای چرب بر اساس پیوندهای دوگانه در ماهیان کپور تغذیه‌شده با زئوپلانکتون ها، ماهیان کپور قبل از تغذیه از زئوپلانکتون ها و روغن استخراج‌شده از زئوپلانکتون ها در پایان دوره پرورش بررسی شد (جدول ۲).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.3.8]

جدول ۲. ترکیب اسیدهای چرب موجود در لارو ماهی کپور (*Cyprinus carpio*) و زئوپلانکتون ها برحسب درصد از کل اسید چرب (میانگین± انحراف معیار)

نام فارسی	اسیدهای چرب	تیمار الف	تیمار ب	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ۴	تیمار ۵	تیمار ۶	تیمار ۷
میرستیک اسید	C14:00	۴/۸۳±۰/۳۹ a	۵/۴۳±۰/۰۸ b	۱/۴۸±۰/۰۷ c	۲/۸۱±۰/۱۸ d	۳/۶۳±۰/۲۳ e	۱/۹۷±۰/۰۷ f	۱/۵۹±۰/۰۶ g	۱/۳۳±۰/۰۲ h	۱/۳۰±۰/۰۵ h
پالمیتیک اسید	C16:00	۱۸/۹۴±۰/۶۳ a	۱۹/۷۷±۰/۷۸ b	۲۲/۰۱±۱/۲ c	۱۹/۲۸±۱/۳۱ d	۲۰/۶۳±۱/۹۲ e	۳۰/۴۰±۱/۹۳ f	۱۹/۵۱±۰/۷۰ g	۱۹/۹۵±۰/۴۵ h	۱۹/۶۵±۰/۷۹ b
استئاریک اسید	C18:00	۳/۹۱±۰/۰۵ a	۰/۶۲±۰/۰۴ b	۸/۲۶±۰/۵۲ c	۱/۱۱±۰/۰۶ d	۱/۲۸±۰/۰۲ ef	۱,۳۶±۰/۰۴ e	۰/۹۹±۰/۰۶ g	۱/۲۱±۰/۰۵ f	۱/۰۷±۰/۰۳ g
آراشیدیک اسید	C20:00	۲/۰۷±۰/۰۰ a	۰/۲۶±۰/۰۶ b	۰/۱۷±۰/۰۲ c	۰/۳±۰/۰۴ b	۰/۳۱±۰/۰۱ bd	۰/۲۸±۰/۰۱ b	۰/۳۳±۰/۰۱ d	۰/۳۱±۰/۰۱ bd	۰/۲۹±۰/۰۱ b
بهنیک اسید	C22:00	۱/۱۲±۰/۰۷ a	۰/۸۱±۰/۰۳ b	۰/۲۹±۰/۰۵ c	۱/۵۵±۰/۰۶ d	۰/۳۵±۰/۰۳ e	۰/۳۰±۰/۰۴ c	۰/۱۶±۰/۰۱ f	۰/۲۷±۰/۰۲ c	۰/۲۳±۰/۰۳ c
تترادسنوئیک اسید	C14:1 n 5	۰/۱۶±۰/۰۳ a	۰/۰۶±۰/۰۱ b	۰/۱۲±۰/۰۱ a	۰/۲۷±۰/۰۴ c	۰/۲۲±۰/۰۱ c	۰/۲۶±۰/۰۳ c	۰/۱۱±۰/۰۱ a	۰/۱۶±۰/۰۲ a	۰/۲۰±۰/۰۴ c
پالمیتولئیک اسید	C16:1 n 7	۵/۳۴±۰/۲۲ a	۸/۶۳±۰/۳۱ b	۱/۴۹±۰/۰۶ c	۵/۸۳±۰/۸۲ d	۷/۶۳±۱/۶۰ e	۵/۵۲±۰/۰۷ a	۴/۹۳±۰/۲۸ f	۵/۳۶±۰/۰۵ a	۵/۱۱±۰/۰۷ g
اولئیک اسید	C18:1 n 9	۱۰/۸۰±۰/۴ a	۸/۱۸±۱/۰۱ b	۱۲/۴۷±۱/۹۴ c	۱۱/۱۱±۱/۰۹ d	۱۱/۸۴±۰/۳۷ e	۹/۵۱±۰/۷۳ f	۱۲/۸۱±۰/۲۹ g	۱۲/۴۲±۰/۳۷ g	۱۱/۸۵±۱/۲۶ h
لینولئیک اسید	C18:2 n 6	۸/۷۲±۰/۱۸ a	۴/۳۶±۰/۴۶ b	۱/۵۵±۰/۰۴ c	۸/۷۶±۰/۹۲ d	۸/۸۹±۰/۰۵ a	۹/۴۰±۱/۰۴ e	۱۰/۲۰±۰/۴ f	۹/۵۴±۰/۰۴ e	۸/۹۹±۰/۰۲ a
آلفا-لینولئیک اسید	C18:3 n 6	۱/۲۸±۰/۰۷ a	۷/۹۶±۰/۷۵ b	۰/۵۳±۰/۰۱ c	۴/۰۲±۰/۴ d	۲/۷۸±۰/۰۹ e	۳/۳۷±۰/۴ f	۳/۴۹±۰/۰۹ f	۳/۵۵±۰/۸۸ g	۳/۱۲±۰/۰۳ h
دی همو گاما لینولئیک	C20:3 n 6	۰/۴±۰/۰۸ a	۱۱/۹۵±۱/۴۵ b	۰/۰۶±۰/۰۰ a	۱/۷۱±۰/۰۲ c	۲/۷۵±۰/۵۵ d	۱/۸۳±۰/۱۹ c	۲/۳۰±۰/۱۱ e	۲/۴۰±۰/۰۷ e	۲/۳۹±۰/۰۸ e
آراشیدونیک	C20:4 n 6	۴/۴۸±۰/۱۲ a	۲/۲۵±۰/۰۵ b	۰/۴۸±۰/۰۶ c	۱/۲۸±۰/۰۲ d	۲/۳۲±۰/۰۶ b	۲/۰۲±۰/۳ e	۲/۱۹±۰/۰۲ b	۲/۳۹±۰/۰۹ b	۲/۴۳±۰/۱ f
دکوزاپنتانوئیک اسید	C22:5 n 6	۰/۴۸±۰/۰۷ a	۰/۴۵±۰/۰۲ a	۳/۶۸±۰/۱۲ b	۳/۶۶±۰/۰۴ b	۳/۷۵±۰/۰۵ b	۳/۴۲±۰/۱۸ c	۵/۲۲±۰/۰۴ d	۵/۳۴±۰/۰۸ d	۵/۶۳±۰/۶۸ e
لینولنیک اسید	C18:3 n 3	۱۴/۸۶±۰/۸ a	۱/۲۸±۰/۲۹ b	۱/۷±۰/۰۳ c	۲/۷۲±۰/۰۴ d	۳/۲۱±۰/۰۵ e	۱/۷۳±۰/۰۴ c	۲/۶۷±۰/۰۷ d	۲/۲۱±۰/۰۶ f	۲/۲۵±۰/۰۵ f
استئاریدونیک اسید	C18:4 n 3	۱/۶۷±۰/۰۲ a	۷/۵۸±۰/۴۲ b	۰/۴۴±۰/۰۳ c	۳/۵۵±۰/۰۲ d	۱/۶۰±۰/۰۸ a	۱/۲۱±۰/۰۱ e	۱/۰۸±۰/۰۴ e	۱/۷۱±۰/۰۵ f	۱/۸۹±۰/۰۴ f
ایکوزا تری انوئیک	C20:3 n 3	۲/۹۰±۱/۰۵ a	۲/۴۸±۰/۹۸ b	۰/۷۴±۱/۲۴ c	۳/۵۱±۳/۰۲ d	۲/۵۲±۳/۱۱ e	۰/۷۲±۰/۰۵ f	۰/۴۹±۰/۲۶ g	۰/۶۲±۰/۱۶ h	۰/۸۴±۰/۰۵ i
ایکوزا پنتانوئیک اسید	C20:5 n 3	۷/۹۲±۰/۰۹ a	۶/۹۳±۰/۰۶ b	۱۰/۶۸±۱/۰۵ c	۵/۳۷±۰/۱ d	۶/۷۰±۰/۳۶ e	۶/۴۴±۰/۸ f	۷/۹۷±۰/۰۷ a	۷/۸۸±۰/۰۳ a	۷/۹۱±۰/۹۸ g
دکوزا پنتائینوات اسید	C22:5 n 3	۰/۳۲±۰/۰۲ a	۰/۹۶±۰/۰۳ b	۰/۸۶±۰/۴۳ c	۳/۱±۰/۱۲ d	۳/۵±۰/۲ e	۳/۱±۰/۰۳ d	۳/۵۹±۰/۰۸ f	۳/۶۳±۰/۰۶ g	۳/۵۵±۰/۰۳ g
دکوزا هگزانوئیک اسید	C22:6 n 3	۲/۰۸±۰/۰۰ a	۱/۳۳±۰/۲ b	۲۵/۶۴±۱/۴۴ c	۱۰/۲۲±۰/۱۲ d	۹/۸۲±۰/۹۲ e	۹/۶۳±۰/۴۹ f	۱۲/۶۴±۰/۰۷ g	۱۱/۹۱±۱/۴۹ h	۱۳/۲۱±۰/۲ i
مجموع اسیدهای چرب اشباع	∑SFA	۳۰/۸۸±۱/۱۵ a	۲۶/۹±۱ b	۳۲/۲۴±۱/۸۹ c	۲۵/۰۶±۱/۶۶ d	۲۶/۲۲±۲/۲۲ e	۳۴/۳۳±۲/۱۱ f	۲۲/۶۰±۰/۷۴ g	۲۳/۰۸±۰/۵۶ h	۲۲/۵۶±۰/۹۶ g
مجموع اسیدهای چرب تک غیراشباع	∑MUFA	۱۶/۳۱±۰/۱۴ a	۱۶/۸۸±۱/۳۳ b	۱۴/۰۹±۲/۰۱ c	۱۷/۲۱±۱/۹۷ d	۱۹/۶۹±۲ e	۱۵/۲۹±۰/۸۴ f	۱۷/۸۶±۰/۰۱ g	۱۷/۹۴±۰/۴۵ h	۱۷/۱۷±۱/۳۷ i
مجموع اسیدهای چرب سری امگا ۶	∑n-6	۱۵/۳۷±۰/۵۲ a	۲۶/۹۹±۱/۸ b	۶/۳۲±۰/۱۱ c	۱۹/۴۴±۱/۴۳ d	۲۰/۵۱±۰/۳۸ e	۲۰/۰۶±۰/۳۳ e	۲۳/۴۲±۰/۶۸ f	۲۳/۲۵±۱/۱۸ f	۲۲/۵۸±۰/۹۳ g
مجموع اسیدهای چرب سری امگا ۳	∑n-3	۳۰/۴۱±۱ a	۲۰/۱±۱/۷۴ b	۳۹/۳۷±۲/۰۵ c	۳۰/۵۱±۱/۰۲ a	۲۵/۵۹±۱/۴۷ d	۲۲/۸۶±۰/۱۶ e	۲۸/۳۳±۰/۴۱ f	۲۸/۱۱±۱/۷۴ f	۲۹/۶۸±۱/۲۷ g
مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباع	∑PUFA	۴۵/۷۸±۱/۵۳ a	۴۷/۰۹±۳/۵۴ b	۴۵/۶۹±۱/۹۸ a	۴۹/۹۶±۲/۴۶ c	۴۶/۱۱±۱/۱ d	e ۴۲/۹۲±۰/۴۸	۵۱/۷۵±۱/۰۹ f	۵۱/۳۶±۲/۹۳ g	۵۲/۲۷±۲/۲۰ h

حروف مشابه نشان‌دهنده‌ی عدم اختلاف معنی‌دار و حروف غیرمشابه اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.3.8]

بحث

بررسی چربی کل در لارو کپور معمولی نشان می‌دهد که باگذشت زمان و در تیمارهای مختلف میزان چربی کل در لاروها افزایش‌یافته است و بالاترین میزان چربی کل مربوط به لارو ماهی کپور تغذیه‌شده در روز هفتم (۲/۹۱) و پایین‌ترین میزان چربی کل مربوط به لارو ماهی کپور قبل از تغذیه از زئوپلانکتون ها (۰/۱۳) بود. در تحقیقات مختلف، این افزایش در میزان اسیدهای چرب را به شروع ساخت Bioconversion و denovo نسبت می‌دهند که طی این فرایند این دسته از اسیدهای چرب در بدن سنتز می‌شوند (Abi-ayad *et al.*, 2007). نتایج مطالعه حاضر با نتایج بر روی *Perca fluviatilis* (Abi-ayad et al., 2004)، *Galaxias maculates* (Dantagnan *et al.*, 2007) و Cyprinus *carpio* (Farhoudi et al., 2011) که بیانگر مصرف نشدن اسیدهای چرب به‌منزله منبع انرژی، طی مراحل تکوین جنسی و لاروی است مطابقت ندارد. تحقیقات Abi-ayad و همکاران (۲۰۰۴) بر روی لارو *Sander lucioperca* که به مدت ۳ روز غذادهی نشدند، نشان داد که میزان اسیدهای چرب افزایش‌یافته است و حتی باوجود گرسنگی، این دسته از اسیدهای چرب برای تأمین انرژی استفاده نشدند؛ که این امر در مورد کپور معمولی در تحقیق حاضر تطابق ندارد.

اما در مورد اینکه آیا هم اسیدهای اشباع و هم اسیدهای غیراشباع در بدن لارو ذخیره می‌شوند، نتایج نشان داد که در مورد میزان اسیدهای چرب اشباع (SAF)، بالاترین میزان اسیدهای چرب اشباع مربوط به تیمار ۴ (۳۴/۳۲) و پائین ترین میزان اسیدهای چرب اشباع مربوط به تیمار ۷ (۲۲/۵۶) بوده است. روند درصد اسیدهای چرب اشباع اندازه‌گیری شده به‌صورت افزایش و کاهشی بوده است، به گونه‌ای که با شروع تغذیه از زئوپلانکتون ها (روتیفر) میزان اسیدهای چرب اشباع در لاروها افزایش‌یافته است، به‌گونه‌ای که مقدار این پارامتر از ۲۶/۹ در تیمار ب به ۳۲/۲۴ در روز اول رسیده است. اما در دو تیمار ۲ و ۳ کاهش‌یافته و سپس در تیمار ۴ افزایش و به دنبال آن کاهش مشاهده می‌شود و در تیمار ۷ به کمترین میزان خود می‌رسد. که به معنی عدم ذخیره‌سازی یا کاهش در میزان ذخیره‌سازی این نوع اسید چرب است و به نظر می‌رسد که لاروها این نوع اسید چرب را همانند اسیدهای چرب تک غیراشباع در طول مراحل رشد و نمو مصرف می‌کنند.

میزان اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA) در تیمار الف یعنی زئوپلانکتون ها (۱۶/۳۱) نسبت به تیمار ب یعنی لاروهای تغذیه نکرده (۱۶/۸۸) پائین تر بود. لاروها در ابتدا تغذیه با زئوپلانکتون ها یعنی روز ۱ مقدار پائین تری از اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA) (۱۴/۰۹) را در مقایسه با تیمار ب (۱۶/۸۸) نشان دادند. اما با افزایش تغذیه میزان اسیدهای چرب تک غیراشباع در لارو افزایش یافت، به‌گونه‌ای که بالاترین میزان اسیدهای چرب تک غیراشباع در تیمار ۳ (۱۹/۶۹) مشاهده شد. اما میزان اسیدهای چرب بعد از آن روند کاهشی و افزایشی داشت، اما همچنان کمترین میزان مربوط به تیمار ۱ بوده است.

تحقیقات Chamanara و Farhoudi (۲۰۱۳)، بر روی کپور علف خوار نشان داد که در کپور علفخوار از مرحله تخم تا مرحله انتهای جذب کیسه زرده، هم‌زمان با افزایش اسیدهای چرب اشباع (SAF)، میزان اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA) نیز کاهش پیدا می‌کند. این الگو همان‌طور که در بالا بیان‌شده است، در تحقیق حاضر دیده می‌شود. اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع برای رشد و نمو در ماهیان دریایی و آب شیرین محسوب می‌شوند، به‌ویژه در طول مرحله لاروی زمانی که ماهیان به انرژی برای ایجاد اندام‌ها، متافورمز، رشد سریع و متابولیسم پایه نیازمند هستند (Abi-ayad et al., 2004). اولئیک اسید و پالمتیک اسید ازجمله اسیدهای تک غیراشباع مهمی هستند که به‌وسیله ماهیان به‌عنوان منبع انرژی محسوب می‌شوند. البته در تحقیقات مختلف نظیر مطالعاتCsengeri و Dey (۱۹۹۵) بر روی کپور معمولی و Takeuchi و Watanabe (۱۹۸۲) بر روی قزل‌آلای رنگین‌کمان، کاهش در ذخیره‌سازی اسیدهای چرب تک غیراشباع نیز مشاهده شد. در این تحقیق میزان اسید اولئیک با تغذیه، افزایش یافت که نشان از ذخیره این نوع اسید چرب است. اما در مورد اسید پالمتیک سطح این نوع اسید چرب نسبت به زمان قبل از تغذیه کاهش ذخیره را نشان می‌دهد که تائید کننده مصرف این نوع اسید چرب یا حداقل ذخیره کردن در مقادیر کم است.

در مورد اسیدهای چرب چند غیراشباع (PUFA)، تیمار الف (زئوپلانکتون ها) میزان اسیدهای چرب چند غیراشباع (۴۵/۷۸) پائین تری را نسبت به تیمار ب (لاروهای تغذیه نکرده) (۴۷/۰۹) نشان دادند که مشابه حالت اسیدهای تک غیراشباع است و همانند آن نیز در تیمار ۱ یعنی روز اول تغذیه با زئوپلانکتون ها میزان اسیدهای چرب چند غیراشباع ابتدا کاهش (۴۵/۶۹) و

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.3.8]

سپس افزایش‌یافته است (در تیمار ۲ به ۴۹/۹۶ رسید)، اما بالاترین اوج در تیمار ۶ (۵۱/۳۶) و به دنبال آن با اختلاف معنی‌دار در تیمار ۷ (۵۲/۲۷) مشاهده شد. PUFA، به‌ویژه C20 PUFA، نقش ویژه‌ای در کنترل و تنظیم متابولیسم سلولی و فیزیولوژی حیوانات دارد. گونه‌های مختلف از نظر میزان اسیدهای چرب ضروری دارای تفاوت‌هایی هستند که این تفاوت‌ها وابستگی زیادی به درجه حرارت و شوری محیط زندگی دارد (Anonymous, 1993). به‌عنوان‌مثال قزل‌آلای رنگین‌کمان نیازمند C18:3 n-3 بیشتری نسبت به C18:2 n-6 (Castell et al. 2003) است درحالی‌که کپور معمولی و مارماهی ژاپنی به مخلوطی از C18:3 n-3 و C18:2 n-6 نیازمند هستند (Takeuchi *et al.*, 1980; Radünz-Neto *et al.*, 1996).

در این تحقیق میزان اسیدهای چرب n-3 در زئوپلانکتون ها (۳۰/۴۱) بالاتر از لاروها (۲۰/۱) بود و در اثر تغذیه در روز ۱ (تیمار ۱) میزان n-3 افزایش یافت به‌گونه‌ای که اوج میزان n-3 اندازه‌گیری شده در تیمار ۱ بود و به دنبال آن کاهش تا تیمار ۴ (۲۲/۸۶) مشاهده شد که بعد از آن روند صعودی به خود گرفت.

در مورد مجموع اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع سری n-3 زئوپلانکتون ها (به خصوص روتیفر) مقادیر بالاتری در مقایسه با لاروهای تغذیه نکرده داشتند. ولی لاروهای تیمار ۱ یعنی لاروهایی که یک روز از زئوپلانکتونها تغذیه کرده بودند در مقایسه با لاروهای تغذیه نکرده (تیمار ب) مقادیر بالاتری را نشان دادند، که شاید تائید کننده این مورد است که وجود مقادیر بالاتر یک نوع اسید چرب در غذای لارو (روتیفر) سبب افزایش همان نوع اسید چرب در لاروها خواهد شد و طبق نظر Abi-ayad و همکاران (۲۰۰۷) افزایش مقدار این اسیدهای چرب در لارو را می‌توان از طریق جذب آن‌ها از غذا توجیه کرد. از این‌رو در مواردی که میزان اسیدهای چرب در زئوپلانکتون ها (روتیفر) پائین است بهتر است غنی‌سازی صورت گیرد زیرا اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره اهمیت زیادی در رشد و بهبود رشد ماهیان دارد (Takeuchi and Watanabe, 1982).

میزان اسیدهای چرب n-6 در تیمار الف (زئوپلانکتون) (۱۵/۳۷) کمتر از تیمار ب (۲۶/۹۹) بود و به دنبال مصرف روتیفر در روز ۱ (تیمار ۱) میزان n-6 در لاروها به کمترین میزان خود رسید (۶/۳۲)، اما در تیمارهای بعد افزایش یافت ولی هرگز به میزان n-6 تیمار ب نرسید که نتیجه‌ای مشابه اسیدهای چرب غیراشباع و اسیدهای چرب تک غیراشباع است. بر طبق نظر Bell و همکاران (2001) اسیدهای چرب C18:3 n-3 و C18:2 n-6 نقش مهمی در ماهیان آب شیرین به‌عنوان ماده اولیه جهت سنتز PUFA دارند (Sargent *et al.*, 1995) .

نتایج این تحقیق نشان داد که میزان ایکوزاپنتانوئیک اسید در زئوپلانکتون ها (۷/۹۲) نسبت به لاروهای تغذیه نکرده (۶/۹۳) با اختلاف معنی‌دار بالاتر بود و این بالاتر بودن سبب بالا رفتن سطح این نوع اسید چرب در تیمار ۱ شد. در مورد دیکوزاهگزانوئیک اسید روتیفرها از نظر این نوع اسید چرب (۲/۰۸) در مقایسه با لارو ماهی کپور (۱/۳۳) دارای مقادیر بالاتری بودند که سبب افزایش زیاد مقادیر این نوع اسید چرب در لارو تیمار ۱ شد.

تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که ماهیان آب شیرین، قابلیت تبدیل اسیدلینولیئک را به اسید آراشیدونیک و اسید لینولئیک را به اسید دوکوزاهگزانوتئیک و اسید ایکوزاپنتانوئیک را دارند و این کار را از طریق طویل سازی و غیراشباع سازی انجام می‌دهند (Zakeri *et al.*, 2011) زیرا هر دو مسیر نیاز به آنزیم 5-desaturese دارد (McEvoy *et al.*, 1996). این تبدیل سبب ایجاد یک رابطه متقابل می‌شود به گونه ای‌ای که با افزایش اسیدهای چرب طویل‌تر، درصد اندازه‌گیری شده اسیدهای چرب کوتاه‌تر کاهش می‌یابد. اما این الگو در مورد لاروهای کپور در تحقیق حاضر مشاهده نشده است به‌گونه‌ای که ریتم یا الگوی افزایش و کاهش در مورد این اسیدهای چرب با یکدیگر روند یکسان و هماهنگی داشتند.

نتایج تحقیقات دیگر نشان می‌دهد که پروفایل اسیدهای چرب در دوره رشد و تکامل لاروی تغییراتی را نشان می‌دهد. کاهش در میزان اسیدهای چرب غیراشباع تک زنجیره در روز ۱ تا ۱۱ که در تحقیق حاضر هم مشاهده شد نشان‌دهنده استفاده از این اسیدهای چرب به‌عنوان منبع انرژی بوده و افزایش در اسید دوکوزاهگزانوتئیک (در تحقیق حاضر مقدار این اسید چرب از ۱/۳۳ در لارو و تیمار ب به ۲۵/۶۴ در روز ۱ تغذیه رسید) رسید و همچنین مقدار اسید ایکوزاپنتانوئیک اسید به ترتیب از روز ۱ تا ۱۱ و ۱ تا ۷ (در تحقیق حاضر از ۶/۹۳ در لارو تیمار به ۱۰/۶۸ در روز ۱ تغذیه رسید) افزایش یافت که نشان‌دهنده ذخیره اسیدهای چرب مذکور برای فرآیندهای فیزیولوژیکی و عدم مصرف آن‌ها به‌عنوان سوبسترای انرژی است. نتیجه مشابهی در تحقیقات Bakhtiarvandi و همکاران (۲۰۱۴) بر روی ماهی سفید به دست آمد؛ در بدن لارو ماهی سفید، محتوی

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.3.8]

پالمتیک و استئاریک اسید از مرحله تخم‌های لقاح یافته تا ۲۰ dph افزایش می‌یابد و هیچ مقداری از این اسیدهای چرب (18:0 and۱۶:۰) در این دوره مصرف نشدند.

تحقیقات نشان داده که اهمیت DHA و مهم‌تر از آن اهمیت نسبت DHA/EPA در افزایش رشد و ماندگاری بسیار چشمگیر است (Sorgeloos, 1998). نسبت DHA/EPA در زئوپلانکتون ها (به خصوص روتیفرها) (۰/۲۶) نسبت به لاروهای تیمار ب (۰/۱۹) بالاتر بود و این حالت در مورد نسبت n-3/n-6 نیز برقرار بود یعنی در زئوپلانکتون ها ۱/۹۷ و در لاروهای تیمار ب ۰/۷۴ بود. شاید یکی از دلایل بالا بودن این نوع اسیدها در روتیفرها آن باشد که خود قادر به متابولیسم آن نبوده و حامل مناسبی برای انتقال این گروه از اسیدهای چرب به لاروهای تازه به تغذیه افتاده است. Rodriguez و همکاران (۲۰۰۴) بیان داشتند زمانی که لارو ماهی سیم سر گنده دریایی از روتیفر به‌عنوان غذا استفاده می‌کند، نیازمند جیره‌ای است که حاوی n-3 به میزان ۱/۵ درصد وزن خشک و DHA/EPA حدود ۲ درصد وزن خشک باشد، که علت آن نیز عدم تولید این نوع اسیدهای چرب در روتیفر و ضعف روتیفر در این اسیدهای چرب است. از طرفی در تحقیقات Robin و Vincent (۲۰۰۳) بر روی سیم دریایی سر گنده هیچ تفاوتی از نظر رشد بین دو جیره با درصدهای متفاوتی از DHA/EPA مشاهده نشد. این الگو نشان‌دهنده آن است که این‌گونه اسیدهای چرب عمداً برای اهداف وابسته به تولید انرژی کاتابولیزه می‌شوند و حجم بالایی از این نوع از اسیدهای چرب در طول رشد و نمو آینده ماهی مصرف می‌شود ازاین‌رو ماهیان این نوع از اسیدهای چرب را به‌آسانی به‌وسیله β-oxidation میتوکندریایی کاتابولیزه می‌کنند (Henderson, 1996; Ostaszewska *et al.*, 2005).

با توجه به نتایج بالا و بحث‌های صورت گرفته در مورد کارکردهای هر یک از اسیدهای چرب در زمان لاروی، به نظر می‌رسد که روتیفر یک غذای اولیه مناسب برای لاروهای کپور است، هرچند که بیان این موضوع نیازمند بررسی بیشتر پارامترهای رشدی در لارو کپور است. با این وجود بهتر است برای دستیابی به تولید بالا، بهینه‌سازی وضعیت تغذیه لارو کپور، غذای زنده لاروها به خصوص روتیفر با استفاده از اسیدهای چرب غنی‌سازی شود و چنین نوع غذای زنده‌ای در مراکز تکثیر و پرورش ماهی کپور مورد استفاده قرار گیرد.

منابـع

Abi-Ayad, S., Melard, C., Kestemont, P. 2004. Dynamics of total lipids and fatty acids during embryogenesis and larval development of Eurasian perch. Fish Physiology Biochemistry. 23: 233-243.

Abi-Ayad, SM., Boutiba, Z., Me´lard, C., Kestemont, P. 2007. Dynamics of total body fatty acids during early ontogeny of pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae. Fish Physiology Biochemistry. 30: 129-136.

AOAC. 1990. In: W. Horwitz (Ed). Official Methods of Analysis of Official analytical Chemists AOAC. Vol.1, 15th ed. Assoc. Official Analytical Chemists, ashington DC, 1963 p.

Bakhtiarvandi, K., Abedian Kenari, A., Mohammad Nazari, R., Makhdoomi, C. 2014. Ontogenetic changes in lipids, fatty acid, and body composition during larval stages of *Caspian Kutum* (Rutilus frisii kutum). Iranian Journal of Fisheries Sciences. 13(2): 365-383. (in Persian)

Bell, J.G., McEvoy, J., Tocher, D.R., McGhee, F., Campbell, P.J., Sargent, J.R. 2001. Replacement of fish oil with rapeseed oil indiets of Atlantic salmon (Salmo salar) affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism. Journal of Nutrition. 131(5): 1535-1543.

Castell, J.D., Sinnhuber, R.O., Wales, J.H., Lee, J.D. 2003. Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (Salmo gairdneri): growth, feed conversion and some gross deficiency symptoms. Journal of Nutrition. 102: 77-86.

Cejas, J., Almansa, E., Jerez, S., Bolanos, A., Felipe, B., Lorenzo, A. 2004. Changes in lipid class and fatty acid composition during development in white seabream (*Diplodus sargus*) eggs and larvae. Comparative Biochemistry and Physiology. 139: 209-216.

Chamanara, A., Farhoudi, A. 2013. Anthiogenic changes of gastrointestinal pancreatic enzymes and fatty acids in egg and grasshopper larvae. Fisheries Journal. 66: 440-423.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.3.8]

Csengeri, I., Dey, I. 1995. Fatty acid metabolism in carp during early ontogeny. In: Fish and Shellfish Larviculture Symposium (Larvi'95). 161 p. Lavens, P., Jaspers, E., Roelants, I. (eds.). September 3–7, 1995, Gent, Belgium. European Aquaculture Society, Special Publication. 24 p.

Dantagnan, H., Bo'rquez, A.S., Valdebenito, I.N., Salgado, I.A., Serrano, E.A., Izquierdo, M.S. 2007. Lipid and fatty acid composition during embryo and larval development of puye *Galaxias maculates* Jenyns,1842, obtained from estuarine, freshwater and cultured populations. Journal of Fish Biology. 70: 770-781.

Farhoudi, A., Abedian Kenari, A.M., Nazari, R.M., Makhdoomi, C.H. 2011. Study of Body Composition, Lipid and Fatty Acid Profile during Larval Development in Caspian Sea carp (*Cyprinus carpio*). Journal of Fisheries and Aquatic Science. 6(4): 417-428.

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

Gapasin, D., Bombeo, R., Lavens, P., Sorgeloos, P., Nelis, H. 1998. Enrichment of live food with essential fatty acids and vitamin C: effects on milkfish (*Chanos chanos*) larval performance. Aquaculture. 162: 269-286.

Gunasekara, R., De silva, S., Ingram, B. 1999. Early ontogeny-related changes of the fatty acid composition in the percichthyid fishes trout cod. Aquatic Living Resource. 3: 219-227.

Henderson, R.J. 1996. Fatty acid metabolism in freshwater fish with particular reference to polyunsaturated fatty acids. Archives of Animal Nutrition. 49: 5-22.

Kalyoncu, L., Yaman, Y., Aktumesk, A. 2010. Seasonal changes on total fatty acid composition of carp (*Cyprinus carpio*), in Ivriz Dam Lake, Turkey. African Journal of Biotechnology. 9(25): 3896-3900.

Kamali Sanzaghi, M., Mousavi Nadoushan, R., Qalichi, A. 2014. Biodiversity, density and abundance of rotifer population in Gonbadakavous (Gonbadakavos) hot water pools (east of Golestan province). Aquatic Ecology Magazine. 1: 17-7.

Kangombe, J., Likogwe, J.S., Eda, H., Mtimuni, J. 2007. Effect of varying dietary level on feed intake, feed conversion, whole-body composition and growth of Malawian tilapia, *Oreochromis shiranus-Boulenger*. Aquaculture Research. 38: 373-380.

McEvoy, L.A., Navarro, J.C., Hontoria, F., Amat, F., Sargent, J.R. 1996. Two novel Artemia enrichment diets containing polar lipid. Aquaculture. 144: 334- 335.

Ostaszewska, T., Boruta, A., Olejniczak, M. 2005. The effect of dietary lipid level and composition on growth, survival, and development of the digestive system of larval sneep,*Chondrostoma Nasus* (L.). Acta Ichthyologica Et Piscatoria. 35(2): 79-86.

Qi, J.W., An, X.P., Du, Z.H., Zhang, J.H. 2012. Structure of zooplankton community in Hulun Lake, China. The 18th Biennial Conference of International Society for Ecological Modeling. Procedia Environmental Sciences. 13: 1099-1109.

Radünz-Neto, J., Corraze, G., Bergot, P., Kaushik, S.J. 1996. Estimation of essential fatty acid requirements of common carp larvae using semi-purified artificial diets. Archiv für Tierernährung. 49: 41-48.

Rainuzzo, J. 1993. Lipids in early stages of marine fish. Dr. Scient. Thesis, University of Trondheim, Norway.

Robin, J.H., Vincent, B. 2003. Microparticulate diets as first food for gilthead sea bream larva (Sparus aurata): study of fatty acid incorporation. Aquaculture. 225: 463-474.

Rodriguez, C., Acosta, C., Badía, P., Cejas, J.R., Santamarıa, F.J., Lorenzo, A. 2004. Assessment of lipid and essential fatty acids requirements of black seabream (*Spondyliosoma cantharus*) by comparison of lipid composition in muscle and liver of wild and captive adult fish. Comparative Biochemistry and Physiology. 139: 619-629.

Roustaian, P., Kamarudin, M., Omar, H., Saad, C., Ahmad, M. 1999. Changes in fatty acid profile during larval development of freshwater prawn Macrobracium resenbergi. Aquaculture Research. 30: 815-824.

Sargent, J., Bell, J., Bell, M., Henderson, R., Tocher, D. 1995. Requirement criteria for essential fatty acids. Journal of Applied Ichthyology. 11: 183-198.

Sargent, J.R., Tocher, R., Bell, J.G. 2002. The lipids. In: Fish Nutrition. Halver, J.E., Hardy, R.W. (eds.). Academic Press, London. pp. 181-257.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.3.8]

Sedgwick, S.D. 1990. Trout farming handbook, 5thed. Fishing News books, 101-113 p.
Skalli, A., Robin, J. 2004. Requirement of n-3 long chain polyunsaturated fatty acids for European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles: growth and fatty acid composition. Aquaculture. 240: 399-415.
Sorgeloos, P. 1998. Progress in larviculture nutrition of fish and shellfish. XXXIII International Symposium on New Species for Mediterraneah Aquaculture.
Takeuchi, T., Arai, S., Watanabe, T., Shimma, Y. 1980. Requirement of eel Anguilla japonica, for essential fatty acids. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries (Nippon Suisan Gakkaishi). 46: 345-353.
Takeuchi, T., Watanabe, T. 1982. The effect of starvation and environmental temperature on proximate and fatty acid compositions of carp and rainbow trout. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. 48: 1307-1316.
Tokur, B., Ozkutuk, S., Atici, E., Ozyurt, G., Ozyurt, C. 2006. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp, During frozen storage. Food Chemistry. 99: 335-341.
Waterman, J. 2000. Compositionand quality of fish, Edinburg, Torry research station. 28 p.
Weatherly, A.H., Gill, H.S. 1987. The Biology of Fish Growth. Academic Press, London.
Yiping, L., Qingda, H., Yurong, Z., Shuting, L., Wen,W. 2013. Comparison of the body proximate compositions of juvenile bronze gudgeon (*Coreius heterodon*) and largemouth bronze gudgeon (*C. guichenoti*) in the upstream region of the Yangtze River.Springer Plus. 2: 75-80.
Zaki Pour Rahimabadi, A., Arshadi, A., Zare, P., Heidari, MD.1995. Comparative study of chemical compounds of *Schizothorax zarudnyi* and *Schizocypris altidorsalis* in different seasons and sexes in Sistan and Baluchestan province. Journal of Fisheries. 3: 15 - 20. (in Persian)
Zakeri, M., Kochanian, P., Marammazi, J.G., Yavari, V., Savari, A., Haghi, M. 2011. Effects of dietary n-3 HUFA concentrations on spawning performance and fatty acids composition of broodstock, eggs and larvae in yellowfin seabream, *Acanthopagrus latus*. Aquaculture. 310: 388-394.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2025-08-01]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1396.7.1.3.8]