بررسی تغییرات ترکیب اسیدهای چرب در طول نمو لاروی ماهی شیربت (*Barbus grypus*) در دو شرایط تغذیه و گرسنگی

- **مهران جواهری‌بابلی*:** گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، صندوق پستی: ۱۹۱۵
- **سیدموسی فاضلی‌راد:** گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، صندوق پستی: ۱۹۱۵

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۳

چکیده

در این پژوهش ترکیب اسیدهای چرب در لارو تغذیه شده و لارو گرسنه نگه‌داری شده ماهی شیربت (*Barbus grypus*) مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور با شروع تغذیه خارجی، لاروها به دو گروه تقسیم شدند. گروه اول به‌مدت ٤ هفته با غذای خشک تجاری تغذیه شدند وگروه دوم تا زمان مرگ بیش از ۹۵٪ لاروها، گرسنه نگه‌داری شدند. از لاروهای تغذیه شده هر هفته یک‌بار و از لاروهای گرسنه هر دو روز یک‌بار نمونه‌برداری صورت گرفت. در طول زمان گرسنگی، اسیدهای چرب تک زنجیره غیراشباع (MUFA) و اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA) روندی کاهشی داشتند اما اسیدهای چرب اشباع (SFA) روند افزایشی معنی‌داری داشتند ($P<0/05$). در لاروهای تغذیه شده، اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه و اسیدهای چرب اشباع روندی کاهشی داشتند اما اسیدهای چرب تک زنجیره غیراشباع روند افزایشی معنی‌داری داشتند. در هر دو گروه لارو، اسید پالمیتیک (۱٦:۰) اسید چرب غالب بود که در لاروهای گرسنه روند افزایشی داشت. اسید ایکوزا پنتانوئیک (EPA) اسید چرب چند زنجیره غیراشباع غالب در هر دو گروه بود که در هر دو گروه در ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت.

کلمات کلیدی: ماهی شیربت، لارو، ترکیب اسید چرب

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mehranjavaheri@gmail.com

مقدمه

یکی از اهداف و محورهای مهم توسعه برای مدیریت شیلاتی رویکرد تکثیر ماهیان بومی ایران است و از اقتصادی‌ترین گونه‌های مستعد تکثیر و پرورش در ایران متعلق به جنس باربوس ماهیان می‌باشد (احمدی، ۱۳۸۷). ماهی شیربت با نام علمی (*Barbus grypus*) و با نام محلی شیربت، شبوط و سرخه یکی از گونه‌های کپورماهیان بوده و در حوضه رودخانه فرات، خلیج فارس و حوضه هرمز انتشار دارد (Bell و همکاران، ۱۹۹۵). یکی از راهکارهای موجود جهت دستیابی به ارتقاء سطح تولید، استفاده از گونه‌های مختلف پرورشی (در کشت چندگونه‌ای) است. در این راستا تعدادی از گونه‌های ماهیان بومی از جمله ماهی شیربت (*Barbus grypus*) و ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*) در سال‌های اخیر با موفقیت به‌طور مصنوعی تکثیر و به چرخه تولید اضافه شده‌اند (کاهکش، ۱۳۸۹). لازمه تکثیر و پرورش موفق و تجاری ماهیان بومی که اطلاعات محدودی پیرامونشان موجود است شناخت جنبه‌های مختلف فیزیولوژیک و زیستی آن‌ها خصوصاً در مراحل رشد و نمو اولیه است. زیرا مراحل اولیه رشد (مراحل جنینی و یا لاروی) از حساس‌ترین و آسیب‌پذیرترین مراحل حیات آبزی به‌شمار می‌روند (حسین‌نژاد، ۱۳۷۸).

مشکل اصلی تکثیر و پرورش گونه‌ها و گروه‌های مختلف ماهیان، تلفات مرحله نوزادی بچه‌ماهیان نورس پیش از آغاز تغذیه فعال خارجی می‌باشد. هم‌چنین پرورش موفقیت‌آمیز ماهیان بستگی به قابلیت دسترسی این موجودات به غذایی مناسب دارد تا بتوانند سالم‌تر باشند و رشدشان به‌خصوص در مراحل نوزادی تضمین گردد (جوادیان، ۱۳۸۷). اسیدهای چرب به‌عنوان ترکیبات ساختاری در طی مراحل اندام‌زایی (مغز، شبکیه، عضله و...) محسوب شده و از پیش‌سازان مولکول‌های فعال فیزیولوژیکی مانند پروستاگلاندین‌ها و سایر ایکوزانوئیدها نیز می‌باشند (Sargent و همکاران، ۱۹۹۹؛ Watanabe، ۱۹۹۳). رشد و بقاء لاروی بستگی به دسترسی غذای خارجی در مقادیر کافی و کیفیت مناسب بعد از جذب کیسه زرده دارد (Abi-Ayad و همکاران، ۲۰۰۰؛ Springate و Bromage، ۱۹۸۴) با توجه به مقدار و ترکیب چربی زرده، زمان و میزان سوختن چربی، گروه‌های چربی که برای سوختن یا تولید بافت به‌کار می‌روند و نقش اسیدهای چرب مختلف، تغییر می‌کند (Mourente و Vasquez، ۱۹۹۶؛ Sargent، ۱۹۹۵). Abi-Ayad و همکاران (۲۰۰۰) تغییرات ترکیب اسیدهای چرب در لاروهای گرسنه و تغذیه شده ماهی سوف حاجی طرخان (*Perca fluviatilis*) را بررسی نمودند، Gunasekera و همکاران (۲۰۰۳) تغییرات شیمیایی در لارو گرسنه و تغذیه شده ماهی کاد (*Maccullochella macquarensis*) را بررسی نمودند و بیان کردند که در آن‌دسته از لاروهای ماهی کاد که با آرتمیا تغذیه شدند افزایش چربی همراه با رشد بود و در لاروهای گرسنه نگه‌داری شده، کاهش چربی همراه با پیش‌روی گرسنگی بود، بنابراین عنوان شد که لارو گرسنه این ماهی چربی را جهت تأمین انرژی مورد مصرف قرار می‌دهد.

Zengin و Akpinar (۲۰۰۶) نیز ترکیب اسیدهای چرب در طی نمو لاروی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) را مطالعه کردند و بیان گردید که اسیدهای چرب ۱۴:۰، ۱۶:۰، ۱۶:۱، ۱۸:۰، ۱۸:۱ و نیز اسیدهای چرب چند زنجیره غیراشباع ۱۸، ۲۰ و ۲۲ کربنه برای نمو طبیعی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ضروری می‌باشند.

با توجه به اهمیت و نقش اسیدهای چرب در رشد و بقاء لاروها، شناخت ترکیب و روند تغییرات اسیدهای چرب در طول نمو لاروی ماهی شیربت برای دستیابی به ترکیب غذایی مناسب جهت لاروهای با تغذیه فعال و هم‌چنین مولدین امری مهم و ضروری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در کارگاه توسعه ماهیان بومی سوسنگرد در استان خوزستان صورت پذیرفت. اوایل اردیبهشت ۱۳۹۰، تعداد ۳ مولد نر و ۵ مولد ماده شیربت از استخرهای خاکی ویژه نگه‌داری مولد صید گردیدند. ماهیان نر و ماده تا قبل از تزریق هورمون برای آرام‌سازی، کاهش استرس و سازگاری با شرایط سالن تکثیر و نیز آماده‌سازی برای تزریق، به‌صورت جداگانه و با رعایت تراکم در واحد سطح درون حوضچه‌های آرامش قرار داده شدند.

عملیات تزریق هورمون به‌صورت سه مرحله‌ای انجام شد، که در مرحله اول از هورمون سنتتیک $LHRH\text{-}A_2$ به‌میزان ۷ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم وزن ماهی استفاده شد. در دو مرحله دیگر از غده هیپوفیز(PG) استفاد شد. میزان کلی عصاره هیپوفیز برای تزریق ۴ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن ماهی بود که ۰/۱ عصاره در مرحله دوم و ۰/۹ مابقی در مرحله سوم تزریق گردید. فاصله زمانی بین مرحله اول و دوم تزریق ۲۴ ساعت و فاصله زمانی بین تزریق دوم و سوم ۱۲ ساعت در نظر گرفته شد. تزریق ماهیان مولد نر به‌صورت یک مرحله‌ای با استفاده از عصاره هیپوفیز و هم‌زمان با تزریق نهایی مولدین

ماده صورت پذیرفت. دوز تزریقی برای ماهیان نر ۲ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن ماهی بود. در تمامی مراحل تزریق، هورمون زیر باله سینه‌ای و با زاویه حدود ۴۵ درجه به‌داخل ناحیه صفاقی (روش داخل صفاقی) تزریق گردید. حدود ۱۲ ساعت بعد از تزریق نهایی مولدین و پس از اطمینان از رسیدگی جنسی مولدین عملیات استحصال تخمک و لقاح آن انجام پذیرفت.

بعد از اتمام کلیه مراحل تکثیر و لقاح، تخم‌های لقاح یافته به انکوباتورهای ویس از پیش تعیین شده برای انجام عملیات تخم‌گشایی منتقل شدند. پس از عمل تخم‌گشایی لاروهای دو سوم کیسه زرده جذب کرده از درون انکوباتورهای زوگ جمع‌آوری شدند. حدود ۷۵ درصد از لاروها به درون یک وان ۴۰۰۰ لیتری و باقی به یک مخزن پلاستیکی ۲۰۰ لیتری با تراکم ۱۰۰ عدد در لیتر ذخیره‌سازی شدند.

لاروهای درون مخزن ۴۰۰۰ لیتری تا ۲۸ روز بعد از ذخیره‌سازی نگه‌داری شدند و هر هفت روز یک‌بار از آن‌ها نمونه‌برداری شد. در طول این مدت ۱۰-۸ بار در شبانه‌روز و به میزان ۴۰ تا ۵۰ درصد وزن بدن (میانگین وزن لارو در ابتدای تغذیه خارجی ۶میلی‌گرم بود) با غذای مخصوص تغذیه لاروهای کپور (SFC) موجود در کارگاه تغذیه شدند. لاروهای درون مخزن ۲۰۰ لیتری نیز تا زمان مرگ ۹۵ درصد لاروها که شش روز به‌طول انجامید گرسنه ماندند و در روزهای ۲، ۴ و ۶ پس از ذخیره‌سازی از آن‌ها نمونه‌برداری انجام گرفت. متوسط دمای آب، شوری و pH در طول دوره پرورش لارو اندازه‌گیری شد که به‌ترتیب ۲۳ درجه، ۰/۹ppt و ۷/۹ بود.

در کلیه مراحل آزمایش با استفاده از روش سیفون کردن، نمونه‌ها جمع‌آوری شدند. میزان نمونه برداشته شده از کلیه مراحل به‌میزان ۵ گرم بود که نمونه‌ها بلافاصله پس از برداشت و توزین با آب مقطر شستشو شده و بر روی کاغذ صافی پهن شده تا آب اضافی گرفته شود و سپس در ظروف پلاستیکی استریل دربدار منتقل شدند. نمونه‌های برداشته شده در درجه حرارت ۳۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری و منجمد شدند (Abi-Ayad و همکاران، ۲۰۰۴). برای ارسال نمونه‌ها به آزمایشگاه جهاد دانشگاهی ارومیه از فلاسک نیتروژن استفاده شد بدین ترتیب نمونه‌ها در نیتروژن مایع و در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد منجمد شدند.

استخراج چربی به‌روش Folch و همکاران (۱۹۵۷) صورت پذیرفت. به‌منظور استری کردن چربی از روش Firestone و همکاران (۱۹۹۸) استفاده شد. برای بررسی و شناسایی اسیدهای چرب موجود در نمونه از دستگاه گاز کروماتوگراف (GC) Agilent-۶۸۹۰ مجهز به ستون کاپیلاری از نوع BPX ۷۰ SGE (۱۲۰m×۰/۲۵mm ID×۰/۲۵) و آشکارساز نوع (FID) flame ionization detector استفاده گردید. دمای آشکارساز و محل تزریق به‌ترتیب بر روی ۱۶۰ و ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. ۱میکرولیتر از نمونه استری با استفاده از سرنگ میکرولیتری به دستگاه گاز کروماتوگراف تزریق شد. دمای اولیه ستون روی ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. بعد از مدت ۱۰ دقیقه، دمای ستون با سرعت ۲ درجه سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد رسانده شد. به مدت ۷۵ دقیقه دما در این درجه باقی ماند. از مقایسه زمان بازداری کروماتوگرام‌های نمونه مجهول با کروماتوگرام‌های به‌دست آمده از محلول استاندارد اسیدهای چرب متیل استر، اسیدهای چرب موجود در تخم و لارو ماهی شیربت شناسایی شد و نتایج به‌صورت درصد گزارش گردید. پردازش داده‌های دستگاه با استفاده از نرم‌افزار Chemstation در محیط ویندوز انجام شد.

نتایج حاصل از تجزیه اسیدهای چرب توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی به‌کمک نرم‌افزار SPSS۱۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و توسط آزمون دانکن در سطح اعتماد ۹۵٪ مورد مقایسه قرار گرفت. داده‌ها به‌صورت میانگین±خطای استاندارد (Mean±SE) آورده شده است.

نتایج

تغییرات اسیدهای چرب لاروهای تغذیه شده: بررسی مجموع اسیدهای چرب اشباع (∑SFA) نشان می‌دهد که بالاترین مقدار به اسید چرب پالمیتیک (۱۶:۰) تعلق گرفت و کم‌ترین مقدار مربوط به اسید چرب اشباع بهنیک (۲۲:۰) بود. میزان مجموع اسیدهای چرب اشباع در لارو ۷ روز تغذیه شده افزایش معنی‌داری یافت و سپس کاهش منظم و معنی‌داری را تا پایان آزمایش داشت ($p<۰/۰۵$). مجموع اسیدهای چرب تک زنجیره غیراشباع (∑MUFA) روند افزایشی منظم و معنی‌داری را در طول مراحل پنج‌گانه آزمایش لاروهای تغذیه شده ماهی شیربت (*Barbus grypus*) طی می‌کنند. مقادیر مجموع اسیدهای چرب تک زنجیره غیراشباع در مرحله لارو ۷ روز تغذیه شده کاهش معنی‌داری یافت ($p<۰/۰۵$). اما از مرحله لارو ۷ روز تغذیه شده به بعد یک روند افزایشی معنی‌دار در مقادیر مجموع اسیدهای چرب تک‌زنجیره غیراشباع مشاهده گردید($p<۰/۰۵$)(جدول۲). در بین اسیدهای چرب تک‌زنجیره غیراشباع تترادسنوئیک (۱۴:۱n-۵)، پالمیتولئیک (۱۶:۱n-۷) و اولئیک (۱۸:۱n-۹) بیش‌ترین مقدار

به اسید اولئیک (۱۸:۱n-۹) و کم‌ترین مقدار به اسید تترادسنوئیک (۱۴:۱n-۵) اختصاص یافت. میزان مجموع اسیدهای چرب چند زنجیره غیراشباع (∑PUFA) روند کاهشی منظم و معنی‌داری در طول نمو لاروهای تغذیه شده ماهی شیربت (*Barbus grypus*) داشت (جدول ۱). میزان اسیدچرب دکوزاهگزانوئیک (۲۲:۶n-۳, DHA) روند کاهشی را در طول همه مراحل آزمایش لاروهای تغذیه شده دارد. میزان اسید چرب ایکوزاپنتانوئیک (۲۰:۵n-۳, EPA) از مرحله لارو ۷ روز تغذیه شده تا مرحله لارو ۲۸ روز تغذیه شده روند کاهشی پیوسته و معنی‌داری داشت (p<۰/۰۵).

تغییرات اسیدهای چرب لاروهای گرسنه: اسید چرب پالمیتیک (۱۶:۰) و استئاریک (۱۸:۰) روند افزایشی معنی‌داری را همراه با پیش‌روی گرسنگی داشتند و در مرحله آخر از گرسنگی لاروها (مرحله لارو ۶ روز گرسنه) به بالاترین میزان در طول ۴ مرحله آزمایش رسیدند. بررسی روند تغییرات اسیدچرب تک‌زنجیره غیراشباع اولئیک (۱۸:۱n-۹) نشان می‌دهد که این اسیدچرب دارای روند پیوسته کاهشی معنی‌داری در طول دوران گرسنگی لارو ماهی شیربت (*Barbus grypus*) می‌باشد (p<۰/۰۵). میزان اسیدچرب لینولئیک (۱۸:۲n-۶) روند کاهشی منظم و معنی‌داری را در طول تمام مراحل گرسنگی لارو ماهی شیربت (*Barbus grypus*) داشت (p<۰/۰۵). میزان اسیدچرب آراشیدونیک (۲۰:۴n-۶) روندی افزایشی را در طول مراحل گرسنگی ماهی شیربت (*Barbus grypus*) داشت. میزان اسید ایکوزاپنتانوئیک (۲۰:۵n-۳) در ابتدا روند افزایشی معنی‌داری را داشت (p<۰/۰۵)، سپس با ورود مرحله لارو ۴ روز گرسنه روندی کاهشی پیدا کرد، این روند تا پایان مراحل گرسنگی ادامه یافت. بررسی مقادیر اسیددکوزاهگزانوئیک (۲۲:۶n-۳) نشان‌دهنده روند کاهشی منظم و معنی‌داری این اسیدچرب در طول دوران گرسنگی ماهی شیربت (*Barbus grypus*) می‌باشد (جدول ۲). مقایسه مقادیر میانگین DHA توسط آزمون دانکن نشان داد که بین مراحل لارو ۴ روز گرسنه و لارو ۶ روزگرسنه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (p> ۰/۰۵) (جدول ۲).

جدول ۱:ترکیب اسیدهای چرب (درصد از کل اسیدهای چرب) در غذا و لاروهای تغذیه شده ماهی شیربت

مرحله لاروی	لارو دو سوم کیسه زرده جذب کرده	لارو ۷ روز تغذیه شده	لارو ۱۴ روز تغذیه شده	لارو ۲۱ روز تغذیه شده	لارو ۲۸ روز تغذیه شده	غذای خشک تجاری
اسید چرب						
C14:0	۱/۳۲ ± ۰/۰۱^{a}	۱/۰۲±۰/۰۰^{b}	۱/۵۴±۰/۰۰^{c}	۱/۵۵±۰/۰۰^{c}	۲/۳۷±۰/۰۱^{d}	۰/۵۰±۰/۰۱
C16:0	۱۸/۲۳ ±۰/۱۵^{a}	۲۲/۵۹±۰/۰۷^{b}	۲۱/۱۹±۰/۰۶^{c}	۲۰/۷۷±۰/۱۳^{d}	۱۹/۴۰±۰/۰۸^{e}	۱۹/۵۸±۰/۴۹
C18:0	۱۰/۱۸ ±۰/۰۸^{a}	۱۳/۰۲±۰/۰۴^{b}	۶/۷۹±۰/۰۲^{c}	۵/۷۶±۰/۰۳^{d}	۴/۴۹±۰/۰۱^{e}	۱۶/۵۲±۰/۲۲
C20:0	۰/۸۷ ±۰/۰۰^{a}	۰/۸۱±۰/۰۰^{b}	۰/۳۵±۰/۰۰^{c}	۰/۴۸±۰/۰۰^{d}	۰/۷۸±۰/۰۰^{e}	۱/۰۶±۰/۰۲
C22:0	۰/۶۲ ±۰/۰۰^{a}	۰/۵۰±۰/۰۰^{b}	۰/۴۲±۰/۰۰^{c}	۰/۲۵±۰/۰۰^{d}	۰/۱۵±۰/۰۰^{e}	۰/۱۹±۰/۰۱
∑SFA	۳۱/۲۵ ±۰/۲۵^{a}	۳۷/۹۶±۰/۱۳^{b}	۳۰/۲۹±۰/۰۸^{c}	۲۸/۸۲±۰/۱۸^{d}	۲۷/۱۹±۰/۲۰^{e}	۳۷/۸۷±۰/۳۹
C14:1n-5	۰/۰۳ ±۰/۰۰^{a}	۰/۰۴±۰/۰۰^{b}	۰/۰۷±۰/۰۰^{c}	۰/۰۳±۰/۰۰^{a}	۰/۰۱±۰/۰۰^{d}	۰/۴۱±۰/۰۳
C16:1n-7	۵/۱۰ ±۰/۰۴^{a}	۳/۸۵±۰/۰۱^{b}	۶/۳۴±۰/۰۱^{c}	۷/۱۰±۰/۰۴^{d}	۷/۲۹±۰/۰۲^{e}	۳/۰۷±۰/۲۴
C18:1n-9	۲۴/۱۳ ±۰/۲۰^{a}	۲۲/۱۵±۰/۰۷^{b}	۳۷/۵۲±۰/۱۲^{c}	۴۰/۱۴±۰/۲۶^{d}	۴۱/۴۵±۰/۰۵^{e}	۳۵/۴۶±۰/۲۱
∑MUFA	۲۹/۲۷ ±۰/۲۴^{a}	۲۶/۰۶±۰/۰۹^{b}	۴۳/۹۴±۰/۱۳^{c}	۴۷/۲۷±۰/۳۱^{d}	۴۸/۷۵±۰/۰۳^{e}	۳۸/۹۴±۰/۲۲
C18:2n-6	۴/۸۸ ±۰/۰۳^{a}	۴/۶۷±۰/۰۱^{b}	۷/۴۰±۰/۰۲^{c}	۸/۶۴±۰/۰۵^{d}	۹/۲۵±۰/۰۵^{e}	۷/۷۴±۰/۱۴
C18:3n-6	۵/۳۸ ±۰/۰۴^{a}	۱/۳۰±۰/۰۰^{b}	۱/۱۸±۰/۰۰^{c}	۱/۰۵±۰/۰۰^{d}	۰/۹۷±۰/۰۳^{e}	۰/۱۷±۰/۰۱
C20:3n-6	۰/۴۹ ±۰/۰۰^{a}	۰/۶۴±۰/۰۰^{b}	۰/۸۲±۰/۰۰^{c}	۰/۵۲±۰/۰۰^{d}	۰/۲۵±۰/۰۰^{e}	۰/۳۵±۰/۴۳
C20:4n-6	۰/۳۵ ±۰/۰۰^{a}	۱/۰۰±۰/۰۰^{b}	۱/۳۶±۰/۰۰^{c}	۱/۱۳±۰/۰۰^{d}	۰/۸۶±۰/۰۱^{e}	۰/۲۸±۰/۲۲
C22:5n-6	۰/۸۵ ±۰/۰۰^{a}	۰/۲۶±۰/۰۰^{b}	۰/۱۹±۰/۰۰^{c}	۰/۱۱±۰/۰۰^{d}	۰/۲۶±۰/۰۰^{b}	Nd
C18:3n-3	۰/۷۱ ±۰/۰۰^{a}	۰/۳۵±۰/۰۰^{b}	۱/۵۷±۰/۰۰^{c}	۰/۷۳±۰/۰۰^{a}	۰/۳۲±۰/۰۱^{d}	۰/۴۲±۰/۴۷
C18:4n-3	۱/۸۳ ±۰/۰۱^{a}	۶/۸۷±۰/۰۲^{b}	۲/۵۲±۰/۰۰^{c}	۲/۷۵±۰/۰۱^{d}	۲/۶۱±۰/۰۰^{e}	۰/۳۲±۰/۰۱
C20:3n-3	۰/۶۷ ±۰/۰۰^{a}	۰/۷۳±۰/۰۰^{b}	۱/۴۶±۰/۰۰^{c}	۰/۶۹±۰/۰۰^{a}	۰/۳۷±۰/۰۱^{d}	Nd
C20:5n-3	۱۱/۱۱ ±۰/۰۸^{a}	۱۵/۳۳±۰/۰۵^{b}	۵/۵۴±۰/۰۱^{c}	۴/۳۲±۰/۰۱^{d}	۱/۶۲±۰/۰۱^{e}	۰/۵۰±۰/۰۳
C22:5n-3	۱/۵۲ ±۰/۰۱^{a}	۰/۶۲±۰/۰۰^{b}	۰/۲۶±۰/۰۰^{c}	۰/۳۳±۰/۰۰^{d}	۰/۲۹±۰/۰۰^{e}	۰/۷۷±۰/۰۲
C22:6n-3	۸/۴۱ ±۰/۰۶^{a}	۱/۸۶±۰/۰۰^{b}	۱/۵۲±۰/۰۰^{c}	۱/۳۳±۰/۰۰^{d}	۰/۷۷±۰/۰۱^{e}	۱/۱۸±۰/۳۶
∑n-6	۱۱/۹۷ ±۰/۰۹^{a}	۷/۹۹±۰/۰۲^{b}	۱۰/۹۵±۰/۰۴^{a}	۱۱/۴۶±۰/۰۷^{c}	۱۱/۵۹±۰/۱۰^{a}	۸/۵۶±۰/۰۷
∑n-3	۲۴/۲۸ ±۰/۱۹^{a}	۲۵/۸۰±۰/۰۸^{b}	۱۲/۸۷±۰/۰۳^{c}	۱۰/۱۵±۰/۰۵^{d}	۵/۹۸±۰/۰۶^{e}	۳/۲۲±۰/۴۲
∑PUFA	۳۶/۲۵ ±۰/۲۹^{a}	۳۳/۷۹±۰/۱۱^{b}	۲۳/۸۲±۰/۰۷^{c}	۲۱/۶۱±۰/۱۲^{d}	۱۷/۵۷±۰/۱۷^{e}	۱۱/۷۸±۰/۴۰
(n-3/n-6)	۲/۰۲ ±۰/۰۰^{a}	۳/۳۴±۰/۰۰^{b}	۱/۱۷±۰/۰۰^{c}	۰/۸۸±۰/۰۰^{d}	۰/۵۱±۰/۰۰^{e}	۰/۳۷±۰/۵۰
DHA/EPA	۰/۷۵ ±۰/۰۰^{a}	۰/۱۲±۰/۰۰^{b}	۰/۲۷±۰/۰۰^{c}	۰/۳۰±۰/۰۰^{d}	۰/۴۷±۰/۰۰^{e}	۲/۳۵±۰/۷۵

- اعداد به‌صورت میانگین سه تکرار± خطای استاندارد(M±SE) آورده شده‌اند.
- اعداد دارای حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری ندارند.
- Nd: اسید چرب تشخیص داده نشده است.

جدول۲ : ترکیب اسیدهای چرب (درصد از کل اسیدهای چرب) در لاروهای گرسنه ماهی شیربت (*Barbus grypus*)

اسید چرب	لارو دو سوم کیسه جذب کرده	لارو ۲ روز گرسنه	لارو ۴ روز گرسنه	لارو ۶ روز گرسنه
C14:0	۱/۳۲ ± ۰/۰۱^{a}	۱/۰۰±۰/۰۰^{b}	۱/۱۴±۰/۰۰^{c}	۱/۱۴±۰/۰۰^{c}
C16:0	۱۸/۲۳ ±۰/۱۵^{a}	۲۰/۴۴±۰/۰۹^{b}	۲۰/۸۱±۰/۰۹^{c}	۲۲/۱۶±۰/۰۶^{d}
C18:0	۱۰/۱۸ ±۰/۰۸^{a}	۱۲/۳۴±۰/۰۵^{b}	۱۳/۴۷±۰/۰۶^{c}	۱۴/۲۵±۰/۰۴^{d}
C20:0	۰/۸۷ ±۰/۰۰^{a}	۰/۴۴±۰/۰۰^{b}	۰/۴۴±۰/۰۰^{b}	۰/۶۷±۰/۰۰^{c}
C22:0	۰/۶۲ ±۰/۰۰^{a}	۲/۰۴±۰/۰۱^{b}	۱/۳۱±۰/۰۰^{c}	۱/۹۰±۰/۰۰^{d}
∑SFA	۳۱/۲۵ ±۰/۲۵^{a}	۳۶/۲۸±۰/۱۷^{b}	۳۷/۲۰±۰/۱۶^{c}	۴۰/۱۵±۰/۱۲^{d}
C14:1n-5	۰/۰۳ ±۰/۰۰^{a}	۰/۰۵±۰/۰۰^{b}	۰/۱۲±۰/۰۰^{c}	۰/۰۳±۰/۰۰^{a}
C16:1n-7	۵/۱۰ ±۰/۰۴^{a}	۴/۰۹±۰/۰۱^{b}	۳/۵۹±۰/۰۱^{c}	۲/۵۴±۰/۰۰^{d}
C18:1n-9	۲۴/۱۳ ±۰/۲۰^{a}	۲۲/۴۲±۰/۱۰^{b}	۱۸/۶۹±۰/۰۸^{c}	۱۷/۶۹±۰/۰۵^{d}
∑MUFA	۲۹/۲۷ ±۰/۲۴^{a}	۲۶/۵۷±۰/۱۲^{b}	۲۲/۴۱±۰/۱۰^{c}	۲۰/۲۸±۰/۰۶^{d}
C18:2n-6	۴/۸۸ ±۰/۰۳^{a}	۳/۹۹±۰/۰۱^{b}	۲/۶۵±۰/۰۱^{c}	۱/۶۷±۰/۰۰^{d}
C18:3n-6	۵/۳۸ ±۰/۰۴^{a}	۰/۶۲±۰/۰۰^{b}	۰/۳۳±۰/۰۰^{c}	۰/۸۲±۰/۰۰^{d}
C20:3n-6	۰/۴۹ ±۰/۰۰^{a}	۰/۲۰±۰/۰۰^{b}	۰/۱۷±۰/۰۰^{c}	۰/۴۸±۰/۰۰^{a}
C20:4n-6	۰/۳۵ ±۰/۰۰^{a}	۰/۶۳±۰/۰۰^{b}	۰/۶۵±۰/۰۱^{c}	۰/۶۶±۰/۰۰^{d}
C22:5n-6	۰/۸۵ ±۰/۰۰^{a}	۰/۲۳±۰/۰۰^{b}	۰/۳۸±۰/۰۰^{c}	۰/۳۶±۰/۰۰^{d}
C18:3n-3	۰/۷۱ ±۰/۰۰^{a}	۰/۱۸±۰/۰۰^{b}	۰/۳۰±۰/۰۰^{c}	۰/۵۸±۰/۰۰^{d}
C18:4n-3	۱/۸۳ ±۰/۰۱^{a}	۷/۳۶±۰/۰۳^{b}	۸/۵۳±۰/۰۲^{c}	۹/۳۸±۰/۰۲^{d}
C20:3n-3	۰/۶۷ ±۰/۰۰^{a}	۰/۶۸±۰/۰۰^{b}	۰/۳۷±۰/۰۰^{c}	۰/۸۷±۰/۰۰^{d}
C20:5n-3	۱۱/۱۱ ±۰/۰۸^{a}	۱۹/۶۴±۰/۰۹^{b}	۱۹/۶۱±۰/۰۸^{b}	۱۸/۰۱±۰/۰۵^{c}
C22:5n-3	۱/۵۲ ±۰/۰۱^{a}	۰/۴۱±۰/۰۰^{b}	۰/۶۴±۰/۰۰^{c}	۰/۷۴±۰/۰۰^{d}
C22:6n-3	۸/۴۱ ±۰/۰۶^{a}	۱/۵۸±۰/۰۰^{b}	۱/۴۵±۰/۰۰^{c}	۱/۳۶±۰/۰۰^{d}
∑n-3	۲۴/۲۸ ±۰/۱۹^{a}	۲۹/۸۸±۰/۱۴^{b}	۳۰/۰۹±۰/۱۳^{c}	۳۰/۹۶±۰/۰۹^{c}
∑n-6	۱۱/۹۷ ±۰/۰۹^{a}	۵/۶۹±۰/۰۲^{b}	۴/۱۸±۰/۰۳^{c}	۴/۰۱±۰/۰۱^{c}
∑PUFA	۳۶/۲۵ ±۰/۲۹^{a}	۳۵/۵۸±۰/۱۶^{b}	۳۵/۰۸±۰/۱۶^{b}	۳۴/۹۸±۰/۱۰^{b}
(n-3/n-6)	۲/۰۲ ±۰/۰۰^{a}	۵/۲۴±۰/۰۱^{b}	۷/۳۹±۰/۰۰^{c}	۷/۷۰±۰/۰۰^{d}
DHA/EPA	۰/۷۵ ±۰/۰۰^{a}	۰/۰۸±۰/۰۰^{b}	۰/۰۷±۰/۰۰^{b}	۰/۰۷±۰/۰۰^{b}

- اعداد به‌صورت میانگین سه تکرار± خطای استاندارد(M±SE) آورده شده‌اند.
- اعداد دارای حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری ندارند.

بحث

در لاروهای تغذیه شده، اسید پالمیتیک (۱۶:۰) بیش‌ترین میزان و اسید بهنیک(۲۲:۰) کم‌ترین مقدار را در بین اسیدهای چرب اشباع به‌خود اختصاص می‌دهند(جدول ۱). Gunasekera و همکاران (۲۰۰۳) نیز در بررسی تغییرات اسیدهای چرب در لارو گرسنه و تغذیه شده ماهی کاد (*Maccullochella macquarensis*) برای هر دو اسید چرب ۱۶:۰ و ۲۲:۰ از لحاظ کمی نتایج مشابهی را گزارش کردند. غالب بودن اسید چرب اشباع پالمیتیک (۱۶:۰) در لارو ماهیانی هم‌چون ماهی کپور دریای خزر (*Cyprinus carpio*)، ماهی سوف معمولی (*Sander lucio perca*)، ماهی کاد (*Maccullochella macquarensis*)، ماهی سوف‌حاجی‌طرخان (*Perca fluviatilis*)، ماهی‌سفید دریای خزر (*Rutilusfrisii kutum*) و ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*) گزارش شده است (Farhhoudi و همکاران، ۲۰۱۱؛ حسینی، ۱۳۹۰؛ کردانی، ۱۳۸۹؛ Abi-Ayad و همکاران، ۲۰۰۴؛ Gunasekera و همکاران، ۲۰۰۲؛Abi-Ayad و همکاران، ۲۰۰۰). مقادیر مجموع اسیدهای چرب اشباع (∑SFA) از مرحله لارو دو سوم کیسه زرده جذب کرده به لارو ۷ روز تغذیه شده افزایش معنی داری یافت (p<۰/۰۵). با ورود به مرحله لارو ۱۴ روز تغذیه شده روند کاهشی مجموع اسیدهای چرب آغاز گردید و تا مرحله لارو ۲۸ روز تغذیه شده ادامه یافت. کاهش میزان اسیدهای چرب اشباع در مراحل پیشرفته لاروهای تغذیه شده می‌تواند به دلیل مصرف این اسیدهای چرب به‌عنوان منبع تأمین انرژی باشد (Farhhoudi و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج مربوط به تغییرات مجموع اسیدهای چرب اشباع در مراحل اولیه تغذیه لاروهای ماهی شیربت (*Barbus grypus*) نشان داد که این اسیدهای چرب در ابتدای تغذیه لاروها جهت مصارف انرژی‌زایی استفاده نشده‌اند و به‌نظر می‌رسد که احتیاجات انرژی در مراحل اولیه تغذیه لاروها از طریق غذا تامین می‌شود. اما کاهش میزان اسیدهای چرب در مراحل بعدی لاروهای تغذیه شده (مراحل لارو ۱۴ تا ۲۸ روز تغذیه شده) می‌تواند به دلیل مصرف اسیدهای چرب اشباع برای مقاصد انرژی‌زایی باشد. کاهش عمومی مجموع اسیدهای چرب تک‌زنجیره غیراشباع (∑MUFA) از مرحله لارو دو سوم کیسه زرده جذب کرده تا مرحله لارو ۷ روز تغذیه شده، منعکس کننده مصرف این اسیدهای چرب برای مقاصد انرژی‌زایی در مراحل اولیه نمو لاروهای تازه به تغذیه افتاده ماهی شیربت (*Barbus grypus*)

می‌باشد. در ماهیان آب شیرین و ماهیان دریایی، اسیدهای چرب تک‌زنجیره غیراشباع منبع انرژی مناسبی برای اندام‌زایی، دگردیسی (متامورفیسم)، تنفس و شناگری می‌باشند (Abi-Ayad و همکاران، ۲۰۰۴).

مجموع اسیدهای چرب اشباع(∑SFA)در طول مراحل گرسنگی روندی افزایشی دارند. نتایج مشابهی در ماهی سوف حاجی‌طرخان (*Perca fluviatilis*) مشاهده شده است (Abi-Ayad و همکاران، ۲۰۰۰). درحالی‌که در ماهی کاد (*Maccullochella macquarensis*)، ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*)، ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*) و ماهی سفید دریای خزر (*Rutilusfrisii kutum*) نتایج مغایری مشاهده گردیده است (حسینی، ۱۳۹۰؛ کردانی، ۱۳۸۹؛ Abi-Ayad و همکاران، ۲۰۰۴؛ Gunasekera و همکاران، ۲۰۰۲). افزایش میزان مجموع اسیدهای چرب اشباع در لاروهای گرسنه ماهیان در اثر سنتز مجدد این اسیدهای چرب از استیل‌کوانزیم A و تبدیل زیستی (Bioconversion) آن‌ها می‌باشد (Abi-Ayad و همکاران، ۲۰۰۰؛ Henderson و Sargent، ۱۹۸۵). بنابراین می‌توان عنوان کرد افزایش اسیدهای چرب اشباع در طول مراحل گرسنگی لاروهای ماهی شیربت (*Barbus grypus*) به‌دلیل فرآیندهای سنتز و تبدیل زیستی بوده است. Dabrowski و همکاران (۱۹۹۱) نشان دادند که اسیدهای چرب ۱۶:۰ و ۱۸:۰ در طول مراحل رشدی لارو ماهی سوف زرد (*P. flavavscen*) تغییر نمی‌یابد. ساخت مجدد و تبدیل زیستی می‌تواند منبع اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع تک‌زنجیره در زمان کمبود غذا باشند.

به‌طورکلی مجموع اسیدهای چرب تک‌زنجیره غیراشباع (∑MUFA) در طول مراحل گرسنگی لارو ماهی شیربت (*Barbus grypus*) روند کاهشی معنی‌داری داشتند ($p<0/05$)، که این وضعیت به‌دلیل کاهش قابل توجه در مقدار اسیدهای چرب تک غیراشباع پالمیتولئیک (۱۶:۱n-۷) و اسید اولئیک (۱۸:۱n-۹) در طول دوران گرسنگی است. کاهش مجموع اسیدهای چرب تک‌زنجیره غیراشباع (∑MUFA) در تحقیقات انجام شده بر روی ماهی سوف‌حاجی‌طرخان (*Perca fluviatilis*)، ماهی کاد (*Maccullochella macquarensis*) و ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*) نیز گزارش شده است (Abi-Ayad و همکاران، ۲۰۰۴؛ Gunasekera و همکاران، ۲۰۰۲؛ Abi-Ayad و همکاران، ۲۰۰۰). در لاروهای گرسنه نگه‌داری شده مصرف اسیدهای چرب تک‌زنجیره غیراشباع به‌ویژه ۱۶:۱، ۱۸:۱ و ۲۰:۱ به‌دلیل اهمیت این اسیدهای چرب در اشکال فرعی انرژی‌زایی می‌باشد (Abi-Ayad و همکاران، ۲۰۰۰). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کاهش در مجموع اسیدهای چرب تک‌زنجیره غیراشباع (∑MUFA) در طول مراحل گرسنگی ماهی شیربت (*Barbus grypus*) احتمالاً به‌دلیل مصرف آن‌ها در دوران بی غذایی و بحرانی برای مقاصد انرژی‌زایی باشد. در لارو ماهی شیربت تغذیه شده تجمع در اسیدهای چرب ۱۸:۳n-۳ (تا روز ۲۱ تغذیه) و ۱۸:۲n-۶ به‌دست آمد. این تجمع در اسیدهای چرب غیراشباع امگا ۶ هم مشاهده گردید. غنی‌سازی اسیدلینوانیک و اسید لینوائیک در ماهیان آب‌شیرین در مقاسیه با ماهیان دریایی قبلاً اشاره شده است (Yamada، ۱۹۷۲؛ Ackman، ۱۹۶۷). این پدیده با دسترسی نسبی اسیدهای چرب غیراشباع امگا ۳ و امگا ۶ در زنجیره غذایی آب‌شیرین و شور ارتباط پیدا نموده است (Zengin و Akpinar، ۲۰۰۶) در لارو ماهی شیربت تغذیه شده اسیدچرب ۱۸:۲n-۶ به‌میزان بالایی در لاشه ماهی ابقا شده است که نقش این اسید چرب را در احتیاجات تغذیه‌ای برای تامین اسیدهای چرب ۱۸، ۲۰ و ۲۲ کربنه از طریق طویل‌سازی و اشباع‌زدایی بیان می‌کند.

بررسی مقادیر اسید چرب آراشیدونیک (۲۰:۴n-۶) بیانگر آن است که میزان این اسیدچرب از لارو دو سوم کیسه زرده جذب کرده به مرحله لارو ۶ روز گرسنه افزایش معنی‌داری یافت ($p<0/05$). این نتایج مشابه با نتایج به‌دست آمده در ماهی کاد (*Maccullochella macquarensis*) و ماهی سفید دریای خزر (*Rutilusfrisii kutum*) می‌باشد (حسینی، ۱۳۹۰؛ Gunasekera و همکاران، ۲۰۰۲). ولی با نتایج به‌دست آمده بر روی ماهی سوف‌معمولی (*Sander lucioperca*)، ماهی سوف‌حاجی طرخان (*Perca fluviatilis*) و ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*) مغایرت دارد (کردانی، ۱۳۸۹؛ Abi-Ayad و همکاران، ۲۰۰۴؛ Abi-Ayad و همکاران، ۲۰۰۰). افزایش و ابقای اسیدآراشیدونیک در مراحل گرسنگی لارو ماهی شیربت (*Barbus grypus*) می‌تواند به‌دلیل اهمیت آن در روند تولید ایکوزانوئیدها باشد. اسید آراشیدونیک(۲۰:۴n-۶,ARA) به‌عنوان پیش‌ساز ایکوزانوئیدها در بدن لارو ماهیان نقش دارد (Van Der Kraakو Biddiscombe، ۱۹۹۹؛ Bell و همکاران، ۱۹۹۵).

میزان EPA از لارو دو سوم کیسه زرده جذب کرده به لارو ۲ روز گرسنه افزایش معنی‌داری داشت ($p<0/05$). بعد از آن روند کاهشی را تا پایان آزمایش (مرحله لارو ۶ روز گرسنه) طی کرد. روند کاهشی مشاهده شده در مقادیر EPA در طول گرسنگی در ماهی سوف حاجی طرخان (*Perca fluviatilis*) و ماهی کاد (*Maccullochella macquarensis*) مشابه است (Abi-Ayad و همکاران، ۲۰۰۰؛ Firestone، ۱۹۸۹) ولی مغایر یافته‌های

به‌دست آمده برای ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*)، ماهی سفید دریای خزر(*Rutilusfrisii kutum*) و ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*) است (حسینی، ۱۳۹۰؛ کردانی، ۱۳۸۹؛ Abi-Ayad و همکاران، ۲۰۰۴).

در لاروهای تغذیه شده شیربت در طول هفته اول مصرف بالای اسیدهای چرب امگا ۳ و DHA مشاهده شد. نتایج مشابه در ماهی قزل‌آلا مشاهده شده است. مصرف بالای اسیدهای چرب امگا ۳ و به‌خصوص DHA در طول این دوره ممکن است به‌دلیل انتقال دوره لاروی از تغذیه داخلی به تغذیه خارجی باشد (Guyot و همکاران، ۱۹۹۳).

میزان DHA در طول گرسنگی کاهش معنی‌داری یافت ($p<۰/۰۵$). این روند تغییرات کاهشی DHA با نتایج به‌دست آمده برای ماهی سوف‌حاجی طرخان (*Perca fluviatilis*)، ماهی کاد (*macquarensis Maccullochella*)، ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*)، ماهی سفید دریای خزر (*Rutilusfrisii kutum*) و ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*) مشابه است (حسینی، ۱۳۹۰؛ Abi-Ayad و همکاران، ۲۰۰۴؛ Gunasekera و همکاران، ۲۰۰۲؛ Abi-Ayad و همکاران، ۲۰۰۰). عموماً EPA و DHA برای عملکردهای فیزیولوژیک مصرف می‌شوند (Coad، ۲۰۰۲). این اسیدهای چرب (DHA و EPA) در ترکیب بافت‌های خاصی نظیر بافت مغز و شبکیه قرار می‌گیرند (Gunasekera و همکاران، ۲۰۰۲). اسیدهای چرب DHA و EPA در دوران گرسنگی لارو برخی ماهیان نقش انرژی‌زایی دارند (Gunasekera و همکاران، ۲۰۰۲). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در لاروهای گرسنه ماهی شیربت (*Barbus grypus*)، DHA و EPA برای مصارف انرژی‌زایی و نیز ساختاری استفاده شده‌اند.

میزان مجموع اسیدهای چرب چندزنجیره غیراشباع (∑PUFA) از لارو دو سوم کیسه زرده جذب کرده به لارو ۶ روز گرسنه کاهش معنی‌داری یافت ($p<۰/۰۵$). روند کاهشی مجموع اسیدهای چرب چندزنجیره غیراشباع (∑PUFA) در طول مراحل گرسنگی لارو ماهیانی از جمله ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*)، ماهی سوف‌حاجی‌طرخان (*Perca fluviatilis*)، ماهی کاد (*Maccullochella macquarensis*)، ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*) و ماهی سفید (*Rutilusfrisii kutum*) نیز مشاهده شده است (حسینی، ۱۳۹۰؛ کردانی، ۱۳۸۹؛ Abi-Ayad و همکاران، ۲۰۰۴؛ Gunasekera و همکاران، ۲۰۰۲؛ Abi-Ayad و همکاران، ۲۰۰۰).

نتایج مطالعه حاضر بر این مطلب دلالت دارد که در طی نمو ماهی شیربت در لاروهای تغذیه شده، اسیدهای چرب اشباع و DHA به‌عنوان منبع انرژی مصرف می‌شوند. در دوران لاروی با وجود DHA در غذا، مقدار این اسیدچرب از لارو دو سوم کیسه زرده جذب کرده تا لارو ۲۸ روز تغذیه شده کاهش معنی‌داری یافت. هم‌چنین EPA با توجه به کمبود آن در غذا، روند افزایشی در لارو ۷ روز تغذیه شده داشته است ولی در مراحل بعدی تغذیه کاهش معنی‌داری یافته است. به‌نظر می‌رسد که این دو اسیدچرب (EPA و DHA) جزء اسیدهای چرب اصلی در ماهی شیربت باشد.

افزایش و ابقاء اسیدآراشیدونیک (AA) در دوران گرسنگی و دو هفته نخست تغذیه لاروهای ماهی شیربت، حاکی از نقش مهم آن به‌عنوان یک اسیدچرب ضروری در ماهی شیربت است. اسیدچرب آراشیدونیک در ماهیان نقش مهمی را در نگه‌داری و عملکرد غشاء سلولی دارد (Sargent، ۱۹۹۵).

تشکر و قدردانی

از جناب آقای مهندس علی سواری مسئول محترم کارگاه توسعه ماهیان بومی سوسنگرد و کارشناسان این کارگاه آقایان مهندس سید علی مغینمی، مهندس مالک سیلاوی و مهندس حسن مزرعه و سایر پرسنل محترم این کارگاه به‌خاطر همکاری‌هایی که در اجرای این طرح داشتند تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. **احمدی، س.، ۱۳۸۷.** بررسی مراحل جنینی و لاروی ماهی بنی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات استان خوزستان. صفحات ۱ تا ۳.

۲. **جوادیان، ر.، ۱۳۸۷.** تغییرات ترکیب اسیدچرب در طول نمو اولیه تاس‌ماهی ایرانی. طرح پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر. ۴۳صفحه

۳. **حسین‌نژاد، ف.، ۱۳۷۸.** تغییرات کمی اسیدهای چرب در مراحل نمو اولیه ماهی آزاد دریای خزر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات. دانشگاه آزاد اسلامی واحدتهران شمال. ۷۶ صفحه.

۴. **حسینی، ف.، ۱۳۹۰.** بررسی تغییرات اسیدهای چرب در طی مراحل اولیه تکامل ماهی سفید دریای خزر. کارشناسی‌ارشد شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری. ۷۵ صفحه.

۵. **کردانی، ا.، ۱۳۸۹.** بررسی تغییرات کمی اسیدهای چرب در مراحل نمو جنینی و لاروی ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات استان خوزستان. ۱۰۳ صفحه.

۶. **کاهکش، ب.؛ یاوری، و.؛ اسکندری، غ. و محمدی، غ.، ۱۳۸۹.** اثر وزن و طول مولدین ماهی شیربت (*Barbus grypus*) روی تولیدمثل و رشد بچه‌ماهی تا مرحله انگشت‌قد. مجله علمی شیلات. سال ۱۹، شماره ۲، صفحات ۱ تا ۸.

7. **Abi-Ayad, S.M.E.A.; Melard, C. and Kestemont, P., 1997.** Effects of n-3 fatty acid in Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) brood stock diet on egg fatty acid composition and larve stress resistance. Aquac. Vol. 5, pp: 131-133.

8. **Abi-Ayad, S.M.E.A.; Melard, C. and Kestemont, P., 2000.** Dynamics of total lipids and fatty acid during embryogenesis and larval development of Eurasiam perch (*Perca fluviatitis*). Fish physiology and Biochemistry. Vol. 23, pp: 233-243.

9. **Abi-Ayad, S.M.E.A.; Boutiba, Z. and Melard, C., 2004.** Dynamics of total body Fatty acids during early ontogeny of pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae. Fish physiology and Biochemistry. Vol. 30, pp: 129-136.

10. **Ackman, R.G., 1967.** Characteristics of the fatty acid composition and biochemistry of some freshwater fish oils and lipids in comparison with marine oils and lipids. Comp. Biochem. Physiol. Vol. 22, pp: 907-922.

11. **Bell, J.G.; Castell, J.D.; Tocher, R.G.; MacDonald, F.M. and Sargent, J.R., 1995.** Effects of different dietary arachidonic acid: docosahexaenoic acid ratios on phospholipids fatty acid compositons and prostaglandin production in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). Fish physiol. Biochem. Vol. 14, pp: 139-149.

12. **Coad, B.W., 2002.** The Fresh water Fishes of Iran. The Academy of Science of the Czech Republic. Bran. pp: 5-19.

13. **Dabrowski, K.; Culver, D.A.; Brooks, C.L. and Voss, A.C., 1991.** Biochemical aspects of the early life history of yellow perch (*Perca flavescens*). In: Fish Nutrition in Practice. pp: 531-539. Edited by S.J. Kaushik and P. Luquet. pp: 24-27, Biarritz (In France).

14. **Di Costanzo, G.; Florentz, A. and Leray, C., 1983.** The brush border membrane of trout intensive: influence of its lipid composition on ion permeability, enzyme activity and membrane fluidity. Mol. Physiol. Vol. 4, pp: 279-290.

15. **Farhhoudi, A.; Abedin-Kenari, A.M.; Nazari, R.M. and Makhdoomi, C.H., 2011.** Study composition, lipid and fatty acid profile during larval development in Caspian Sea carp (*Ciprinus carpio*). J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 6, No. 4, pp: 417-428.

16. **Firestone, D., 1989.** Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society (4th Ed.). Champaign: American Oil Chemist Society Press. 458 p.

17. **Folch, H.; Less, M. and Standley, H.A., 1957.** A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues journal of biological chemistry. Vol. 266, pp: 497-499.

18. **Gunasekera, R.M.; De silva, S.S. and Ingram, B.A., 2002.** Chemical changes in fed and starved larval trout cod, *Maccullochella macquarensis* during early development.fish physiol. Biochem. Vol. 25, pp: 255-268.

19. **Guyot, E.; Connes, R. and Diaz, J.P., 1993.** Résorption des reserves vitellines et passage de l'endotrophie à l'exotrophie chez la larve de daurade (*Sparus aurata*) nourrie et à jeun. In: Production, Environment and Quality. pp: 213-226. Edited by G. Barnabe and P. Kestemont. Bordeaux Aquaculture. Vol. 92.

20. **Henderson, R.J. and Sargent, J.R., 1985.** Fatty acid metabolism in fish.In: nutrition and feeding in fish.Blackwell Sciences Ltd. Oxford. pp: 349-364.

21. **Ishizaki, Y.; Masuda, R.; Uematsu, K.; Shimizu, K.; Arimoto, M. and Takeuchi, T., 2001.** The effect of docosahexaenoic acid on schooling behaviour and brain development in larval yellowtail. J. Fish Biol. Vol. 58, pp: 1691-1703.

22. **Mourente, G. and Tocher, D.R., 1992.** Effects of weaning onto a pelleted diet on docosahexaenoic acid (22:6n-3) levels in brain of developing turbot (*Scophthalmus maximus*). Aquaculture. Vol. 105, pp: 363-377.

23. **Mourente, G. and Vasquez, R., 1996**: Changes in the content of total, lipid classes and their fatty acids of developing eggs and unfed larvae of the Senegal sole (*Solea senegalensis*). Fish Physiol. Biochem. Vol. 15, pp: 221-235.

24. **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. Vol. 5, pp: 11-23.

25. **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. pp: 353-372.

26. **Sargent, J.; McEvoy, L.; Estevez, A.; Bell, G.; Bell, M.; Henderson, J. and Tocher, D., 1999**: Lipid nutrition of marine fish during early development: current status and future directions. Aquaculture. Vol. 179, pp: 217-229.

27. **Springate, J.R.C. and Bromage, N.R., 1984.** Broodstock management. Fish farmer. Vol. 7, pp: 30-31.

28. **Van Der Kraak, G. and Biddiscombe, S., 1999.** Polyunsaturated fatty acids modulate the properties of the sex steroid binding protein in goldfish. Fish Physiol. Biochem. Vol. 20, pp: 69-74.

29. **Watanabe, T., 1993.** Importance of docosahexanoic acid in Marin Larval fish. J. World Aquacult. Soc. Vol. 24, pp: 152-161.

30. **Wiegand, M.D., 1996.** Utilization of yolk fatty acids by goldfish (*Carassius auratus*) embryos and larvae. Fish Physiol. Biochem. Vol. 15, pp: 21-27.

31. **Yamada, M., 1972.** New observations on the lipids of aquatic origin.Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ. Vol. 19, pp: 35-36.

32. **Zengin, H. and Akpinar, M.A., 2006.** Fatty acids composition of *Oncorhnchus mykiss* during emberyogenesis and other developmental Biologia. Bratislava. Vol. 61, No. 3, pp: 305-311.