

## "مقاله پژوهشی"

## تغییرات اسیدهای چرب در مرحله جنینی و لاروی ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*)

مریم نیکنام<sup>۱</sup>، مازیار یحیوی\*<sup>۱</sup>، جاسم غفله مرمنی<sup>۲</sup>، علیرضا سالارزاده<sup>۱</sup>، حبیب وهازاده<sup>۳</sup>

۱. گروه شیلات، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران

۲. پژوهشکده آبی پروری جنوب کشور- استان خوزستان،

مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

۳. گروه شیلات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۱۲

### چکیده

با توسعه آبی پروری در بخش ماهیان دریایی، شناسایی ترکیب مواد مغذی مورد نیاز لارو در مراحل آغازین زندگی، بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. علی‌رغم اهمیت آشکار تغذیه در رشد لارو ماهی صبیتی، که از گونه‌های اقتصادی در آبی پروری جنوب کشور است، به دلیل ریز و حساس بودن به دستکاری لارو ماهیان دریایی، اطلاعات کمی در مورد احتیاجات غذایی در دست می‌باشد. ترکیبات جنین و کیسه زرده تحت تاثیر تغذیه مولدین می‌باشد و با توجه به نقش حیاتی اسیدهای چرب در نفوذپذیری غشا در مرحله لاروی، می‌توان با مدیریت صحیح ترکیبات اسیدهای چرب مورد نیاز در شروع تغذیه آغازین (غذای خشک و یا غنی سازی غذای زنده)، درصد بقای لاروها را افزایش داد. در این تحقیق نمونه‌ها در سه مرحله گاسترولا، در زمان جذب کیسه زرده و سه روز پس از جذب کامل کیسه زرده (آغاز تغذیه فعال) برداشت گردید. سپس داخل ازت مایع و فریزر ۸۰- درجه تا زمان انجام کار آزمایشگاهی با استفاده از کروماتوگرافی گازی GC، نگهداری شد. فراوان ترین اسیدهای چرب، اولئیک و پالمیتیک بود و در مراحل مختلف اسیدهای چرب اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده گردید ( $P < 0.05$ ). با توجه به نتایج در SFA و PUFA تا مرحله لاروی روند افزایشی و در MUFA و اولئیک روند کاهشی بود. کاهش برخی اسیدهای چرب به دلیل مصرف انرژی و افزایش بیشتر برای نقش ذخیره سازی مخصوصا در بافت غشایی است. بنابراین مقدار و نسبت اسیدهای چرب در مراحل اولیه زندگی ماهی صبیتی، حداقل نیاز لاروی در جیره آغازین را تعیین می‌کند.

**کلمات کلیدی:** ماهی صبیتی، مرحله جنینی، مرحله لاروی، اسیدهای چرب

\* عهده دار مکاتبات: maziar\_yahyavi@yahoo.com

## مقدمه

ماهی صیبتی (*Sparidentex hasta*) یکی از ماهیان دریایی وابسته به کف و متعلق به خانواده شانک ماهیان (*Sparidae*) است که در آب‌های ساحلی کم‌عمق یا اعماق متوسط در مناطق گرمسیری آب‌های دریایی و لب‌شور در بخش‌های غربی اقیانوس هند (خلیج فارس و سواحل هند) پراکنش دارد (Bauchot, and Smith, 1984). آمار صید این ماهی در حال افزایش است. تولید آبی‌پروری صیبتی از ۴ تن در سال ۱۹۹۵ توسط بحرین رو به افزایش است. از آن به بعد کویت، عربستان سعودی و امارات متحده عربی پرورش صیبتی را آغاز کردند. تولید آبی‌پروری در سال ۲۰۰۳ به ۹۶۷ تن افزایش یافت و در سال ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ به ترتیب ۵۴۰/۵ و ۵۵۰ تن رسید (Buxton et al., 2014). در ایران نیز شرکت بین‌المللی آبی‌پروری خلیج فارس در سال ۲۰۰۴ موفق به تولید تخم انبوه این گونه برای پرورش در قفس گردید و به عنوان یک گونه بومی مستعد پرورش در جنوب کشور مطرح است.

دوره جنینی از لقاح آغاز و به سه مرحله تخم لقاح-یافته، جنین و جنین آزاد تقسیم می‌شود و با تخم‌گشایی پایان می‌یابد (موسوی ثابت، ۱۳۹۲). به دلیل اهمیت این گونه دریایی جهت پرورش انبوه، مراحل اولیه تکوین ماهی صیبتی توسط ایگدیری و همکاران (۱۳۹۴) تا ۳۵ روزگی برای شناخت تغییرات بدن جهت رفع نیازهای زیستی بررسی شد. بافت ماهیان از نظر دارا بودن اسید-های چرب غیراشباع غنی هستند و تحقیقات درخور توجهی نیز در زمینه شناسایی و ترکیب اسیدهای چرب بافت ماهی صورت پذیرفته است. به‌طورکلی تخم ماهیان دارای بیشترین میزان اسیدهای ایکوزاپنتانوئیک

(C22:6 n-3) و دوکوزاهگزانوئیک و (C20:5 n-3) می‌باشد (Shirai et al., 2004).

باوجود توسعه آبی‌پروری هنوز اصلی‌ترین مشکل در پرورش لارو ماهیان، تولید غذا با کیفیت مناسب است. تلاش‌های سال‌های اخیر، حاکی از عدم موفقیت کامل برای جایگزینی غذای کنستانتره با ترکیب غذایی مناسب، به‌جای غذای زنده است. همچنین به‌دلیل اهمیت ترکیب اسیدهای چرب ضروری موردنیاز در مرحله لاروی، برای غنی‌سازی غذاهای زنده مانند آرتمیا، در مراکز تکثیر ماهیان دریایی تحقیقاتی برای تعیین نسبت مناسب DHA/EPA صورت گرفته است (آق و سارجلوس، ۱۳۹۳).

چربی‌ها به‌عنوان یک منبع انرژی در دوران لاروی و جنینی (قبل از اولین تغذیه) نسبت به پروتئین و کربوهیدرات، در دوره‌های اولیه لارو ماهیان پرورشی دارای اهمیت می‌باشند. این مواد برای کیفیت لارو مفیدند و روی میزان تخم‌گذاری و کیفیت آن در تمام گونه‌های پرورشی اثرگذارند. برخی از آبزیان قادر به تبدیل اسیدهای چرب لینولنیک به اسیدهای چرب بلند-زنجیره مثل ایکوزاپنتانوئیک‌اسید و دوکوزا-هگزانوئیک‌اسید نمی‌باشند. اهمیت این ترکیبات حیاتی در جیره غذایی لاروها از طریق غنی‌سازی غذای زنده مشخص می‌گردد. به‌عنوان مثال HUFA (n-3) در جیره غذایی با تاثیر بر نفوذپذیری غشاء سلولی موجب افزایش مقاومت لاروها در برابر تنش می‌گردد (موسوی ثابت، ۱۳۹۲).

درمورد ماهیان پرورش یافته در تفریح‌گاه که در هر مقطع زمانی توسط یک نوع غذای زنده تغذیه می‌شوند ثابت شده است که اضافه کردن اسیدهای چرب ضروری به درون غذاهای زنده‌ای که بعداً به لارو داده

فیزیولوژیک در سنتز غشا و تکوین جنینی اهمیت دارند (Cejas et al., 2004).

دستاوردهای تحلیل مناسب تغییرات مشاهده شده در اسیدهای چرب اندازه گیری شده در سه مرحله گاسترولاسیون، تفریح و نیز لاروی می تواند منجر به مدیریت تغذیه و جیره نویسی مناسب در این مرحله حساس شروع تغذیه فعال باشد. بر پایه اطلاعات موجود از نیازهای تغذیه ای و قابلیت های غنی سازی غذای زنده و از سوی دیگر تهیه جیره های غذایی خشک مناسب برای این گونه دریایی می تواند یکی از مهم ترین مشکلات در تهیه غذای این مرحله زندگی ماهیان را مرتفع سازد. بیشتر مطالعات شانک ماهیان روی دو گونه سیم دریایی سرطلابی و سیم دریایی سرقرمز است. اما شانک ماهیان طیف گسترده ای از گونه ها با عادات غذایی متفاوت و ظرفیت استفاده از مواد غذایی مختلف را شامل می گردد که نیاز است جیره غذایی خاص لاروی گونه ماهی صیبتی فراهم گردد. ارزیابی مناسب پتانسیل تغذیه ای در راستای تنوع آبرزی پروری اساسی می باشد.

### مواد و روش ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات ماهیان دریایی بندر امام خمینی خوزستان در فصل تکثیر ماهی صیبتی (با- توجه به دما اواخر اسفند تا اردیبهشت ماه می باشد)، در روزهای آغاز فروردین ۱۳۹۴ انجام شد. به منظور اندازه گیری و تهیه پروفیل اسیدهای چرب، سه مرحله نمونه برداری به صورت جداگانه بین ۲ تا ۳ گرم از هر نمونه انجام گردید. هر کدام از نمونه ها با سه تکرار در سه مرحله تکثیر متفاوت در شرایط یکسان در ۱- مرحله گاسترولا (۳-۴ ساعت پس از لقاح)، ۲- در زمان جذب کیسه زرده، ۳- سه روز پس از جذب کامل

می شوند برای سپر ماهی، سیم ماهی دریایی سرطلابی و ماهی خاویاری مفید می باشد. در حالی که معمولاً گفته می شود که ایکوزاپنتانویک اسید و دوکوزا- هگزانویک اسید اسیدهای چرب بسیار مهمی در تغذیه لارو ماهیان می باشند. نیاز به اسیدهای چرب خاص در بین گونه ها تغییر می کند (احتشامی، ۱۳۸۶).

در خصوص بررسی آنتوژنی اسیدهای چرب می توان به گونه *Sander lucioperca* توسط (Abi-Ayad et al., 2004) و *Sparus aurata* توسط (Naz, 2009) و گونه *Cyprinus carpio* توسط (Farhoudi et al., 2011) اشاره نمود. همچنین تغییرات اسیدهای چرب در دوره تکوین تاسماهی ایرانی (بابایی و همکاران، ۱۳۸۹)، ماهی سفید (خسروی، ۱۳۹۰) و ماهی کپور دریایی (فرهودی، ۱۳۸۹) مورد ارزیابی قرار گرفته است (عابدیان کناری، ۱۳۹۶).

سطح چربی موجود در زرده تخم ماهی استراتژی زندگی جنین و لارو را تعیین می کند و امکان ارزیابی توان سازگاری لارو را در برابر تغییر شرایط محیطی و نیز کیفیت تخم را فراهم می سازد (Tocher, 2003). ترکیب چربی در طول نمو تخم نشان دهنده نیازهای انرژی لارو در طی انتقال به تغذیه خارجی است (Haliloghlo, et al., 2002). در واقع چربی ذخیره در تخم در تامین انرژی و سنتز ترکیبات غشای سلولی و تامین اسیدهای چرب مورد نیاز لارو مصرف می شود (Naz, 2009).

مصرف اسیدهای چرب در مرحله ابتدای لاروی با تفاوت در بین گونه ها، وابسته به ترکیب ذخایر کیسه زرده انتقال یافته از والدین است (Abi-Ayad et al., 2000). اسیدهای چرب چندغیراشباع ۲۰ کربنه به لحاظ

۹ دقیقه °C ۱۸۰ و به مدت ۲۵ دقیقه در °C ۲۰۰ قرار داده شد. در این روش از گاز هلیوم (خلوص ۹۹/۹۹٪) به عنوان گاز حامل و گاز هیدروژن به عنوان سوخت، ازت (خلوص ۹۹/۹۹٪) به عنوان گاز کمکی و هوای خشک استفاده شد. با مقایسه پیک‌های استاندارد تزریق شده و پیک‌های نمونه به صورت خودکار با نرم‌افزار (Varian Star Chromatography Workstation) نوع و میزان هر اسید چرب به صورت درصد سطح زیر پیک هر اسید چرب به کل اسیدهای چرب موجود در نمونه بیان شد. در پایان برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از آزمون واریانس یک طرفه (one-way ANOVA) و دانکن استفاده شد.

### نتایج

نتایج به دست آمده از داده‌ها نشان دادند میزان اسیدهای چرب C14، C18:1(n-9)C، C18:2(n-6)C، C18:3(n-3)، C20، C20:1، C20:3 (n-9)، C20:3 (n-3)، C20:4(n-6)ARA، C20:5(n-3)، EPA، C22:4 (n-6) DTA، C22:5 (n-3)، DPA، C24 و C22:6(n-3) DHA براساس آزمون واریانس یکطرفه و دانکن، در سه مرحله اختلاف معنی دار داشته است ( $P < 0.05$ ). همچنین در این تحقیق با بررسی بقیه اسیدهای چرب اندازه‌گیری شده، نتایج بیانگر آن است که بین سه مرحله گاسترولا، تفریخ و ابتدای لاروی، این اسیدهای چرب اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۱) ( $P > 0.05$ ).

کیسه زرده و شروع تغذیه فعال برداشت شد. پس از نمونه‌داری، نمونه‌ها در کپسول ازت ۱۹۶- نگهداری و باتوجه به دستورالعمل اجرایی، به فریزر ۸۰- درجه سانتیگراد پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های جنوب منتقل شد. در زمان مقتضی نمونه‌ها طی چند ساعت با یخ خشک برای انجام بخش آزمایشگاهی به دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی کرج انتقال یافت. به منظور جلوگیری از نوسانات احتمالی فاکتورهای فیزیکی-شیمیایی تانک‌های پرورش به‌طور روزانه اکسیژن با روش وینکلر، pH و شوری با دستگاه‌های پرتال مورد سنجش و کنترل قرار گرفت. آزمون کلموگروف اسمیرنوف و شاپیرو جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها انجام شد و سپس آزمون آنالیز واریانس اسیدهای چرب انجام گردید.

### تهیه پروفیل اسیدهای چرب

به منظور آنالیز جنین و لارو ماهی صیبتی، نمونه‌ها با حلال کروفرم و متانول به نسبت ۱ به ۱، استخراج (Folch, 1951) و سپس نمونه‌ها استری شده (Metcalf and Schmitz, 1961) و در ویال‌های ۱ میلی‌لیتر قرار گرفتند. برای تعیین پروفیل اسیدهای چرب از دستگاه Chromatography Gas (GC) مدل (Unicam 4600) و ستون کاپیلاری (0.25 mm\*0.22µm\*30m SGE BPX70) استفاده شد. دمای تزریق در ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و دمای روی ۳۰۰ درجه سانتیگراد (دکتور) آشکارساز سانتی‌گراد تنظیم گردید و برای هر تیمار سه تزریق انجام شد. دمای آون از ۱۴۰ درجه سانتیگراد به مدت ۵ دقیقه شروع شد پس از آن به مدت

جدول ۱. تغییرات اسیدهای چرب در سه مرحله گاسترولا، لاروی و تفریخ ماهی صیبتی

میانگین اسید چرب (Mean± SE)			اسید چرب	نام اسید چرب
لاروی	بعد از تفریخ	گاسترولا		
۱/۲۵ ± ۰/۱۰ b	۲/۳۶ ± ۰/۳۶ a	۲/۵۷ ± ۰/۲۶ a	C14:0	Myristic
۰/۵۲ ± ۰/۰۱ a	۰/۵۸ ± ۰/۱۷ a	۰/۵۴ ± ۰/۰۵ a	C15:0	Pentadecanoic
۲۴/۴۵ ± ۰/۲۱ a	۲۱/۶۱ ± ۱/۸۸ a	۲۰/۰۶ ± ۱/۵۹ a	C16:0	Palmitic
۲/۹۷ ± ۰/۰۴ a	۵/۱۵ ± ۱/۳۴ a	۵/۵۹ ± ۱/۰۲ a	C16:1	Palmitoleic
۰/۶۴ ± ۰/۰۵ a	۰/۵۷ ± ۰/۰۳ a	۰/۶۶ ± ۰/۰۴ a	C17:0	Margaric
۰/۴۳ ± ۰/۰۱ a	۰/۳۹ ± ۰/۰۹ a	۰/۴۴ ± ۰/۰۶ a	C17:1	Vaccenic
۱۵/۴۴ ± ۰/۱۲ a	۷/۹۸ ± ۰/۱۳ a	۸/۳۷ ± ۰/۶۰ a	C18:0	Stearic
۱۱/۱۷ ± ۰/۵۵ b	۲۲/۴۷ ± ۳/۹۰ ab	۲۸/۸۱ ± ۴/۶۰ a	C18:1(n-9)C	Oleic
۳/۲۸ ± ۰/۱۶ a	۲/۲۹ ± ۱/۲۸ a	۲/۱۱ ± ۱/۰۹ a	C18:1(n-9)T	Elaidic
۴/۸۵ ± ۰/۵۶ b	۲۱/۹۳ ± ۷/۲۰ a	۱۸/۳۷ ± ۲/۲۲ ab	C18:2(n-6)C	Linoleic
۰/۳۵ ± ۰/۰۱ a	۰/۶۸ ± ۰/۳۶ a	۰/۸۳ ± ۰/۲۲ a	C18:3(n-6)	gama.linolenic
۰/۱۷ ± ۰/۰۳ b	۰/۳۹ ± ۰/۰۷ b	۱/۲۱ ± ۰/۴۰ a	C18:3(n-3)	alfa.linolenic
۰/۳۶ ± ۰/۰۱ a	۰/۱۵ ± ۰/۰۲ b	۰/۱۴ ± ۰/۰۷ b	C20:0	Arachidic
۰/۲۸ ± ۰/۰۲ a	۰/۰۲ ± ۰/۰۲ b	۰/۲۱ ± ۰/۱۱ ab	C20:1	Paullinic
۰/۱۸ ± ۰/۰۱ a	۰/۱۷ ± ۰/۱۲ a	۰/۱۲ ± ۰/۰۴ a	C20:2	Eicosadienoic.acid
۰/۲۲ ± ۰/۰۱ a	۰/۰۰ ± ۰/۰۰ b	۰/۰۴ ± ۰/۰۲ a	C20:3 (n-9)	Mead.acid
۰/۴۹ ± ۰/۰۱ a	۰/۰۰ ± ۰/۰۰ c	۰/۱۷ ± ۰/۰۸ a	C20:3 (n-3)	Eicosatrienoic.acid
۵/۱۷ ± ۰/۱۳ a	۱/۸۳ ± ۰/۸۱ b	۱/۳۴ ± ۰/۳۳ a	C20:4(n-6)ARA	Arachidonic
۰/۱۱ ± ۰/۰۱ a	۰/۰۹ ± ۰/۰۵ a	۰/۱۴ ± ۰/۰۷ a	C22:0	Behenic
۰/۱۳ ± ۰/۰۲ a	۰/۰۰ ± ۰/۰۰ a	۰/۱۱ ± ۰/۰۷ a	C22:1	Erucic
۳/۷۵ ± ۰/۰۸ a	۱/۷۴ ± ۰/۶۶ b	۱/۵۴ ± ۰/۴۴ a	C20:5(n-3) EPA	Eicosapentaenoic
۰/۵۱ ± ۰/۰۵ a	۰/۰۹ ± ۰/۰۲ a	۰/۱۶ ± ۰/۰۳ b	C22:4 (n-6) DTA	Adrenic
۱/۰۸ ± ۰/۰۲ a	۰/۳۰ ± ۰/۱۹ b	۰/۱۹ ± ۰/۱۱ b	C24:0	Lignoceric
۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	C22:5 n-6	Docosapentaenoic.acid
۲/۹۸ ± ۰/۰۸ a	۱/۱۵ ± ۰/۵۵ b	۱/۰۰ ± ۰/۳۳ b	C22:5 (n-3) DPA	Eicosapentaenoic.acid
۱۹/۳۱ ± ۰/۴۹ a	۸/۰۸ ± ۳/۴۹ b	۵/۲۸ ± ۱/۴۶ b	C22:6(n-3) DHA	Docosahexaenoic.acid

## بحث

کمترین سطح میزان اسیدهای چرب ضروری برای جلوگیری از آسیب‌های مراحل اولیه تغذیه لاروی ضروری است و افزایش تا سطح مطلوب موجب رشد و بقا می‌گردد. اغلب تحقیقات انجام شده میزان مطلوب و نه حداقل نیاز را مطرح می‌نماید که با توجه به مرحله تکوین و فیزیولوژیکی ماهی و محتوای چربی جیره اولیه متفاوت است (Sargent et al., 2002).

اندازه کوچک و رشد و نمو ضعیف دستگاه گوارش لارو ماهیان دریایی، مشکل اصلی تعیین دقیق احتیاج ماهیان دریایی به اسیدهای چرب ضروری است (Yufera and Darias, 2007). استفاده از ریزجیره‌ها برای رشد و نمو لاروی این ماهیان دشوار است و استفاده از غذاهای زنده ضروری می‌باشد. تاکنون ترکیبی از غنی‌سازی غذای زنده و ریز جیره‌ها با احتیاجات کمی و کیفی اسیدهای چرب در مراحل لاروی ماهیان دریایی در برخی از گونه‌ها گزارش شده‌است. بخشی از این اسیدهای چرب نقش تولید انرژی دارند و مصرفی هستند و بخشی دیگر نقش ساختاری دارند و افزایش می‌یابند (عابدیان کناری، ۱۳۹۶). شکرالهی و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی ماهی حلوا اعلام نمودند اسیدهای چرب اشباع فراوان‌تر بود و اسید پالمیتیک اسید چرب غالب بود. پس از آن لینولئیک اسید، اولئیک اسید، دوکوزاهگزانوئیک اسید و میریستیک اسید بودند. در مجموع از لحاظ امگا ۳ و امگا ۶ و ۸ منبع غنی غذایی بودند. افخمی و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی ترکیب اسیدهای چرب هامور معمولی و صیبتی اعلام داشتند گونه‌های پرورشی هامور و صیبتی به دلیل وجود مقادیر بالای DHA و EPA می‌تواند به عنوان غذای مناسبی حفظ سلامت

انسان مطرح گردند. هادی‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی ترکیب اسیدهای چرب ماهی سارم دهان بزرگ گفتند اسیدهای چرب غیر اشباع فراوان‌تر بود. از بین اشباع‌ها پالمیتیک و اسیداستئاریک بیشتر بود و از اسیدهای چرب غیر اشباع اولئیک اسید، دوکوزا-هگزانوئیک اسید، ایکوزاتری انوئیک اسید و ایکوزا-پنتانوئیک اسید غالب بودند. ترکیب اسیدهای چرب و مراحل ابتدایی لارو *Hippocampus guttulatus* به منظور فهم بهتر نیازهای تغذیه‌ای مولدین و اولین تغذیه خارجی لارو توسط Faleiro و همکاران (۲۰۱۰) بررسی شد. اسیدهای چرب همراه با توسعه لارو مصرف می‌شدند.

در طی نمونه‌برداری مرحله اول بیشترین مقدار اسیدچرب در مرحله گاسترولا، اسید اولئیک، پالمیتیک و لینولئیک بود. در مرحله تفریخ باز هم همین ترکیب با ترتیب متفاوت اسید اولئیک، لینولئیک و پالمیتیک بیشترین فراوانی را شامل می‌شد. اما در مرحله لاروی هم اولویت اول اولئیک بود و بعد از آن DHA و استئاریک با روند افزایشی در رده‌های بعد قرار داشتند. در واقع از اسیدهای چرب SFA، بیشترین مقدار در هر سه مرحله (گاسترولاسیون، تفریخ و لاروی) مربوط به اسید چرب پالمیتیک بود و بعد از آن بیشترین فراوانی را استئاریک داشت. از بین اسیدهای چرب MUFA بیشترین فراوانی در هر سه مرحله مربوطه به اولئیک اسید و در بین اسیدهای چرب چند غیر اشباع PUFA بیشترین فراوانی را لینولئیک مخصوصاً در دو مرحله اول گاسترولاسیون و تفریخ داشت و سپس تا حدی کاهش نشان داد. بابایی (۱۳۸۹) روند تغییرات اسیدهای چرب در گونه‌های تاسماهی ایرانی را بررسی نمودند که اسیدهای چرب اشباع روندی افزایشی داشت در

روند افزایشی از مرحله گاسترولاسیون تا لاروی داشت و استتاریک، آراشیدیک و لیگنو سربیک روند افزایشی نشان دادند. با توجه به نتایج این تحقیق به طور کلی در SFA روند افزایشی را مشاهده نمودیم با نتایج Farhodi و همکاران در سال ۲۰۱۱ مطابقت داشته و نشان‌دهنده عدم مصرف این اسیدهای چرب برای انرژی و ذخیره در بافت فسفولیپیدی غشای لاروی می باشد. همچنین با نتایج جیحون و جواهری (۱۳۹۶) و خسروی و همکاران (۱۳۹۰) متفاوت است.

در بررسی اسیدهای چرب تک‌غیراشباع (MUFA) در اولئیک و پالمیتیک اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد، که در اولئیک کاهش و در پالمیتیک افزایش مشاهده گردید. فرهودی و چمن آرا (۱۳۹۲) با بررسی آنزیم‌های گوارشی در طی تغییرات آنتورنی تخم و لارو کپور علف‌خوار اعلام داشتند همزمان با افزایش اسیدهای چرب اشباع، اسیدهای چرب تک‌غیراشباع کاهش پیدا می‌کند. اسیدهای چرب تک‌غیراشباع منبع مهم تامین انرژی در طی مراحل جنینی و تکوین لاروی است. تغییرات ترکیب اسیدهای چرب در طول نمو جنینی و لاروی ماهی کپور سرگنده توسط جیحون و جواهری (۱۳۹۶) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان دادند که اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در طول دوره جنینی کاهش معنی‌داری یافت (SFA) اشباع در طول دوره جنینی و لاروی روند افزایشی DHA دوره جنینی و لاروی کاهش معنی‌داری نیافتند. نتایج نشان‌دهنده نقش انرژی زایی اسیدهای چرب امگا ۳ و در کل اسیدهای چرب اشباع در دوره جنینی و نقش ساختاری اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه و اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در دوران جنینی و لاروی می باشد.

مقابل اسیدهای چرب تک زنجیره غیراشباع تا لاروی روندی کاهشی نشان داد. اسیدهای بلند زنجیره غیراشباع و چند غیراشباع تا پایان دوره نوسان داشت. در گونه کپورماهی دریایی (فرهودی، ۱۳۸۹) مجموع اسیدهای چرب اشباع تا پایان دوره کاهش می‌یابند. بلندزنجیره اشباع و چند غیراشباع تا پایان دوره روندی کاهشی داشت. کاهش در میزان اسیدهای چرب غیر- اشباع تک زنجیره نشان‌دهنده استفاده از آن به عنوان منبع انرژی است و افزایش در مقدار دوکوزا- هگزانوئیک و اسید ایکوزاپنتانوئیک در برخی از مراحل نشان‌دهنده ذخیره اسیدهای چرب مذکور برای فرایندهای فیزیولوژیکی و عدم مصرف آنها به عنوان سوسترای انرژی است.

Abedian Kenari و همکاران (۲۰۰۹) تغییرات اسیدهای چرب را در مراحل مختلف لاروی و رشدی بررسی کردند که مجموع اسیدهای چرب غیراشباع فیل ماهی با افزایش سن تغییرات فاحشی نداشت. MUFA و PUFA با افزایش سن افزایش نشان دادند. صابری و همکاران (۱۳۹۰) بررسی و اندازه‌گیری اسیدهای چرب غیراشباع (EPA, DHA) و امگا ۶ در گوشت سه نوع ماهی پرورشی کپور، فیتوفاک و قزل آلا بررسی و مقایسه گردید که ماهی قزل آلا مقدار بیشتری از این اسیدهای چرب داشت.

با توجه به نتایج این تحقیق از بین اسیدهای چرب اشباع (SFA) در مریتیک، استتاریک، آراشیدیک و لیگنوسربیک اختلاف معنی‌دار آماری بین سه مرحله مشاهده گردید، که مریتیک روند کاهشی، در استتاریک ابتدا در مرحله بعد از تفریح کاهش و سپس در مرحله لاروی افزایش داشت. در رابطه با آراشیدیک روند افزایشی مشاهده گردید. در واقع فقط مریتیک

های آماده متناسب تولید کرد و یا جیره‌های غذای زنده را با اسیدهای چرب ضروری غنی سازی نمود.

### سپاسگزاری

از مدیریت و کارکنان محترم مرکز تحقیقات شیلاتی آبهای جنوب کشور، مرکز تکثیر ماهیان دریایی بندر امام خمینی خوزستان، مرکز تحقیقات علوم و فنون دریایی دکتر کیوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان و اسانید محترم دانشگاه آزاد واحد بندرعباس تشکر می نمایم. همچنین از همه کارشناسان بخش های تحقیقاتی، عملیاتی، آزمایشگاهی آن مراکز سپاسگزاریم.

### منابع

۱. آق، ن.، و سارجلوس، پ.، ۱۳۹۳. شیوه های اجرایی و راهنمای پرورش و غنی سازی غذا زنده جهت استفاده در پرورش لارو آبزیان، مترجمان: ضیایی نژاد، س.، و جهانگیری، ف.، انتشارات جهاد دانشگاهی، تهران. ۱۰۶ صفحه.
۲. احتشامی، ف.، ۱۳۸۶. تغذیه ماهیان پرورشی، تهران، معاونت آبرزی پروری، مدیریت فنی و امور آبرزی- پروران. ۴۱۱ صفحه.
۳. افخمی، م.، خزاعلی، آ.، مخلصی، ا.، یحیوی، م.، احسان پور، م.، جوادی، ع.، ۱۳۹۲. بررسی ترکیب اسیدهای چرب در دو گونه هامور معمولی و صیبتی (پرورشی و وحشی) در هرمزگان، مجله آبزیان و شیلات، بندرعباس. ۴ (۱۵)، ۱۰-۱.
۴. ایگدری، س.، مشیدی، ف.، و ناظم رعایا، س.، ۱۳۹۴. تغییرات شکل بدن و توسعه خصوصیات ریختی در طی مراحل اولیه تکوینی ماهی صیبتی (*Sparidentex hasta*). نشریه توسعه آبرزی پروری، ۹ (۴)، ۶۵-۷۴.

در رابطه با اسیدهای چرب چند غیر اشباع PUFA، لینولئیک و آلفا لینولنیک در طی سه مرحله کاهش معنادار و میراسید و آراشیدونیک افزایش معنا دار به دلیل نقش ساختاری نشان دادند. خسروی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی روند تغییرات اسیدهای چرب در طی مراحل تکوین لارو ماهی سفید پرداختند که مجموع اسیدهای چرب غیراشباع تک زنجیره در طول تکامل لاروی افزایش یافتند این در حالی است که اسیدهای چرب غیراشباع چند زنجیره و بلند زنجیره روند کاهشی از خود نشان دادند.

مجموع اسیدهای چرب اشباع ابتدا افزایش و سپس در مراحل پایان آزمایش کاهش یافتند. ترکیب اسیدهای چرب در تخم لقاح یافته ولارو دارای کیسه زرده *Sparus aurata* توسط Naz (2009) بررسی شد. اسیدهای چرب اشباع بعد از ۹۶ ساعت کاهش، مجموع اسیدهای تک زنجیره غیراشباع افزایش و PUFA نوسان داشت. نسبت های اسیدهای چرب در ماهیان دریایی از اهمیت بیشتری برخوردار است در رابطه با EPA، DHA و DHA تا مرحله لاروی روند افزایشی داشتند با توجه به تولید آنها در ماهیان دریایی نیاز زیستی آنها در جیره غذایی کمتر از ماهیان شیرین است. اما این نسبت ها در گونه های مختلف ماهیان دریایی باز هم متفاوت است. تغییرات انجام شده نشان- دهنده مصرف برخی اسیدهای چرب در طی مراحل جنینی و ابتدای لاروی و تبدیل به سایر انواع اسیدهای چرب می باشد. بقیه اسیدهای چرب نیز تغییراتی در طی این سه مرحله نشان دادند اما مقادیر تغییر یافته اختلاف معنادار آماری را نشان نداد.

در واقع با شناسایی دقیق نیازهای زیستی و ترکیب اسیدهای چرب مورد نیاز در این مقطع می توان غذا-

۵. بابایی، ص.، ۱۳۸۹. مطالعه رشد، فعالیت‌های آنزیم‌های گوارشی و ترکیب اسیدهای چرب تاسماهی ایرانی در طی مراحل تکامل لاروی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس. ۱۲۴ صفحه.
۶. جیحون، م.، جواهری بابلی، م. ۱۳۹۶. تغییرات ترکیب اسیدهای چرب در طول نمو جنینی و لاروی ماهی کپور سرگنده *Hypophthalmichthys nobilis* نشریه توسعه آبرزی پروری، ۱۱ (۳)، ۱۱-۱.
۷. خسروی، ن.، ۱۳۹۰. مطالعه رشد، فعالیت‌های آنزیم‌های گوارشی و ترکیب اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه ماهی سفید دریای خزر در طی مراحل تکامل لاروی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس. ۹۶ صفحه.
۸. شکرالهی، ل.، مورکی، ن.، معینی، س.، ۱۳۹۱. شناسایی ترکیب اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب در گوشت ماهی حلوا سفید در خلیج فارس. مجله علمی پژوهشی زیست‌شناسی دریا، ۴ (۱۳)، دانشگاه آزاد اهواز. ص ۶۲-۵۱.
۹. صابری کوچصفهانی، ح.، علی اکبر، ع.، عاشورنیا، م.، ۱۳۹۰. بررسی و اندازه‌گیری اسیدهای چرب غیر اشباع (EPA, DHA) و امگا ۶ در گوشت سه نوع ماهی پرورشی کپور، فیتوفاک و قزل‌آلا. مجله زیست‌شناسی ایران، ۲۴ (۴)، انجمن زیست‌شناسی ایران، تهران. ص ۵۲۸.
۱۰. عابدیان کناری، ع.، ۱۳۹۶. فیزیولوژی تغذیه و نیازهای غذایی لارو ماهیان. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران. ۳۶۰ صفحه.
۱۱. فرهودی، آ.، ۱۳۸۹. مطالعه رشد فعالیت‌های آنزیم‌های گوارشی و ترکیب اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه کپور دریایی در طی مراحل تکامل لاروی. پایان‌
- نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس. ۹۲ صفحه.
۱۲. فرهودی، آ. و چمن آرا، و.، ۱۳۹۲. تغییرات آنتوژنی آنزیم‌های گوارشی پانکراسی و اسیدهای چرب در تخم و لارو کپور علفخوار. نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۶ (۶)، ۴۴۰-۲۲۳.
۱۳. موسوی ثابت، ح.، ۱۳۹۲. اصول تغذیه در آبرزی پروری (ماهیان گرمابی، سردابی، دریایی، زیتنی و میگوها). انتشارات آبیژ، تهران، ۴۰۸ صفحه.
۱۴. هادی زاده، ز.، مورکی، ن.، معینی، س.، ۱۳۹۲. شناسایی ترکیب اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب در گوشت ماهی سارم دهان بزرگ در خلیج فارس. مجله علمی پژوهشی زیست‌شناسی دریا، ۵ (۱۷)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ص ۵۰-۳۵.
15. Abedian-kenari, A., Regenstein, J.M., Hosseini, S.V., Rezaei, M., Tahergorabi, R., Nazari, R.M., Moghaddasi, M., and Kaboli, S.A., 2009: Amino acid and fatty acid composition of cultured Beluga (*Huso huso*) of different ages, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 18, 245-265
16. -Abi-Ayad, S.M.E.A., Kestemont, P., Me'lard, C., 2000. Dynamics of total lipids and fatty acids during embryogenesis and larval development of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*). *Fish Physiology and Biochemistry*. 23, 233-243.
17. Bauchot, M. L. and M.M., Smith. 1984 Sparidae. In W. Fischer and G. Bianchi (eds.) *FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Indian Ocean (Fishing Area 51). volume 4.* [var. pag.] FAO, Rome.
18. Buxton, C.D., Pollard, D., Russell, B., Carpenter, K.E., Hartmann, S., Abdulqader, E., Bishop, J., Kaymaram, F., Alam, S., Al-Khalaf, K., Jassim Kawari, A., Alnazry, H., 2014. *Sparidentex hasta*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. Downloaded on 28 November 2014.
19. Cejas, J.R., Almansa, E., Jérez, S., Bolaños, A., Felipe, B., Lorenzo, A.,

- teleost fish. *Reviews in Fisheries Science*, 11, 107-184.
29. Yufera, M., and Darias, M.J., 2007. The onset exogenous feeding in marine fish Larvae, *Aquaculture*, 268, 53-63.
  2004. Changes in lipid class and fatty acid composition during development in white seabream (*Diplodus sargus*) eggs and larvae. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B*. 139, 209–216.
  20. Faleiro, F., Narciso, L., 2010. Lipid dynamics during early development of *Hippocampus guttulatus* seahorses: Searching for clues on fatty acid requirements, *Aquaculture*, 307, 56-64.
  21. 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.
  22. Folch, J., Less, M., Stanley, G.H.S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *Journal of Biological Chemistry* 226: 497-509.
  23. Haliloglu, H.I., Aras, N.M., Yanik, T., Atamanalp, M., Kocaman, E.M., 2002. Investigation of changes in fatty acid composition at early development stages of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27, 1105-1109.
  24. Metcalfe, L.D., Schmitz, A.A. 1961. The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. *Analytical Chemistry*, 33, 363-364.
  25. Naz M., 2009. Ontogeny of Biochemical Phases of Fertilized Eggs and Yolk Sac Larvae of Gilthead Seabream (*Sparus aurata* L.). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 9, 77-83.
  26. 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.
  27. Shirai, N., Higuchi, T., and Suzuki, H. 2004. Analysis of lipid classes and the fatty acid composition of the salted fish roe food products, Ikura, Tarako, Tobiko and Kazunoko. *Journal of Food Chemistry*, 94, 61-67.
  28. Tocher, D.R., 2003. Metabolism and functions of lipids and fatty acids in