شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۷۴، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰
صفحات ۱۳۷-۱۱۹

تغذیه آغازین تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با غذاهای زنده مختلف و تاثیر آن بر شاخص‌های رشد، بقا، ترکیب بیوشیمیایی و اسیدهای چرب لاشه در مرحله عادت‌دهی به غذای مصنوعی با استفاده از شیرونومید

ایرج عفت پناه کمایی[۱]، بهرام فلاحتکار[۲و۳]*، میرمسعود سجادی[۲]، مریم منصف شکری[۴]

۱. دانشجوی دکتری تخصصی تکثیر و پرورش آبزیان، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان، ایران
۲. استاد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان، ایران
۳. استاد گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی خزر، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان، ایران
۴. استادیار موسسه تحقیقات بین المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۱۵

چکیده

تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) گونه منحصر بفرد و بومی سواحل جنوبی دریای خزر در ایران است که بعلت مشکلات در عادت‌دهی به غذای دستی، کمتر مورد توجه پرورش دهندگان ماهیان خاویاری قرار گرفته است. هدف از این مطالعه، استفاده از شیرونومید بعنوان غذای در مرحله گذار برای عادت دهی این ماهی به غذای خشک و تاثیر آن روی شاخص های رشد، بقا، ترکیب بیوشیمیایی و نوع اسیدهای چرب لاشه بود. جهت انجام این تحقیق، لاروهای تاسماهی ایرانی از ابتدای تغذیه فعال به مدت ۱۱ روز با ۴ تیمار ۱ (آرتمیا + دافنی)، ۲ (فقط آرتمیا)، ۳ (آرتمیا + شیرونومید) و ۴ (فقط شیرونومید) پرورش یافتند و در مرحله دوم برای عادت دهی به غذای دستی برای هر حوضچه تعداد ۳۰۰ قطعه تاسماهی ایرانی با وزن متوسط ۲/۳ ± ۲۶۳/۸ میلی گرم (میانگین ± خطای استاندارد) از هر تیمار انتخاب شدند و با ۳ تکرار در طی مدت ۲۱ روز با استفاده از شیرونومید و غذای فرموله شده به غذای خشک عادت داده شدند. وزن نهایی، میزان رشد، کارایی غذا و شاخص رشد روزانه در تیمار ۴ بطور معنی داری بیشتر از همه تیمارها بود. نرخ رشد ویژه و شاخص وزن بدن در تیمار ۴ بالاتر از همه تیمارها و ضریب تبدیل غذایی در این تیمار پایین تر از سایر تیمارها بود ($P<۰/۰۵$). نتایج نشان داد که تغذیه اولیه از شیرونومید روی ترکیب لاشه در مرحله عادت‌دهی تاثیرگذار بوده است بطوری که درصد چربی و خاکستر در تیمار تغذیه شده با شیرونومید بالاتر از تیمار آرتمیا + دافنی بود ($P<۰/۰۵$). آنالیز لاروها در پایان مرحله اول نشان دهنده تاثیر غذاهای زنده بر نوع اسیدهای چرب در تیمارهای مختلف بود ($P<۰/۰۵$)، اما در مرحله عادت دهی به غذای خشک تجاری که همه تیمارها با شیرونومید و غذای فرموله شده تغذیه شده بودند وضعیت تغییر یافت و اختلاف معنی داری در بین تیمارها مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). این تحقیق نشان داد که استفاده از شیرونومید در تغذیه تاسماهی ایرانی در شروع تغذیه تا رسیدن به مرحله شروع عادت دهی می‌تواند سبب افزایش نسبت DHA/EPA، تبدیل اسیدهای چرب غیر اشباع کوتاه زنجیره به بلند زنجیره و در نتیجه بالا رفتن نسبت n-6 به n-3 و همچنین -افزایش چربی در بدن و افزایش شاخص‌های رشد و بقا در مرحله عادت‌دهی گردد.

واژگان کلیدی: ماهیان خاویاری، پرورش، غذاهای زنده، آرتمیا، دافنی، کرم خونی

* نویسنده مسئول: بهرام فلاحتکار
Email: falahatkar@guilan.ac.ir

Journal of Fisheries
Vol. 74, No. 1, Spring 2021
pp. 119-137

Initial feeding of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) with various live foods on growth parameters, survival, carcass analysis and fatty acids profile in adaptation to artificial feed using chironomide

Iraj Efatpanah[1], Bahram Falahatkar[2,3*], Mir Massoud Sajjadi[2], Maryam Monsef Shokri[4]

1. PhD student, Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran
2. Professor, Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran
3. Professor, Department of Marine Sciences, The Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Guilan, Iran
4. Assistant professor, International Sturgeon Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

Received: 16-Dec-2020 **Accepted: 04-Jan-2021**

Abstract

Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) is a unique and native species in the southern coasts of the Caspian Sea in Iran, but due to problems in adaptation to hand feed, it is received less attention from the sturgeon farmers. The aim of this study was to use chironomide as an initial food in transition to dry feed (weaning) and its effect on growth indices, survival, fatty acids profile and carcass analysis. Thus, Persian sturgeon larvae were reared for 11 days from the beginning of active feeding with 4 treatments including: 1 (Artemia + Daphnia), 2 (Artemia only), 3 (Artemia + chironomide) and 4 (chironomide only) and in the second stage for transition to the formulated diet, 300 Persian sturgeon with an average weight of 263.8 ± 2.3 mg (mean ± standard error) were reared with 3 replicates over 21 days using chironomide and formulated feed. Final weight, growth rate, and feed efficiency were significantly higher in treatment 4 than the other treatments ($P < 0.05$). Specific growth rate and mean body weight were higher in treatment 4 than the other treatments. Feed conversion ratio was the lowest in treatment 4 ($P < 0.05$). The results showed that the initial feeding with chironomide was effective on carcass analysis in the acclimation period, so that the fat and ash contents in fish fed chironomide was higher than the Artemia + Daphnia treatment ($P < 0.05$). Analysis of larvae at the end of the first stage showed the effect of live food on fatty acids profile in different treatments ($P < 0.05$). However, in the adaptation to dry feed, the results changed and no significant differences were observed among the treatments ($P > 0.05$). This study showed that the use of chironomide in the diet of Persian sturgeon at the start of feeding up to the adaption period can increase the DHA/EPA ratio, conversion of short-chain unsaturated fatty acids to long-chain. An increase in the ratio of n-6 to n-3, body fat content, growth and survival indices in the adaptation phase were recorded as well.

Keywords: Sturgeon, Aquaculture, Live food, Artemia, Daphnia, Blood worm.

Corresponding author: Bahram Falahatkar Email: falahatkar@guilan.ac.ir

۱. مقدمه

در پرورش لارو تاسماهیان بیش از هر چیز برای تهیه غذای زنده کوشش می‌شود. تاسماهیان تا قبل از شروع تغذیه فعال تا مدتی از کیسه زرده تغذیه می‌کنند. پس از چند روز که به درجه حرارت آب بستگی دارد، لاروها در حالی که از کیسه زرده تغذیه می‌نمایند به خوردن بعضی از موجودات زنده و ریز رغبت پیدا می‌کنند (Azari Takami, 2009). آزمایش‌های مختلف در خصوص تغذیه لاروی ماهیان خاویاری بعد از جذب کیسه زرده بوسیله غذاهای فرموله شده، اغلب منجر به ایجاد تلفات بالا شده است (Ware *et al*., 2006; Mohler *et al*., 2012; Ronyai and Feledi, 2012). بنابراین، به دلیل عدم وجود غذای دستی مناسب برای تغذیه مراحل لاروی تاسماهی ایرانی، پرورش این ماهی با ارزش در مراحل اولیه زندگی وابسته به غذای زنده است (Hamidoghli *et al*., 2014).

ناپلیوس آرتمیا به دلیل اندازه کوچک در زمان تخم گشایی و کیفیت بالای غذایی می‌تواند به عنوان غذای آغازین بسیاری از گونه های ماهیان مورد استفاده قرار گیرد (Sorgeloos *et al*., 2001). آرتمیا در صنعت آبزی پروری به عنوان غذای زنده منحصر بفرد شناخته شده است، ولی این موجود از نظر میزان اسیدهای چرب ضروری EPA و DHA فقیر است. تحقیقات انجام یافته توسط Turchini و Francis (۲۰۰۳) روی لارو ماهی آزاد (*Salmo salar*)، Hafezieh و همکاران (۲۰۰۹) روی لارو ماهیان خاویاری و کاظمی و همکاران (۲۰۱۳) روی آلوین‌های ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، این موضوع را تایید می‌کنند.

دافنی ها یکی از غذاهای زنده ای هستند که در مزارع ماهیان خاویاری برای تغذیه لاروها مورد استفاده قرار می‌گیرند. دافنی ها از ارزش غذایی کمتری نسبت به آرتمیا برخوردارند. غذادهی لاروها با دافنی با خصوصیات بوم شناسی و زیستی لاروها چندان مطابقت ندارد و تهیه مقادیر مورد نیاز دافنی بسیار پر زحمت است (کراسنودمبسکی، ۱۹۹۲). لارو شیرونومید نیز یکی از غذاهای زنده شناخته شده است که در اکثر کشورها به علت ارزش غذایی بالا شامل مقادیر بالای پروتئین و حضور اسیدهای آمینه ضروری (Bogut *et al*., 2007) یک غذای مناسب برای اغلب ماهیان و به خصوص ماهیان خاویاری محسوب می‌شود (Volkman *et al*., 2004). تولید سیست آرتمیا نیازمند شرایط خاصی است که در اغلب مزارع پرورش ماهیان خاویاری وجود ندارد. این در حالی است که سالن های کوچک تولید شیرونومید در این مزارع قابل احداث اند و پروژه تولید لارو شیرونومید با هزینه کم در تحقیقات مختلف با موفقیت انجام شده است (Hamidoghli *et al*., 2014; Pour-Ali *et al*., 2016).

تولید غذاهای زنده اغلب با محدودیت هایی مواجه است و در بسیاری از موارد شرایط تولید آنها وابسته به شرایط محیطی و محدود به فصل است. همچنین تولید بعضی از آنها نظیر آرتمیا هزینه های بالایی را در بردارد. با بزرگتر شدن ماهیان نیاز آنها به غذا افزایش می‌یابد و تامین غذاهای زنده برای آنها با مشکل مواجه می‌شود. بنابراین، عادت دهی ماهیان به تغذیه از غذاهای فرموله شده یکی از نیازهای اساسی برای توسعه پرورش آنها است. غذاهای فرموله شده برای تمامی مراحل زندگی ماهی و با توجه به نیازهای آنها در تمامی فصول قابل تولید هستند و همچنین امکان ذخیره و انبار کردن آنها وجود دارد.

استفاده از غذاهای زنده ای که حاوی ترکیبات مفید و موثر برای رشد، بازماندگی لاروها و سازگار با دستگاه گوارش ماهیان باشد، می تواند کارایی پرورش را افزایش دهد. نتایج تحقیقات Kolkovski (۲۰۰۱) در تغذیه همزمان لارو انواع آبزیان از جمله شانک (*Acanthopagrus latus*) با غذای زنده و کنسانتره با ۸۰ درصد بقا همراه بوده است و دیگر یافته‌های علمی باعث توجه بیش از پیش پرورش‌دهندگان به استفاده از غذاهای زنده به عنوان جیره های ترکیبی شده است که می‌تواند سبب افزایش رشد و بقا گردد. در تحقیقی که توسط Kasumyan در سال ۱۹۹۹ انجام گرفت تاثیر عصاره دافنی و عصاره لارو شیرونومید روی گروهی از ماهیان خاویاری مورد بررسی قرار گرفت و

مشخص گردید که این عصاره ها باعث بهبود غذاگیری در این ماهیان و شاخص‌های رشد می گردند.

تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) یکی از ۵ گونه ماهیان خاویاری با ارزش ماهیان خاویاری دریای خزر است. این ماهی گونه بومی و منحصر به فرد در سواحل جنوبی این دریا است که بیشتر در سواحل ایران و جمهوری آذربایجان یافت می شود (آذری تاکامی، ۲۰۰۹). تاسماهی ایرانی به میزان بسیار کم در بعضی از مزارع بخش خصوصی در حال پرورش است و پرورش دهندگان تمایلی به پرورش آن از خود نشان نمی دهند که یکی از دلایل آن عدم آگاهی از چگونگی عادت‌دهی آن به غذای دستی و تجربیات بسیار کم در این خصوص است. با وجود اینکه ایران در رتبه چهارم تولید ماهیان خاویاری در جهان قرار دارد اما تولید تاسماهی ایرانی حتی در بین ۱۱ گونه مهم ماهیان خاویاری جهان قرار ندارد (Bronzi *et al*, 2019).

با توجه به معروفیت خاویار ایران در بازارهای جهانی و بومی بودن تاسماهی ایرانی، توجه به پرورش این ماهی و ترغیب پرورش دهندگان ماهیان خاویاری کشور به پرورش آن امری ضروری به نظر می‌رسد که این موضوع می‌تواند باعث ارتقای جایگاه ایران در تولید گوشت و خاویار جهانی گردد و این امر مهم با رفع نگرانی های پرورش دهندگان در عادت دهی تاسماهی ایرانی به غذای خشک مقدور خواهد بود. بنابراین هدف اصلی از انجام این تحقیق عادت دهی تاسماهی ایرانی به غذای دستی با رشد و بقای مناسب با استفاده از شیرونومید بود. برای رسیدن به این هدف، تاثیر استفاده از شیرونومید و غذاهای زنده متداول دیگر در قبل از عادت دهی روی فاکتورهای رشد، بقا، ترکیب لاشه و پروفایل اسیدهای چرب تاسماهی ایرانی مورد بررسی قرار گرفت تا بهترین غذای زنده در قبل از عادت‌دهی مشخص گردد. این اطلاعات در تعیین جیره مناسب ماهی در مراحل بعدی زندگی نیز می‌تواند موثر باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. ماهی و محل انجام تحقیق

محل انجام این تحقیق بخش پرورش لارو مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف پور سیاهکل در استان گیلان و ماهی مورد مطالعه تاسماهی ایرانی بود. تعداد ۱۲ حوضچه گرد بتونی با قطر ۱/۸۵ متر و عمق ۰/۵ متر که در کنار هم قرار داشتند برای انجام این کار انتخاب گردیدند. بچه ماهیان مورد نیاز از بین بچه ماهیانی که حاصل از استحصال تخم از یک قطعه تاسماهی ماده و لقاح آن با اسپرم دو قطعه تاسماهی نر صید شده از دریای خزر بودند و لاروهای حاصله تحت ۴ تیمار: ۱ (آرتمیا + دافنی)، ۲ (فقط آرتمیا)، ۳ (آرتمیا + شیرونومید) و ۴ (فقط شیرونومید) برای آزمایش درنظر گرفته شدند. برای هر تیمار ۹۰۰ قطعه لارو برداشت گردید که با ۳ تکرار به تعداد ۳۰۰ قطعه با وزن متوسط ۲/۳ ± ۲۶۳/۸ میلی گرم به هر حوضچه انتقال یافتند.

غذادهی به بچه ماهیان در فاصله های ۴ ساعته و ۶ بار در شبانه روز و در ساعات ۴، ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۰ و ۲۴ صورت گرفت. برای عادت دهی بچه ماهیان به غذای خشک به ترتیب جدول ۱ عمل گردید، بطوریکه در ۳ روز اول در هر ۶ نوبت غذادهی فقط لارو شیرونومید در اختیار بچه ماهیان قرار گرفت و در روز چهارم ۱ وعده شیرونومید حذف شد و به جای آن غذای خشک فرموله شده جایگزین گردید و به مدت ۳ روز تکرار شد. این عمل در فواصل ۳ روزه با حذف یک وعده از غذای شیرونومید و جایگزینی آن با غذای خشک فرموله شده ادامه یافت. در نهایت، روز هجدهم در هر ۶ وعده بچه ماهیان فقط با غذای فرموله شده تغذیه شدند و پس از ۲۱ روز از شروع تغذیه، نمونه برداری از بچه ماهیان صورت گرفت و در انتها، شاخص‌های مختلف رشد و بقا مورد سنجش قرار گرفتند.

جدول ۱- برنامه عادت‌دهی بچه تاسماهیان ایرانی به غذای خشک فرموله شده در طی ۲۱ روز پرورش

روزهای تغذیه	ساعات غذادهی					
	۴	۸	۱۲	۱۶	۲۰	۲۴
۱ تا ۳	شیرونومید	شیرونومید	شیرونومید	شیرونومید	شیرونومید	شیرونومید
۴ تا ۶	شیرونومید	شیرونومید	فرموله	شیرونومید	شیرونومید	شیرونومید
۷ تا ۹	شیرونومید	شیرونومید	فرموله	شیرونومید	شیرونومید	فرموله
۱۰ تا ۱۲	شیرونومید	فرموله	شیرونومید	فرموله	شیرونومید	فرموله
۱۳ تا ۱۵	شیرونومید	فرموله	فرموله	شیرونومید	فرموله	فرموله
۱۶ تا ۱۸	فرموله	فرموله	شیرونومید	فرموله	فرموله	فرموله
۱۸ تا ۲۱	فرموله	فرموله	فرموله	فرموله	فرموله	فرموله

در هنگام تغذیه بچه ماهیان با شیرونومید، ابتدا بسته های منجمد شیرونومید (شرکت ماهیران، تهران، ایران) در هوای آزاد و بتدریج از حالت انجماد خارج شد و بدون اینکه خرد شوند بطور کامل به بچه ماهیان داده شدند. مقدار شیرونومید مورد استفاده برای تغذیه بچه ماهیان در شبانه روز، ۶۰ درصد بیومس زنده بچه ماهیان بود (چبانوف و گالیچ، ۲۰۱۱). برای غذادهی لاروها با غذای خشک تجاری از خوراک های اختصاصی شرکت بیومار (INICIO PLUS 0.5 GR با قطر ۰/۵ میلی متر و ۵۹ درصد پروتئین، ۱۳ درصد چربی، ۰/۴ درصد سلولز و ۱۱/۹ درصد خاکستر و INICIO PLUS 0.8 GR با سایز ۰/۸ میلیمتر و ۵۷ درصد پروتئین، ۱۵ درصد چربی، ۰/۴ درصد سلولز و ۱۰/۴ درصد خاکستر و INICIO PLUS 1.1 GR با قطر ۱/۱ میلیمتر و ۵۷ درصد پروتئین، ۱۵ درصد چربی، ۰/۴ درصد سلولز و ۱۰/۴ درصد خاکستر) استفاده گردید. درصد غذای خشک مورد استفاده برای تغذیه به میزان ۳ درصد زیست توده بچه ماهیان در شبانه روز بود (یوسف پور، ۲۰۰۳).

۲.۲. تعیین شاخص‌های رشد

زیست سنجی بچه ماهیان با استفاده از ترازوی با دقت میلی گرم جهت تعیین وزن و خط کش با دقت میلی متر در فواصل ۳ روزه صورت گرفت و در پایان مدت ۲۱ روزه عادت‌دهی، شاخص‌های رشد و کارایی غذایی تیمارهای مختلف شامل وزن به دست آمده (Weight gain; WG)، درصد افزایش وزن (Body weight increase; BWI)، نرخ رشد روزانه (Daily growth rate; DGR)، نرخ رشد ویژه (Specific growth rate; SGR)، غذای مصرف شده (Feed intake; FI)، فاکتور وضعیت (Condition factor; CF)، ضریب تبدیل غذایی (Feed conversion ratio; FCR) و نرخ بقا (Survival rate; SR) اندازه‌گیری و از طریق رابطه‌های زیر محاسبه شدند (فلاحتکار، ۲۰۱۴):

$$WG\ (g) = \text{وزن اولیه (گرم)} - \text{وزن نهایی (گرم)}$$

$$BWI\ (\%) = [\text{وزن اولیه (گرم)} / \text{وزن اولیه (گرم)} - \text{وزن نهایی (گرم)}] \times ۱۰۰$$

$$DGR\ (\%) = [\text{وزن اولیه} - \text{وزن ثانویه}) / \text{روزهای پرورش}] \times ۱۰۰$$

$$SGR\ (\%\ /day) = [(\text{Ln (وزن نهایی (گرم)} - \text{Ln (گرم) وزن اولیه}) / \text{طول دوره پرورش}] \times ۱۰۰$$

$$FI\ (g/fish) = \text{کل غذای مصرفی در طول دوره (گرم)} / \text{تعداد ماهی}$$

$$CF = [\text{وزن ماهی (گرم)} / \text{طول کل (سانتیمتر)}^{۳}] \times ۱۰۰$$

$$FCR = \text{مقدار غذای مصرفی (گرم)} / \text{وزن تر به دست آمده (گرم)}$$

$$SR\ (\%) = [\text{تعداد ماهیان در انتهای دوره} / \text{تعداد ماهیان در ابتدای دوره}] \times ۱۰۰$$

۳.۲. ترکیب بیوشیمیایی تقریبی لاشه

به منظور تعیین ترکیب لاشه و میزان پروتئین خام، چربی خام، خاکستر و رطوبت در پایان مرحله عادت دهی بچه ماهیان به غذای دستی از هر ۳ تکرار ۱۵ بچه ماهی بطور تصادفی برداشت شد و پس از انجماد در ازت مایع، تا زمان تعیین ترکیب لاشه در فریزر ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند. سپس نمونه ها به آزمایشگاه انتقال یافت و ترکیب لاشه بر اساس روش های مندرج در AOAC (۱۹۹۵) به شرح زیر انجام شد:

برای اندازه گیری رطوبت، لاشه ماهیان مربوط به هر تیمار پس از یخ زدایی چرخ شدند. ۵ گرم از نمونه به تعداد ۳ تکرار در داخل پتری دیش در آون با دمای ۱۱۰ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. پس از رسیدن نمونه ها به وزن ثابت، در دسیکاتور قرار داده شد تا خنک شوند. پتری دیش های خنک شده حاوی نمونه های خشک شده، وزن گردیدند و در نهایت میزان رطوبت محاسبه شد.

اندازه‌گیری پروتئین بر اساس روش کلدال انجام شد. ۱ گرم از نمونه خشک شده، در بالن مخصوص روی هیتر با دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۰-۳۰ دقیقه قرار گرفت. یک عدد ارلن زیر لوله خنک کننده نصب شد و ۵۰ میلی‌لیتر اسید بوریک ۳ درصد که حاوی چند قطره معرف توشیرو بود به آن منتقل گردید. به مرور رنگ اسید بوریک تغییر کرد و از رنگ ارغوانی به بی رنگ تغییر یافت. سپس توسط اسید بوریک ۰/۱ نرمال تیتر شد و مقدار پروتئین خام از طریق فرمول مربوطه محاسبه گردید.

اندازه گیری چربی با استفاده از دستگاه سوکسله، آون و حلال n– هگزان انجام شد. ۲ گرم از نمونه در کاغذ صافی در داخل بالن دستگاه سوکسله قرار گرفت. حلال درون محفظه پائینی دستگاه قرار گرفت و روی دمای ۴۰ درجه سانتی گراد تنظیم شد و در مدت ۴۵ دقیقه چربی نمونه شسته شد و چربی در محفظه پایین باقی ماند. پس از خشک شدن کاغذ صافی بدون چربی در آون، وزن آن اندازه گیری و درصد چربی با استفاده از فرمول مربوطه محاسبه گردید.

برای اندازه‌گیری خاکستر از بوته‌های چینی، آون دسیکاتور استفاده گردید. ۲ گرم نمونه خشک شده با ۳ تکرار در داخل بوته کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند. زمانی که نمونه ها به رنگ خاکستری در آمدند، از کوره خارج و به داخل دسیکاتور انتقال یافتند. پس از خنک شدن، وزن بوته های چینی حاوی نمونه سوخته ثبت گردید و در نهایت درصد خاکستر محاسبه شد.

۴.۲. اندازه‌گیری اسیدهای چرب

نمونه های ماهی لازم برای سنجش پروفایل اسیدهای چرب در شروع و پایان دوره از مخزن پرورشی هر واحد آزمایش صید شدند و پس از قرار دادن در میکروتیوب و ازت مایع فریز و به آزمایشگاه دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان انتقال و در ۸۰ - درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز نگهداری شدند. تعداد ماهیان نمونه برداری شده از هر حوضچه در شروع عادت‌دهی ۲۰ قطعه و پایان عادت‌دهی ۵ قطعه بود.

برای استخراج چربی از دکانتور، متانول و محلول کلروفرم استفاده شد. برای جداسازی چربی از حلال، ظرف های شیشه‌ای که محتوی چربی و حلال بودند در حمام آب گرم قرار گرفتند و گاز نیتروژن به درون ظرف وارد گردید. به این ترتیب، پس از چند دقیقه حلال تبخیر و از ظرف خارج گردید و در نهایت چربی باقی ماند (Folch *et al*., 1957).

به منظور استری کردن چربی، از روش Firestone و همکاران (۱۹۹۸) استفاده شد. برای بررسی و شناسایی اسیدهای چرب موجود در نمونه از دستگاه گاز کروماتوگراف (Philips, Sussex, England) مجهز به ستون کاپیلاری از نوع SGE BPX (60 m × 0.32 mm ID × 0.25 µm- film thickness) و آشکارساز یونش شعله‌ای (flame ionization detector: FID) استفاده گردید. از مقایسه زمان بازداری کروماتوگرام های نمونه مجهول با کروماتوگرام های بدست آمده از محلول استاندارد اسیدهای چرب متیل استر، اسیدهای چرب موجود در عضله ماهی شناسایی شد و نتایج بصورت

درصد به دست آمد.

۵.۲. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های آماری با استفاده از نرم افزارآماری SPSS (IBM SPSS statistics V.25) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای کنترل نرمال بودن داده‌ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov و برای همگنی واریانس ها از آزمون Levene و جهت مشخص نمودن اختلاف میانگین شاخص های رشد، پروفایل اسیدهای چرب و آنالیز لاشه از آنالیز واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) استفاده شد. مقایسه میانگین ها به وسیله آزمون Tukey و سطح معنی دار در آنالیزها، $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

۳. نتایج

۱.۳. شاخص‌های رشد

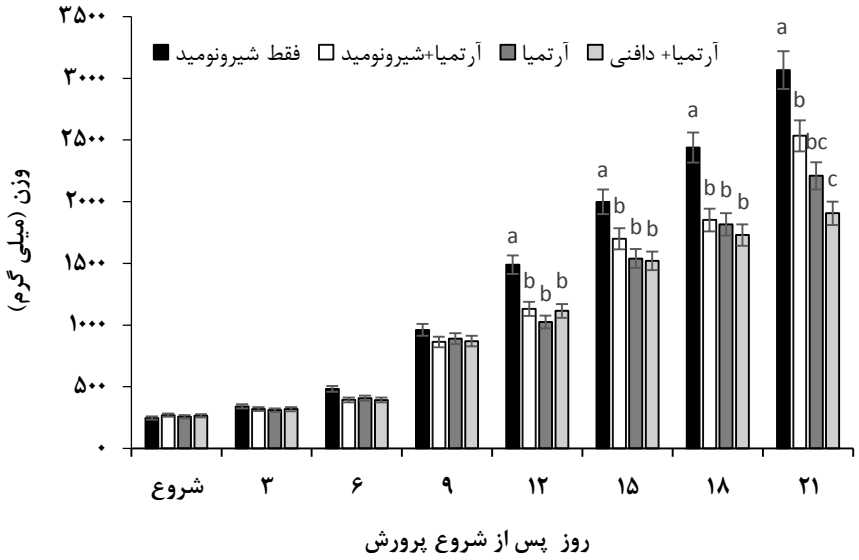
در پایان دوره ۲۱ روزه عادت‌دهی بچه ماهیان به غذای دستی، با زیست سنجی بچه ماهیان شاخص های رشد محاسبه گردید که نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است. وزن نهایی، میزان رشد، ضریب تبدیل غذا و شاخص رشد روزانه در تیمار ۴ که در مرحله پرورش لاروی فقط از شیرونومید تغذیه کرده بودند، بطور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود. نرخ رشد ویژه و شاخص وزن بدن در تیمار ۴ (فقط شیرونومید) بالاتر از همه تیمارها و با تیمارهای ۱ (آرتمیا و دافنی) و ۲ (فقط آرتمیا) دارای اختلاف معنی دار بود. ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۴ (فقط شیرونومید) پایین‌تر از همه بود ($P<0/05$). بین تیمارهای مختلف در ارتباط با شاخص وضعیت و درصد بقا اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0/05$).

مراحل رشد تاسماهیان ایرانی این تحقیق با استفاده از شیرونومید و غذای خشک فرموله شده برای عادت دهی به غذای خشک در شکل ۱ قابل مشاهده است. در پایان روز سوم که همه تیمارها در ۶ وعده غذایی از شیرونومید تغذیه کردند، هیچگونه اختلافی بین تیمارها مشاهده نشد. این وضعیت تا پایان روز ششم که بچه ماهیان بطور روزانه از ۵ وعده شیرونومید و ۱ وعده غذای خشک فرموله شده استفاده کرده بودند و همچنین تا پایان روز نهم که بچه ماهیان از ۴ وعده شیرونومید و ۲ وعده غذای خشک فرموله شده استفاده کرده بودند ادامه یافت و هیچگونه اختلاف معنی‌داری در تیمارها مشاهده نشد.

جدول ۲- شاخص‌های رشد در پایان مدت ۲۱ روزه عادت‌دهی به غذای فرموله شده در بچه تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با تیمارهای اولیه تغذیه شده از غذاهای زنده مختلف (میانگین ± خطای استاندارد ؛ n=۳)

شاخص‌های رشد	تیمارهای اولیه			
	آرتمیا و دافنی	فقط آرتمیا	آرتمیا و شیرونومید	فقط شیرونومید
وزن اولیه (گرم)	۰/۲۶ ± ۰/۰۱	۰/۲۶ ± ۰/۰۱	۰/۲۶ ± ۰/۰۱	۰/۲۶ ± ۰/۰۱
وزن نهایی (گرم)	۱/۹۱ ± ۰/۱۰^{c}	۲/۲۱ ± ۰/۰۸^{bc}	۲/۵۳ ± /۰۵^{b}	۳/۰۷ ± ۰/۱۰^{a}
وزن کسب شده (گرم)	۱/۶۴ ± ۰/۱۰^{c}	۱/۹۵ ± ۰/۰۹^{b}	۲/۲۷ ± ۰/۰۷^{bc}	۲/۸۲ ± ۰/۱۰^{a}
افزایش وزن (درصد)	۶۲۴/۴۰ ± ۵۷/۸۸^{b}	۷۶۲/۵۵ ± ۶۸/۶۳^{b}	۸۵۲/۸۰ ± ۸۱/۱۳^{ab}	۱۱۴۷/۸۸ ± ۵۱/۵۳^{a}
رشد روزانه (درصد)	۷/۸۲ ± ۰/۵۰^{c}	۱۰/۷۹ ± ۰/۳۳^{b}	۹/۲۹ ± ۰/۴۱^{bc}	۱۳/۴۳ ± ۰/۵۰^{a}
نرخ رشد ویژه (درصد/ روز)	۹/۴۰ ± ۰/۳۸^{b}	۱۰/۲۳ ± ۰/۳۷^{b}	۱۰/۷۰ ± ۰/۴۰^{ab}	۱۲/۰۱ ± ۰/۲۰^{a}
شاخص وضعیت	۰/۴۸ ± ۰/۰۲	۰/۴۶ ± ۰/۰۰	۰/۴۵ ± ۰/۰۱	۰/۵۱ ± ۰/۰۲
غذای مصرفی (گرم/ ماهی)	۳/۱۴ ± ۰/۰۴^{b}	۳/۲۵ ± ۰/۰۱^{b}	۳/۳۴ ± ۰/۰۵^{b}	۳/۹۳ ± ۰/۱۳^{a}
ضریب تبدیل غذایی	۲/۱۴ ± ۰/۱۱^{a}	۱/۹۴ ± ۰/۰۲۹^{ab}	۱/۶۸ ± ۰/۰۵^{b}	۱/۶۶ ± ۰/۰۲^{b}
بقا (درصد)	۷۷/۴۴ ± ۰/۷۸	۷۶/۰ ± ۰/۵۱	۷۸/۴۴ ± ۱/۸۲	۷۷/۲۲ ± ۰/۹۹

حروف انگلیسی غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارهای مختلف است ($P<0/05$).



شکل ۱- تغییر رشد تاسماهی ایرانی در طی مدت ۲۱ روز عادت‌دهی به غذای خشک تجاری با تیمارهای اولیه تغذیه شده با غذاهای زنده مختلف
حروف انگلیسی غیر مشابه روی هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارهای مختلف است (P<۰/۰۵).

در پایان روز دوازدهم که بچه ماهیان در شبانه روز با ۳ وعده شیرونومید و ۳ وعده غذای خشک فرموله شده تغذیه شده بودند وضعیت تغییر یافت و وزن بچه تاسماهیان تیمار ۴ (فقط شیرونومید) بالاتر از سایر تیمارها شد (P<۰/۰۵). این وضعیت تا پایان روز پانزدهم که بچه ماهیان با ۲ وعده شیرونومید و ۴ وعده غذای خشک فرموله شده تغذیه شده بودند و پایان روز هجدهم که بچه ماهیان با ۱ وعده غذای خشک فرموله شده تغذیه شده بودند ادامه یافت و وزن بچه ماهیان تیمار ۴ بالاتر از سایر تیمارها بود (P<۰/۰۵). در پایان روز بیست و یکم که همه تیمارها در شبانه روز فقط با ۶ وعده غذای خشک فرموله شده تغذیه شده بودند وزن بچه ماهیان تیمار ۴ (فقط شیرونومید) از همه تیمارها بالاتر بود (P<۰/۰۵).

۲.۳. تجزیه بیوشیمیایی تقریبی لاشه

نتایج تجزیه لاشه در پایان مدت ۲۱ روزه عادت دهی به غذای دستی که در جدول ۳ آورده شده است نشان داد رطوبت در تیمار ۱ بالاتر از همه تیمارها بود (P<۰/۰۵). همچنین درصد پروتئین در تیمار ۲ (فقط آرتمیا) بیشتر از تیمار ۱ (آرتمیا + دافنی) بود (P<۰/۰۵). مقدار چربی و خاکستر در تیمار ۴ بالاتر از تیمار ۱ بود (p<۰/۰۵).

جدول ۳- تجزیه تقریبی لاشه تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) تغذیه شده با غذاهای زنده مختلف در پایان مرحله عادت‌دهی به غذای خشک تجاری (میانگین ± خطای استاندارد؛ n=3)

مواد مغذی	تیمارهای اولیه			
	آرتمیا و دافنی	فقط آرتمیا	آرتمیا و شیرونومید	فقط شیرو نومید
رطوبت (درصد)	۸۴/۱۶ ± ۰/۱۳^{a}	۸۳/۱۵ ± ۰/۲۵^{b}	۸۳/۰۸ ± ۰/۱۴^{b}	۸۲/۸۳ ± ۰/۱۸^{b}
پروتئین خام (درصد)	۱۰/۲۵ ± ۰/۲۷^{b}	۱۱/۱۴ ± ۰/۱۲^{a}	۱۰/۹۲ ± ۰/۱۸^{ab}	۱۰/۸۲ ± ۰/۰۲^{ab}
چربی خام (درصد)	۲/۴۴ ± ۰/۰۸^{b}	۲/۵۰ ± ۰/۱۸^{ab}	۲/۵۳ ± ۰/۰۶^{ab}	۲/۶۴ ± ۰/۰۷^{a}
خاکستر (درصد)	۱/۸۵ ± ۰/۰۵^{b}	۱/۹۷ ± ۰/۰۱^{ab}	۲/۰۱ ± ۰/۰۴^{ab}	۲/۰۸ ± ۰/۰۸^{a}

حروف انگلیسی غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارهای مختلف است (P<۰/۰۵).

۳.۳. پروفایل اسیدهای چرب

نتایج مربوط به پروفایل اسیدهای چرب غذاهای زنده مورد استفاده در تغذیه لاروهای تاسماهی ایرانی در این تحقیق که در جدول شماره ۴ آورده شده است نشان دهنده مقادیر متفاوت اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع در این غذاهای زنده است. مجموع اسیدهای چرب تک غیر اشباع در شیرونومید بیشتر از آرتمیا و دافنی بود و کمترین آنها در دافنی مشاهده شد. مجموع امگا ۶ نیز در شیرونومید بالاتر از آرتمیا و دافنی بود و مقدار آن در آرتمیا کمتر از دافنی بود، اما در مورد امگا ۳ مجموع آن در آرتمیا بیشتر از شیرونومید و دافنی بود.

جدول ۴- پروفایل اسیدهای چرب (درصد) غذاهای زنده استفاده شده برای تغذیه لاروهای تاسماهیان ایرانی

		اسیدهای چرب	شیرونومید	آرتمیا	دافنی
اشباع		لوریک اسید	۰/۳۱	۰	۶/۶۳
		میریستیک اسید	۵/۳۲	۱/۱۹	۷/۴۴
		پنتادکانوئیک اسید	۱/۹۵	۰/۲۳	۰
		پالمتیک اسید	۱۹/۸۹	۱۵/۶۳	۱۵/۹۲
		هپتادکانوئیک اسید	۳/۰۵	۲/۳۷	۰/۶۰
		استئاریک اسید	۸/۳۰	۷/۵۲	۹/۲۳
		آراشیدیک اسید	۱/۰۸	۰	۰
غیر اشباع	تک غیر اشباع	میرستولئیک اسید	۴/۸۵	۱/۷۶	۰
		پنتادکونوئیک اسید	۱/۰۷	۰/۴۱	۰
		پالمیتولئیک اسید	۹/۴۰	۴/۵۹	۴/۱۱
		هپتادکونیک اسید	۲/۸۵	۲/۳۰	۰/۳۵
		ایکوزونیک اسید	۰/۶۰	۲/۱۳	۰/۶۰
		دکوزونیک اسید	۰	۰/۲۳	۰
	امگا۳	آلفا لینولنیک اسید	۳/۳۴	۲۳/۳۲	۲/۷۹
		ایکوزاترونیک اسید	۰	۰/۲۱	۰
		ایکوزاپنتانوئیک اسید	۰/۶۲	۰/۳۷	۲/۵۸
		دوکوزاپنتانوئیک اسید	۰	۰	۰/۳۰
		دوکوزاهگزانوئیک اسید	۰/۰۶	۰/۰۴	۱/۶۲
	امگا۶	لینولئیک اسید	۱۷/۱۷	۹/۷۸	۱۲/۹۸
		گاما لینولئیک اسید	۰/۶۸	۰/۴۳	۰
		اوکتادکاترینوئیک اسید	۰	۰	۰
		آراشیدونیک اسید	۱	۱/۰۴	۲/۹۶
		ادرانیک اسید	۰	۰/۲۶	۰
		دوکوزاپنتانوئیک اسید	۰	۰	۰
	امگا۹	اولئیک اسید	۱۸/۴۸	۲۶/۱۳	۳۲/۳۷
جمع		اشباع	۳۹/۹	۲۶/۹۴	۳۹/۸۲
		تک غیر اشباع	۱۸/۷۷	۱۱/۴۱	۵/۰۶
		امگا ۳	۴/۰۲	۲۳/۹۴	۷/۲۹
		امگا ۶	۱۸/۸۵	۱۱/۵۱	۱۵/۴۴
		امگا ۳ و امگا ۶	۲۲/۴۵	۳۵/۴۵	۲۲/۷۳

نتایج مربوط به پروفایل اسیدهای چرب در بدن تاسماهی ایرانی در شروع تحقیق که در جدول ۵ آمده است، نشان داد که بین اسیدهای اشباع، مقدار میریستیک اسید در تیمار ۴ (فقط شیرونومید) بالاتر از تیمار ۱ (آرتمیا + دافنی) و تیمار ۲ (فقط آرتمیا) بود ($P<0/05$). مقدار پنتادکانوئیک اسید در تیمارهای تغذیه شده با شیرونومید بالاتر از تیمارهای تغذیه شده با آرتمیا و آرتمیا + دافنی بود. استئاریک اسید در تیمار ۱ (آرتمیا + دافنی) بالاتر از تیمار ۴ (فقط شیرو نومید) بود ($P<0/05$). مجموع اسیدهای چرب اشباع در تیمار ۱ (آرتمیا + دافنی) بالاتر از همه تیمارها بود ولی با تیمارهای تغذیه شده با شیرونومید اختلاف معنی‌داری نداشت.

جدول ۵- پروفایل اسیدهای چرب (درصد) تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) تغذیه شده با غذاهای زنده مختلف در شروع مرحله عادت‌دهی به غذای خشک تجاری (میانگین ± خطای استاندارد؛ n=3)

		تیمارهای اولیه			
	اسیدهای چرب	آرتمیا + دافنی	آرتمیا	آرتمیا + شیرونومید	شیرونومید
اشباع	لوریک اسید	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۲ ± ۰/۰۲	۰/۰۶ ± ۰/۰۲
	میریستیک اسید	۱/۲۲ ± ۰/۲۵^{b}	۱/۰۱ ± ۰/۴۲^{b}	۲/۷۸ ± ۰/۰۸^{a}	۳/۲۶ ± ۰/۱۶^{a}
	پنتادکانوئیک اسید	۰/۶۷ ± ۰/۰۹^{b}	۰/۳۶ ± ۰/۱۵^{b}	۱/۲۸ ± ۰/۰۷^{a}	۱/۲۳ ± ۰/۰۵^{a}
	پالمتیک اسید	۲۴/۱۲ ± ۰/۸۸	۲۱/۶۵ ± ۱/۹۳	۱۸/۹۵ ± ۰/۲۸	۱۸/۸۶ ± ۰/۴۹
	هپتادکانوئیک اسید	۱/۸۹ ± ۱/۰۵	۱/۰۶ ± ۰/۳۹	۲/۶۸ ± ۰/۱۶	۲/۷۲ ± ۰/۰۵
	استئاریک اسید	۱۲/۱۷ ± ۰/۴۵^{a}	۷/۵۰ ± ۰/۶۹^{b}	۹/۹۳ ± ۰/۴۵^{ab}	۸/۹۸ ± ۰/۲۸^{b}
تک غیر اشباع	میرستولئیک اسید	۰/۲۴ ± ۰/۳۵^{b}	۰/۴۴ ± ۰/۳۳^{ab}	۱/۶۸ ± ۰/۱۵^{ab}	۲/۲۰ ± ۰/۵۱^{a}
	پنتادسنوئیک اسید	۰/۰۵ ± ۰/۰۴^{b}	۰/۱۲ ± ۰/۰۵^{b}	۰/۵۱ ± ۰/۰۲^{a}	۰/۶۱ ± ۰/۰۷^{a}
	پالمیتولئیک اسید	۵/۶۲ ± ۱/۵۶	۷/۱۹ ± ۰/۹۳	۸/۳۵ ± ۰/۰۳	۹/۱۱ ± ۱/۱۰
	هپتادسنوئیک اسید	۱/۴۶ ± ۰/۰۲	۱/۲۹ ± ۰/۶۸	۳/۲۲ ± ۰/۱۴	۳/۱۵ ± ۰/۴۹
	ایکوزونوئیک اسید	۱/۳۹ ± ۰/۷۱	۱/۳۴ ± ۰/۸۴	۱/۶۰ ± ۰/۸۹	۱/۳۵ ± ۰/۹۰
	دکوزونیک اسید	۱/۰۱ ± ۰/۷۱	۱/۱۸ ± ۰/۸۳	۱/۲۶ ± ۰/۸۹	۱/۲۸ ± ۰/۹۰
غیر اشباع	آلفا لینولنیک اسید	۱/۳۹ ± ۰/۰۵	۱/۴۰ ± ۰/۰۵	۱/۶۰ ± ۰/۰۴	۱/۳۵ ± ۰/۱۳
	ایکوزاتریونوئیک اسید	۰/۰۸ ± ۰/۰۸^{b}	۰/۲۹ ± /۰۱^{ab}	۰/۴۲ ± ۰/۰۶^{a}	۰/۴۴ ± ۰/۰۴^{a}
امگا ۳	ایکوزاپنتانوئیک اسید	۳/۸۵ ± ۰/۳۰^{a}	۲/۴۶ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۸۴ ± ۰/۰۲^{c}	۰/۸۹ ± ۰/۱۳^{c}
	دوکوزاهپتانوئیک اسید	۱/۷۲ ± ۰/۰۱	۰/۹۰ ± ۰/۰۸	۰/۶۳ ± ۰/۰۲	۰/۵۷ ± ۰/۰۸
	دوکوزاهگزانوئیک اسید	۵/۸۴ ± ۰/۳۷^{ab}	۶/۷۵ ± ۰/۸۵^{a}	۳/۲۴ ± ۰/۰۲^{b}	۳/۴۱ ± ۰/۶۳^{b}
امگا ۶	لینولئیک اسید	۴/۴۱ ± ۱/۴۲^{b}	۶/۷۶ ± ۱/۲۷^{ab}	۱۱/۳۳ ± ۰/۶۶^{a}	۱۰/۷۲ ± ۰/۴۵^{a}
	گاما لینولئیک اسید	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۵۴ ± ۰/۱۲	۱/۵۴۰ ± ۰/۲۱	۱/۸۵ ± ۰/۱۱
	اوکتادکاترینوئیک اسید	۰/۲۴ ± ۰/۰۶^{b}	۰/۳۱ ± ۰/۰۶^{b}	۰/۹۱ ± ۰/۱۲^{a}	۰/۸۵ ± ۰/۰۰^{a}
	آراشیدونیک اسید	۵/۰۸ ± ۰/۳۹^{a}	۲/۹۶ ± ۰/۳۸^{b}	۴/۷۶ ± ۰/۴۵^{ab}	۴/۴۷ ± ۰/۱۸^{ab}
	دوکوزاترانوئیک اسید	۰/۱۷ ± ۰/۰۴^{b}	۰/۲۱ ± ۰/۰۰^{b}	۰/۸۸ ± ۰/۰۷^{a}	۰/۸۲ ± ۰/۱۳^{a}
	دوکوزاپنتانوئیک اسید	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۲ ± ۰/۰۲
امگا ۹	اولئیک اسید	۲۸/۵۰ ± ۰/۹۷^{b}	۳۵/۳۷ ± ۰۴۰^{a}	۲۲/۷۲ ± ۰/۵۶^{c}	۲۲/۷۵ ± ۰/۱۰^{c}
جمع	اشباع	۴۰/۰۷ ± /۸۵^{a}	۳۱/۱۲ ± ۰/۵۸^{b}	۳۵/۶۳ ± ۱/۳۸^{ab}	۳۵/۱۱ ± ۱/۳۵^{ab}
	تک غیر اشباع	۸/۶۶ ± ۰/۴۳	۱۰/۵۰ ± ۰/۵۳	۱۵/۲۶ ± ۰/۵۸	۱۶/۶۱ ± ۰/۶۴
	امگا ۳	۱۲/۸۷ ± ۰/۴۳^{a}	۱۱/۸۰ ± ۰/۴۹^{a}	۶/۷۴ ± ۰/۲۲^{b}	۶/۶۵ ± ۰/۲۴^{b}
	امگا ۶	۹/۹۰ ± ۰/۴۸^{b}	۱۰/۷۵ ± ۰/۵۲^{b}	۱۹/۴۲ ± ۰/۸۲^{a}	۱۸/۷۳ ± ۰/۷۷^{a}
	امگا ۳ و امگا ۶	۲۲/۷۷ ± ۰/۴۶	۲۲/۵۵ ± ۰/۵۰	۲۶/۱۵ ± ۰/۶۴	۲۵/۳۸ ± ۰/۶۱
	DHA/EPA	۱/۵۲ ± ۰/۰۲^{b}	۲/۷۵ ± ۰/۳۷^{a}	۳/۸۴ ± ۰/۱۱^{a}	۳/۸۲ ± ۰/۱۳^{a}

حروف انگلیسی غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارهای مختلف است ($P<0/05$).

در مورد اسیدهای چرب تک غیر اشباع، میرستولئیک اسید در تیمار ۴ بالاتر از تیمار ۱ بود. همچنین پنتادسنوئیک اسید در تیمارهای تغذیه شده با شیرونومید بالاتر از تیمارهایی تغذیه شده با آرتمیا و آرتمیا + دافنی بود (P<۰/۰۵). مجموع اسیدهای تک غیر اشباع در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (P>۰/۰۵).

در خصوص اسیدچرب غیر اشباع امگا ۳، ایکوزاتریونوئیک اسید در تیمار ۴ بالاتر از تیمار ۱ بود. ایکوزاپنتانوئیک اسید در تیمار ۱ از همه تیمارها بالاتر بود و دوکوزاهگزانوئیک اسید در تیمار ۲ بالاتر از تیمارهای تغذیه شده با شیرونومید بود (P<۰/۰۵). مجموع اسیدهای چرب امگا ۳ در تیمارهای ۱ و ۲ بیشتر از تیمارهای تغذیه شده با شیرونومید بود (P<۰/۰۵).

در خصوص اسیدهای چرب غیر اشباع امگا ۶، لینولئیک اسید در تیمار ۴ بالاتر از تیمار ۱ بود، اوکتادکاترینوئیک اسید و دوکوزاتترانوئیک اسید در تیمارهای تغذیه شده با شیرونومید بالاتر از تیمار ۱ و ۲ بودند (P<۰/۰۵). آراشیدونیک اسید در تیمار ۱ بالاتر از همه تیمارها بود ولی با تیمارهای تغذیه شده با شیرونومید اختلاف معنی داری نداشت. مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع امگا ۶ در تیمارهای تغذیه شده با شیرونومید بالاتر از تیمارهای تغذیه نشده با شیرونومید بودند (P<۰/۰۵). اسیدچرب غیر اشباع امگا ۹ در تیمار ۲ بالاتر از همه تیمارها بود (P<۰/۰۵). مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع امگا ۳ و امگا ۶ در تیمار۴ (فقط شیرونومید) از همه بالاتر بود ولی اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارها نداشت.

نتایج پروفایل اسیدهای چرب مختلف در پایان دوره عادت‌دهی که در جدول ۶ آورده شده است، نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در میزان اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع در بین تیمارهای مختلف بود. مجموع اسیدهای چرب اشباع و اسیدهای چرب غیر اشباع تک، امگا ۳، امگا ۶، مجموع امگا ۳ و امگا ۶ و همچنین امگا ۹ در پایان مرحله عادت دهی نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در همه تیمارها بود (P>۰/۰۵).

۴. بحث و نتیجه گیری

هدف از این مطالعه، عادت‌دهی تاسماهی ایرانی به غذای خشک در کمترین سن و در کوتاه ترین زمان ممکن با رشد و بقای بیشتر بود. علاوه بر آن تاثیرات تغذیه از غذاهای زنده مختلف بر شاخص‌های رشد، ترکیب لاشه و پروفایل اسیدهای چرب مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق، بچه تاسماهیانی که در مرحله لاروی و شروع تغذیه فعال از لارو شیرونومید تغذیه کرده بودند، در مرحله عادت دهی به غذای دستی از وزن و رشد بالاتری نسبت به بچه تاسماهیان تیمارهای دیگر برخوردار شدند و پس از آنها نیز بچه تاسماهیانی قرار داشتند که از آرتمیا و شیرونومید برای تغذیه آنها استفاده شده بود که نشان دهنده تاثیر مثبت تغذیه از شیرونومید بر شاخص های رشد است. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات قبلی در خصوص استفاده از غذای زنده برای تغذیه، استفاده از غذای مخلوط برای عادت‌دهی و استفاده از غذای زنده منجمد برای تغذیه بچه ماهیان مطابقت داشت (حمیداوغلی و همکاران ۲۰۱۳، طاعتی و همکاران ۲۰۱۸، Williot *et al.*, 2005).

در این تحقیق روند رشد تاسماهیان تیمارهای مختلف در طی مدت عادت دهی نشان داد که با افزایش سن بچه ماهیان، اختلاف وزن در تیمارهای مختلف نمایان می‌شود و بچه ماهیانی که قبل از شروع عادت‌دهی با شیرونومید تغذیه شده بودند از وزن بالاتر و معنی داری نسبت به بقیه تیمارها برخوردار شدند. با توجه به اینکه ماهیان به تدریج به غذای جدید عادت می‌نمایند به نظر می‌رسد بچه ماهیانی که با غذاهای دیگری تغذیه شده بودند نیاز به مدت زمان بیشتری برای عادت‌پذیری به غذای جدید داشته اند و امکان جذب مواد مغذی حاصل از شیرونومید به تدریج در آنها امکان پذیر شده است. اما بچه ماهیانی که قبل از عادت دهی با شیرونومید تغذیه شده بودند نیاز به زمان برای جذب تدریجی آن نداشته و بیشتر مواد مغذی حاصل از شیرونومید در این مرحله از عادت پذیری صرف رشد آنها شده است.

جدول ۶- پروفایل اسیدهای چرب (درصد) تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) تغذیه شده با غذاهای زنده مختلف در پایان مرحله عادت‌دهی به غذای خشک تجاری (میانگین ± خطای استاندارد؛ n=3)

			تیمارهای اولیه			
			آرتمیا + دافنی	آرتمیا	آرتمیا + شیرونومید	شیرونومید
اشباع		لوریک اسید	۰/۰۳ ± ۰/۰۳	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۰ ± ۰/۰۰	۰/۰۴ ± ۰/۰۴
		میریستیک اسید	۳/۶۴ ± ۰/۷۸	۵/۰۶ ± ۰/۱۴	۵/۴۲ ± ۰/۰۲	۴/۹۲ ± ۰/۰۶
		پنتادکانوئیک اسید	۱/۱۹ ± ۰/۳۳	۰/۵۶ ± ۰/۳۳	۰/۹۳ ± ۰/۴۸	۰/۶۱ ± ۰/۱۴
		پالمتیک اسید	۲۰/۹۴ ± ۰/۷۹	۲۰/۷۰±۰/۴۶	۲۰/۰۸ ± ۰/۰۶	۱۹/۹۲ ± ۰/۱۷
		هپتادکانوئیک اسید	۱/۵۳ ± ۰/۶۶	۱/۷۴ ± ۰/۶۶	۰/۹۲ ± ۰/۰۰	۲/۰۷ ± ۰/۱۷
		استئاریک اسید	۶/۱۵ ± ۱/۶۷	۳/۹۴ ± ۰/۶۹	۳/۴۵ ± ۰/۱۴	۴/۵۷ ± ۰/۰۵
غیر اشباع	تک غیر اشباع	میرستولئیک اسید	۰/۵۴ ± ۰/۲۳	۰/۲۵ ± ۰/۰۵	۰/۳۳۸ ± ۰/۰۰	۰/۴۴۵ ± ۰/۱۰
		پنتادسنوئیک اسید	۰/۱۳ ± ۰/۰۴	۱/۹۵ ± ۱/۳۸	۰/۴۷ ± ۰/۰۶	۲/۲۴ ± ۰/۴۳
		پالمیتولئیک اسید	۷/۸۹ ± ۲/۰۳	۷/۹۱ ± ۱/۱۲	۶/۴۳ ± ۰/۱۶	۸/۵۶ ± ۰/۴۷
		هپتادسنوئیک اسید	۰/۴۵ ± ۰/۱۰	۰/۸۰ ± ۰/۲۵	۰/۴۵ ± ۰/۰۳	۰/۸۸ ± ۰/۱۵
		ایکوزونوئیک اسید	۴/۹۷ ± ۳/۵۱	۷/۲۳ ± ۵/۱۱	۷/۷۲ ± ۵/۴۶	۶/۹۰ ± ۴/۸۸
		دکوزونیک اسید	۳/۰۸ ± ۱/۸۷	۴/۶۶ ± ۰/۲۵	۴/۷۲ ± ۰/۰۷	۲/۴۵ ± ۲/۴۵
	امگا ۳	آلفا لینولنیک اسید	۲/۶۶ ± ۱/۹۴	۰/۶۵ ± ۰/۳۰	۰/۸۱ ± ۰/۰۰	۰/۸۳ ± ۰/۰۳
		ایکوزاتریونوئیک اسید	۰/۲۸ ± ۰/۰۵	۰/۲۱ ± ۰/۰۴	۰/۲۸ ± ۰/۰۲	۰/۲۸ ± ۰/۰۴
		ایکوزاپنتانوئیک اسید	۳/۴۴ ± ۰/۴۰	۳/۹۸ ± ۰/۴۱	۴/۱۰ ± ۰/۱۷	۳/۷۵ ± ۰/۱۳
		دوکوزاهپتانوئیک اسید	۱/۳۰ ± ۰/۲۲	۱/۱۸ ± ۰/۱۲	۱/۲۵ ± ۰/۰۲	۱/۰۱ ± ۰/۰۵
		دوکوزاهگزانوئیک اسید	۷/۱۳ ± ۳/۰۸	۱۰/۱۵ ± ۱/۴۱	۱۰/۳۹ ± ۱/۱۴	۸/۶۹ ± ۰/۳۶
	امگا ۶	لینولئیک اسید	۶/۵۸ ± ۰/۵۹	۵/۶۶ ± ۰/۳۵	۷/۰۹ ± ۰/۹۶	۷/۱۳ ± ۰/۹۳
		گاما لینولئیک اسید	۰/۱۱ ± ۰/۱۱	۰/۲۳ ± ۰/۰۹	۰/۲۸ ± ۰/۰۳	۰/۲۸ ± ۰/۱۰
		اوکتادکاترینوئیک اسید	۰/۳۸ ± ۰/۰۸	۰/۲۲ ± ۰/۰۹	۰/۱۸ ± ۰/۰۴	۰/۱۹ ± ۰/۰۲
		آراشیدونیک اسید	۲/۱۴ ± ۰/۰۴	۰/۶۴ ± ۰/۰۲	۰/۵۴ ± ۰/۰۷	۰/۶۲ ± ۰/۱۲
		دوکوزاتترانوئیک اسید	۰/۳۷ ± ۰/۱۱	۰/۰۹ ± ۰۵/۰۲	۰/۱۰ ± ۰/۰۶	۰/۱۲ ± ۰/۰۱
		دوکوزاپنتانوئیک اسید	۰/۲۱ ± ۰/۲۲	۰/۰۹ ± ۰/۰۱	۰/۲۰ ± ۰/۰۳	۰/۱۵ ± ۰/۱۰
	امگا ۹	اولئیک اسید	۲۵/۰۲ ± ۰/۹۷	۲۲/۱۱ ± ۱/۳۲	۲۳/۸۶ ± ۰/۳۰	۲۳/۲۶ ± ۰/۵۶
جمع		اشباع	۳۳/۴۷ ± ۱/۵۰	۳۱/۹۹ ± ۱/۴۹	۳۰/۸۰ ± ۱/۴۹	۳۲/۱۲ ± ۱/۴۱
		تک غیر اشباع	۱۶/۹۲ ± ۰/۶۸	۲۲/۸۰ ± ۰/۶۵	۲۰/۱۳ ± ۰/۶۴	۲۱/۴۹ ± ۰/۶۸
		امگا ۳	۱۴/۸۰ ± ۰/۶۰	۱۶/۱۷ ± ۰/۷۹	۱۶/۸۳ ± ۰/۸۰	۱۴/۶۴ ± ۰/۶۶
		امگا ۶	۹/۷۹ ± ۰/۵۰	۶/۹۲ ± ۰/۴۲	۸/۳۹ ± ۰/۵۴	۸/۴۸ ± ۰/۵۴
		امگا ۳ و امگا ۶	۲۴/۵۹ ± ۰/۵۵	۲۳/۰۹ ± ۰/۶۴	۲۲/۲۵ ± ۰/۶۸	۲۳/۱۲ ± ۰/۶۰
		DHA/EPA	۲/۰۰ ± ۰/۶۶	۲/۵۴ ± ۰/۰۹	۲/۵۳ ± ۰/۱۷	۲/۳۲ ± ۰/۰۲

حروف انگلیسی غیر مشابه در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارهای مختلف است (P<۰/۰۵).

همچنین معمولا استفاده از غذاهای زنده باعث بهبود عملکرد دستگاه گوارش ماهی می‌شود و تغذیه طولانی تر از شیرونومید در تیمارهای تغذیه شده با آن باعث افزایش کارایی هضم و جذب غذای خشک فرموله در طی مدت عادت دهی شده است. این تحقیق نشان داد که تغذیه اولیه از شیرونومید در ارتقا شاخص های رشد در مرحله عادت‌دهی به غذای خشک موثر است. همچنین عادت‌دهی بچه تاسماهیان ایرانی با استفاده از شیرونومید با شاخص های رشد و بقا مناسب در مدت ۲۱ روز با موفقیت قابل انجام است.

تفاوت در ترکیب لاشه یا ترکیب شیمیایی بدن ماهی در ارتباط با غذای دریافتی و حتی درصد مقدار غذاهای روزانه است. علاوه بر آن، ترکیب شیمیایی بدن یک گونه ماهی به عواملی از قبیل سن، جنس، درجه حرارت و عوامل محیطی دیگر بستگی دارد (Razavi Shirazi, 2001). در این تحقیق در مرحله عادت دهی تمامی عوامل برای ۴ تیمار یکسان بود و در طول مدت ۲۱ روزه عادت دهی بچه ماهیان فقط با شیرونومید و غذای خشک فرموله شده تغذیه شدند. تنها تفاوت بین تیمارها، تغذیه اولیه آنها در قبل از عادت دهی با غذاهای زنده مختلف بصورت خالص و یا ترکیبی بود. به نظر می‌رسد بعضی از تفاوت های معنی دار در ترکیب لاشه بچه ماهیان در تیمارها به علت تغذیه اولیه آنها باشد. درصد پروتئین فقط در تیمار تغذیه شده با آرتمیا بالاتر از تیمار تغذیه شده با آرتمیا + دافنی بود. چربی و خاکستر در تیمار تغذیه شده با شیرونومید بالاتر از تیمار آرتمیا + دافنی بود. Conceicao و همکاران (۲۰۰۷) عنوان نمودند که گونه‌های مختلف ماهی با توجه به مکانیزم هضم و جذب غذا و نیز دارا بودن سطوح مختلفی از فعالیت ویژه آنزیم‌های گوارشی، عملکردهای متفاوتی در نرخ بهره‌برداری از غذاهای زنده دارند. حافظیه و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که میزان پروتئین خام لاشه در لاروهای تاسماهی ایرانی تغذیه شده با آرتمیا به سطح بالایی می‌رسد. یکی از دلایل افزایش چربی، می‌تواند عملکرد آنزیم لیپاز دستگاه گوارش باشد. به نظر می‌رسد که فعالیت بیشتر آنزیم لیپاز نسبت به آنزیم پروتئاز در دستگاه گوارش تاسماهیان این تحقیق در مواجه با شیرونومید یکی از دلایل بالاتر بودن چربی لاشه در تیمار تغذیه شده با شیرونومید باشد.

اسیدهای چرب واحدهای ساختمانی چربی‌ها هستند. تری گلیسریدها مهمترین فرم ذخیره ای چربی‌ها محسوب می‌شوند و چربی ها بیشتر بصورت تری گلیسرید در بدن جانوران ذخیره می‌شوند. در ساختمان تری گلیسریدها سه اسید چرب وجود دارد. به نظر می‌رسد که بچه تاسماهیان تیمار ۴ (فقط شیرونومید) که از ابتدای تغذیه خارجی با شیرونومید تغذیه شده بودند در تبدیل اسیدهای چرب به تری گلیسرید و ذخیره آن در بدن بهتر عمل کرده اند.

فسفولیپیدها گروه دیگری از چربی‌ها هستند که ساختار آنها مشابه با ساختار تری گلیسرید ها است، با این تفاوت که از دو اسید چرب تشکیل شده اند. مطالعات نشان داده که فسفولیپیدها باعث افزایش هضم چربی ها در بچه ماهیان می‌شوند (Craig and Gatlin, 1997; Kasper and Brown, 2003). به نظر می‌رسد که یکی از دلایل کاهش درصد چربی و افزایش درصد پروتئین در تیمار ۲ (فقط آرتمیا) استفاده از اسیدهای چرب موجود در آرتمیا برای تولید فسفولیپید و افزایش هضم چربی در دستگاه گوارش تاسماهی ایرانی در این تحقیق باشد.

در این تحقیق نتایج میزان ترکیب اسیدهای چرب در شروع عادت‌دهی (لاروهای ۱۱ روزه) که از غذاهای زنده مختلف تغذیه شده بودند، نشان دهنده تاثیر غذاهای زنده روی ترکیب اسیدهای چرب تیمارهای مختلف بود بطوریکه تفاوت معنی‌داری در بین آنها دیده شد. لاروهایی که بطور خالص و یا ترکیبی از شیرونومید تغذیه کرده بودند تفاوت‌های معنی‌داری را با تیمارهایی که از شیرونومید تغذیه نشده بودند، نشان دادند. Taati و همکاران (۲۰۱۸) در خصوص اثرات عصاره شیرونومید پرورشی بر رشد، بازماندگی و ترکیب لاشه تاسماهی ایرانی، Hauville و همکاران (۲۰۱۴) درخصوص اثرات سه غذای ریز دانه مختلف بر موفقیت غذادهی، رشد، اسید چرب و فعالیت آنزیم در لاروهای پمپانو (*Trachinotus carolinus*)، Abano و همکاران (۲۰۱۶) در خصوص تاثیر استفاده از روتیفر آب شیرین *Brachionus calyciflorus* و آرتمیا به عنوان غذای آغازین در رشد و ترکیب اسیدهای چرب گربه ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) و Luo و همکاران (۲۰۱۹) در خصوص تاثیرات نسبت DHA/EPA جیره بر توسعه زودرس، پاسخ آنتی اکسیدانی و متابولیسم چربی روی لارو تاسماهی سیبری با این نتایج مطابقت دارد.

عملکرد تغذیه‌ای لاروهای ماهیان در بهره‌برداری از

یک نوع غذای زنده به عواملی نظیر میزان ترکیبات بیوشیمیایی، میزان آنزیم‌های گوارشی نظیر آمیلاز، لیپاز و پروتئاز بستگی دارد و سطوح فعالیت ویژه آنزیم‌های گوارشی دستگاه گوارش لارو ماهی نیز تا حد زیادی در هضم و جذب غذای زنده خورده شده مؤثر است. لاروهای تاسماهیان در بهره برداری از منابع غذایی زنده مختلف تابع ترکیبات شیمیایی آنها و قابلیت‌های ماهی است. در این تحقیق گونه ماهی تاسماهی ایرانی بود و در قبل از عادت دهی فقط غذاهای زنده ای که لاروها با آن تغذیه شده بودند با یکدیگر متفاوت بود و نتایج متفاوتی از ذخیره اسیدهای چرب در تیمارهای مختلف مشاهده شد. در مرحله عادت دهی به غذای خشک علاوه بر گونه ماهی، نوع غذای زنده و حتی شیوه غذادهی نیز یکسان بود. در مرحله عادت دهی به غذای خشک تجاری همه تیمارها با شیرونومید و غذای خشک فرموله شده تغذیه شدند در نتیجه اختلاف معنی داری در پروفایل اسیدهای چرب در تیمارهای مختلف مشاهده نشد و اثرات غذاهای زنده قبل از عادت‌دهی نیز در طی مدت ۲۱ روزه عادت‌دهی بچه ماهیان به غذای خشک تغییر یافت. در مرحله عادت‌دهی به غذای خشک تجاری که همه تیمارها با شیرونومید و غذای خشک فرموله شده تغذیه شده بودند وضعیت اسیدهای چرب در بچه ماهیان تغییر یافت اما نتایج تیمارها اختلاف معنی داری با همدیگر نداشت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در هر دوره ای از زندگی ماهی، غذای مورد تغذیه اثر خود را بر پروفایل اسیدهای چرب باقی می‌گذارند. تغییر نوع غذای زنده و یا غیر زنده موجب تغییرات در اسیدهای چرب می‌شود که این تغییرات با بیولوژی و فیزیولوژی ماهی در ارتباط است. در پایان مرحله عادت‌دهی پروفایل اسیدهای چرب غیر اشباع در بچه ماهیان بهبود یافت، بطوریکه از مقادیر اسیدهای چرب اشباع کاسته شد و به مقادیر اسیدهای چرب غیر اشباع افزوده شد. این تغییر می‌تواند متاثر از تغذیه بچه ماهیان از غذای فرموله شده و یا شیرونومید در دوره عادت دهی باشد. با توجه به اینکه در مرحله قبل از عادت‌دهی در لاروهای تغذیه شده با شیرونومید مجموع اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره امگا ۶ بطور معنی‌داری بالاتر از تیمارهای تغذیه نشده با شیرونومید بود و همچنین اسیدهای چرب تک اشباع و مجموع امگا ۳ و امگا ۶ نیز در تیمارهای تغذیه شده با شیرونومید بیشتر از سایر تیمارها بود می‌توان بیان نمود که متعادل شدن اسیدهای چرب غیر اشباع در همه تیمارها در پایان مرحله عادت دهی می‌تواند متاثر از تغذیه با شیرونومید باشد.

ماهی مانند سایر جانداران برای تداوم فعالیت های فیزیولوژیک به اسیدهای چرب ضروری احتیاج دارد که باید در جیره این جانداران فراهم شود. تحقیقات نشان داده که اسیدهای چرب موجود در بافت ماهیان رابطه مستقیمی با اسیدهای چرب موجود در جیره دارد (Bell *et al*., 2003; Franciset *et al*., 2006). اسید لینولنیک ((C18:3(n-3)) و اسید لینولئیک ((C18:2(n-6)) از اسیدهای چرب غیر اشباع مهم در جانوران به شمار می‌روند که بدن جانداران قادر به سنتز این اسیدهای چرب نبوده و باید در جیره غذایی جانوران موجود باشد. این اسیدهای چرب، حلقه اول تغییر و ساخت اسیدهای چرب بلند زنجیره هستند. تحقیقات نشان داده که تقریبا تمام ماهیان آب شیرین قابلیت تبدیل اسید چرب لینولئیک اسید به آراشیدونیک اسید ((C24:4(n-6)) و لینولنیک اسید به EPA ((C20:5(n-3)) و در نهایت DHA ((C22:6 (n-3)) را دارا هستند (Kanazawa *et al*., 1979; Sargent *et al*., 2002). تحقیقات مختلف نشان داده که ترکیب اسیدهای چرب بافت ماهیان تحت تاثیر نوع و ترکیب اسیدهای چرب جیره است (Bell *et al*., 2001, 2003; Rousenlund *et al*., 2001). در این تحقیق لاروهای تغذیه شده با شیرونومید در ذخیره سازی DHA در بدن بهتر از سایر تیمارها عمل نمودند، بطوریکه درصد DHA نسبت به EPA در لاروهای تغذیه شده با شیرونومید ۳/۸ به ۱، ولی در لاروهای تغذیه شده با آرتمیا ۲/۷ و لاروهای تغذیه شده با آرتمیا و دافنی ۱/۵ بوده است. در پایان مرحله عادت دهی درصد DHA ذخیره شده در بدن بچه ماهیان

تیمارهای شیرونومید کاهش یافت ولی در بدن بچه ماهیان تیمارهای آرتمیا و آرتمیا + دافنی افزایش پیدا کرد. علت این تغییرات می‌تواند در اثر تغذیه با غذای فرموله شده و یا شیرونومید در طی مدت عادت‌دهی باشد، ولی با توجه به اثرات تغذیه با شیرونومید در مرحله قبل از عادت‌دهی به احتمال قوی تر این تغییرات می‌تواند در اثر تغذیه با شیرونومید باشد. از آنجایی که در مرحله قبل از عادت دهی لاروهای تیمار شیرونومید بطور کامل فقط از شیرونومید تغذیه شده و در مرحله عادت دهی نصف غذای مورد تغذیه آنها غذای فرموله شده بود، میزان ذخیره سازی DHA در آنها نسبت به مرحله قبل از عادت دهی کاهش یافت. برعکس، در تیمارهای دیگر که نصف غذای مورد تغذیه آنها شیرونومید بود، مقدار ذخیرهDHA نسبت به قبل از عادت‌دهی افزایش یافت.

مقایسه نوع و ترکیب اسیدهای چرب سه نوع غذای زنده (شیرونومید، آرتمیا و دافنی) مورد تغذیه لاروهای تاسماهی ایرانی در این تحقیق با ترکیب اسیدهای چرب لاروها نشان دهنده تفاوت هایی بین آنها است. میزان اسیدهای چرب اشباع در لاروهایی که با شیرونومید تغذیه شده بودند کمتر از اسیدهای چرب اشباع شیرونومید بود، ولی مجموع اسیدهای چرب اشباع در لاروهایی که با آرتمیا تغذیه شده بودند بیشتر از اسیدهای چرب آرتمیا بود. درصد اسیدهای چرب تک غیر اشباع، امگا ۳، امگا ۹ و مجموع امگا ۳ و امگا ۶ در لاروهای تغذیه شده با شیرونومید بیشتر از مقادیر آنها در لارو شیرونومید بود، اما در لاروهای تغذیه شده با آرتمیا اسیدهای چرب تک غیر اشباع بیشتر از آرتمیا، اما امگا ۳، امگا ۶ و مجموع امگا ۳ و امگا ۶ کمتر از آرتمیا بود. مقدار آراشیدونیک اسید، EPA و DHA در لاروهای تیمارهای مختلف بیشتر از غذاهای تغذیه شده توسط آنها بود. بالاتر بودن میزان اسیدهای چرب غیر اشباع بدن ماهی نسبت به جیره در تحقیق Najafipour Moghadam و همکاران (۲۰۱۵) روی تاسماهی سیبری نیز به اثبات رسیده بود. آنان بیان داشتند که بالاتر بودن مقادیر EPA و DHA در عضله تاسماهی سیبری نسبت به مقادیر آن در جیره نشان دهنده ابقای انتخابی آنها در عضله و یا بیوسنتز احتمالی آنها از طریق طویل‌سازی یا اشباع زدایی سایر اسیدهای چرب است. مکانیسم این عمل آنزیمی است. بر این اساس به نظر می‌رسد که لاروهای تاسماهی ایرانی در مراحل اول زندگی می‌توانند اسیدهای چرب موجود در جیره را به اسیدهای چرب مورد نیاز خود تبدیل و در بدن ذخیره نمایند.

Ebrahimi (۲۰۱۴) در بررسی خود بیان داشت که نسبت اسیدهای چرب بلند زنجیره در مراحل مختلف تکامل تخم و لارو ماهیان خاویاری به دلایل خصوصیات فیزیولوژیک و عوامل محیطی تغییر می کند. در تحقیق حاضر، نسبت اسیدهای چرب غیر اشباع n-6 به n-3 در ابتدای شروع عادت‌دهی و پایان عادت‌دهی در همه تیمارها تغییر یافت و در پایان دوره نسبت n-6 به n-3 کاهش یافت. در تیمارهای تغذیه شده با شیرونومید نسبت n-6 به n-3 در شروع عادت دهی ۳ به ۱ بود و در پایان عادت دهی به ۰/۵ به ۱ تغییر یافت. بالا بودن نسبت n-6 به n-3 در تیمارهای تغذیه شده در قبل از عادت دهی نشان دهنده توانایی تاسماهی ایرانی در تبدیل اسیدهای چرب کوتاه زنجیره شیرونومید به اسیدهای چرب بلند زنجیره است که در مرحله عادت دهی این توانایی به دلیل تامین نصف جیره از غذای خشک فرموله شده، کاهش یافت. به نظر می‌رسد که بچه تاسماهیان ایرانی تغذیه شده با شیرونومید در تبدیل سایر اسیدهای چرب به اسیدهای چرب امگا ۶ بهتر عمل می‌کنند.

Hanaee و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که اهمیت DHA و مهمتر از آن اهمیت نسبت DHA/EPA در افزایش رشد و ماندگاری بسیار چشم گیر است. در این تحقیق، نسبت DHA/EPAدر پایان مدت عادت دهی در تیمار ۱ (آرتمیا + دافنی) ۲ به ۱، تیمار ۲ (آرتمیا) ۲/۵ به ۱، تیمار۳ (آرتمیا + شیرونومید) ۲/۶ به ۱ و تیمار ۴ (شیرونومید) ۲/۳ به ۱ بود. نسبت DHA/EPA در تیمارها اختلاف معنی‌داری با همدیگر نداشت. در نتیجه درصد بازماندگی بچه ماهیان در تیمارها نیز هیچ اختلاف معنی داری با همدیگر نداشت. نسبت DHA/EPA در قبل

از شروع عادت دهی در تیمارهایی که با شیرونومید تغذیه شده بودند بطور معنی داری بیشتر از سایر تیمارها بود ولی پس از عادت‌دهی به میزان ۲/۵ برابر کاهش یافت و علت آن می‌تواند تامین نیمی از جیره از غذای خشک در طول دوره عادت‌دهی باشد. به نظر می‌رسد که استفاده از شیرونومید در مرحله عادت دهی تاسماهی ایرانی به غذای خشک فرموله شده می‌تواند سبب بهبود نسبت DHA/EPA در آنها و در نتیجه افزایش رشد و ماندگاری شود. همچنین درصد بالای DHA در پایان عادت دهی تاسماهی ایرانی نشان از تاثیر مثبت شیرونومید در افزایش DHA در بچه ماهیان و در نتیجه افزایش بازماندگی دارد. از آنجایی که یکی از دغدغه‌های پرورش دهندگان ماهیان خاویاری و عدم رغبت آنها به پرورش تاسماهی ایرانی بازماندگی پایین این ماهیان در مرحله عادت دهی به غذای خشک فرموله شده است، به نظر می‌رسد استفاده از شیرونومید در مرحله عادت‌دهی و تاثیر آن در افزایش DHA و در نتیجه افزایش بازماندگی، می‌تواند نگرانی‌های پرورش دهندگان را در مورد بازماندگی کم تاسماهی ایرانی برطرف نماید که یکی از اهداف مهم و اصلی این تحقیق بوده است.

لارو شیرونومید در اغلب مزارع تکثیر وپرورش ماهیان خاویاری با احداث سالن های کوچک و با هزینه بسیار کم قابل تولید است و عمده ماده مصرفی برای تولید آن کود حیوانی گاوی است و تولید آن از نظر اقتصادی نسبت به تولید آرتمیا مقرون به صرفه است. در این بین، Hamidoghli و همکاران (۲۰۱۴) و Pour-Ali Fashtami و همکاران (۲۰۱۶) موفق به تولید انبوه شیرونومید در کشور شده‌اند.

در یک نتیجه گیری کلی می‌توان بیان نمود که استفاده از شیرونومید در تغذیه تاسماهی ایرانی در شروع تغذیه تا رسیدن به مرحله شروع عادت دهی می‌تواند سبب افزایش نسبت DHA/EPA، تبدیل اسیدهای چرب غیر اشباع کوتاه زنجیره به بلند زنجیره و در نتیجه بالا رفتن نسبت n-6 به n-3 و همچنین جذب بیشتر چربی در بدن و افزایش شاخص‌های رشد و بقا در مرحله عادت‌دهی گردد.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران کشور به شماره ۹۸۰۱۲۶۰۹ و پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر انجام شد. همچنین از پرسنل مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف پور سیاهکل به خصوص مهندس شاپور غلامی، دکتر مهدی رحمتی، مهندس حامد قاسمی خواه، آرمین شهبازی، سید کریم محمدی و حمید قره داغی که در انجام این تحقیق مشارکت نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۵. منابع

References

Abaho, I., Bwanika, G., Walekhwa, P., Arinaitwe, I.V.A., Kwetegyeka, J. 2016. Fatty acid profiles and growth of African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) larvae fed on freshwater rotifer (*Brachionus calyciflorus*) and Artemia as live starter feeds. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 4(1), 189-196

Agh, N., Noori, F., Irani, A., Van Stappen, G., sorgeloos, P. 2011. Fine tuning of feeding practices for hatchery produced Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) and Beluga sturgeon (*Huso huso*). *Aquaculture Research* 44(3), 335-344.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1998. Official Methods of Analysis, 16th ed. AOAC, Washington, DC, USA, 1141 p.

Azari Takami, Gh. 2009. Reproduction and breeding of sturgeon. University of Tehran Publishing Organization. 401 p. (In Persian).

Bell, J.G., Mc Evoy, J., Tocher, D.R., McGhee, F., Campbell, P.I., Sargent, I.R. 2001. Replacement of fish oil with grape seed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects tissue lipid compositions and patocyte fatty acid metabolism. *The Journal of Nutrition* 131(5), 1535-1543.

Bell, J.G., McGhee, F., Campbell, P.J., Sargent, J.R. 2003. Rapeseed oil as an alternative to marine fish oil in diets of post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*): Changes in flesh fatty acid composition and effectiveness of subsequent fish oil "wash out". *Aquaculture* 218(1-4), 515-528.

Bogut, I., Has-Schon, E., Adamek, Z., Rajković, V., Rajković, V. 2007. *Chironumus plumosus* larvae - A suitable nutrient for freshwater farmed fish. *Poljoprivreda* 13(1), 159-162.

Bronzi, P., Chebanov, M., Michaels, J.T., Wei, Q., Rosenthal, H., Gessner, J. 2019. Sturgeon meat and caviar production: Global update 2017. *Journal of Applied Ichthyology* 35(1), 257-266.

Craig, S.R., Gatlin, D.M. 1997. Growth and body composition of juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*) fed diets containing lecithin and supplemental choline. *Aquaculture* 151(1-4), 259-267.

Chebanov, M., Galich, A. 2011. Sturgeon hatchery manual. Translated by: Falahatkar, B. (2014). Agricultural Education and Natural Resources Research 331 p. (In Persian).

Conceição, L.E.C., Morais, S., Rønnestad, I. 2007. Tracers in fish larvae nutrition: A review of methods and applications. *Aquaculture* 267(1-4), 62-75.

Ebrahimi, A. 2004. The effect of different amounts of protein and fat on growth indices and chemical composition of juvenile beluga carcasses (*Huso huso*) and Persian sturgeon (*Acipenser Percicus*), PhD thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Faculty of Fisheries and Environment, 113 p. (In Persian).

Falahatkar, B. 2014. Feeding and Feed Formulation in Aquatic Organisms. Institute of Technical and Vocational Higher Education, Tehran, 334 p.

Firstone, D. 1998. Oficial methods and recommended practices of the American oil chemistis society - AOCS. 5edn. Vol 1-2

Folch, J., Lees, M., Sloane Stanley, G.H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226(1), 497-509.

Francis, D.S., Turchini, G.M., Jones, P.L., De Silva, S.S. 2006. Effects of dietary oil source on the growth and muscle fatty acid composition of Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*). *Aquaculture* 253(1-4), 547-556.

Hafezieh, M., Kamarudin, M.S., Bin Saad, C.B., Abd Sattar, M.K., Agh, N., Valinassab, T., Sharifian, M., Hosseinpour, H. 2009. Effects of enriched *Artemia urmiana* with HUFA on growth, survival, and fatty acids composition of the Persian sturgeon larvae (*Acipenser persicus*). *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 9(2), 61-72.

Hamidoghli, A., Falahatkar, B., Khoshkholgh, M.R., Sahragard, A. 2014. Production and enrichment of chironomide larvae with different levels of vitamin C and effects on performance of Persian sturgeon larvae (*Acipenser persicus*). *North American Journal of Aquaculture* 76(3), 289-295.

Hanaee, J., Agh, N., Hanaee, M., Delazar, A., Sarker, S.D. 2005. Studies on the enrichment of fish food value. *Animal feed Science and Technology* 120(1-2), 107-112.

Hauville, M.R., Zambonino-Infantle, J.L., Bell, G., Migaud, H., Mine, K.L. 2014. Impacts of three different microdiets on Florida Pompano (*Trachinotus carolinus*), weaning success, growth, fatty acid incorporation and enzyme activity. *Aquaculture* 422-423, 268-276.

Kanazawa, A., Teshima, S.I., Ono, K. 1979. Relationship between essential fatty acid requirements of aquatic animals and the capacity for bioconversion of linolenic acid to highly unsaturated fatty acids. *Comparative Biochemistry and Physiology* 63B (3), 295-298.

Kasper, C.S., Brown, P.B. 2003. Growth improved in juvenile Nile tilapia fed phosphatidylcholine. *North American Journal of Aquaculture* 65(1), 39-43.

Kasumyan, A.O. 1999. Olfaction and taste senses in sturgeon behavior. *Journal of Applied Ichthyology* 15(4-5), 228-232.

Kazemi, S., Aqh, N., Meshkini, S. 2013. Investigation of vegetable oil substitution instead of fish oil to enrich Artemia nauplii (*Artemia urmiana*) and its effects on survival and growth of rainbow trout larvae (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Animal Research* 26(3), 255-266.

Kolkovski, S. 2001. Digestive enzymes in fish larvae and juveniles- implications and applications to formulated diets. *Aquaculture* 200(1), 181-201.

Krasnodembsky, N.Z.1992. Methods of initiating active feeding in sturgeon larvae. Translated by: Sadraei, H., Efatpanah, I. (1997). Publications of the Deputy for Reproduction and Aquaculture of Iran Fisheries, General Directorate of Education and Extension, 34 p. (In Persian).

Luo, L., Ai, L., Liang, X., Xing, W., Yu, H., Zheng, Y., Wu, X., Liang, X., Xue, M. 2019. Effect of dietary DHA/EPA ratio on the early development, antioxidant response and lipid metabolism in larvae of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt). *Aquaculture Nutrition* 25(1), 239-248.

Mohler, J.W., Sweka, J.A., Kahnle, A., Hattala, K., Higgs, A., DuFour, M., Breece, M.W., Fox, D.A. 2012. Growth and survival of hatchery- produced Atlantic sturgeon released as young of-year into the Hudson River, New York. *Journal of Fish and Wildlife Management* 3(1), 23-32.

Najafipour Moghadam, S., Falahatkar, B., Kalbasi Shah Masjedi, M.R. 2015. Changes in dietary and muscle fatty acids in Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt 1869) fed with different levels of lecithin. *Oceanography* 6(12), 97-105. (In Persian).

Pour-Ali Fashtami, H., Alimoradi Kroosnejad, M., Pajand, Z., Yeganeh Raste Kanari, H., Soheil Naghshi, S. 2016. Mass reproduction and breeding of chironomide larvae (*Chironomus albidus*) under breeding conditions, *Journal of Aquaculture Development* 10(3), 69-81. (In Persian)

Qomi, M.R., Shahriari, R. 2018. Comparison of fatty acids and biochemical compounds of the body in juveniles produced by farmed and wild breeders of beluga fish. *Journal of Aquatic Physiology and Biotechnology* 6(1), 79-94. (In Persian).

Razavi Shirazi, H. 2001. Seafood Technology. Naghsh Mehr Publications. 292 p. (In Persian).

Ronyai, A., Feledi, T. 2012. Co-feeding as a weaning procedure in sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) larvae. *Aquaculture Research* 44(9), 1489-1491.

Rosenlund, G., Obach, A., Sandberg, M.G., Standal, H., Tveit, K. 2001. Effect of alternative lipid sources on long-term growth performance and quality of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture Research* 32(s1), 323-328.

Sorgeloos, P., Dhert, P., Candreva, P. 2001. Use of the brine shrimp, Artemia spp., in marine fish larviculture. *Aquaculture* 200(1-2), 147-159.

Spector, A.A., Kaduce, T.L., Hoak, J.C., Fry, G. 1981. Utilization of arachidonic acid and linoleic acid by cultured human endothelial cells. *Journal of Clinical Investigation* 68(4), 1003-1101.

Taati, R., Pourali Fashtami, H.R., Sharifi Ardehjani, H. 2018. Comparison of the effects of nutrient sorbents of farmed chironomidea extract and the amino acid methionine on growth, survival and carcass composition of Persian sturgeon. *Marine Biology* 10(3), 21-28. (In Persian).

Turchini, G.M., Francis, D.S. 2009. Fatty acid metabolism (desaturation, elongation and β-oxidation) in rainbow trout fed fish oil or linseed oil-based diets. *British Journal of Nutrition* 102(1), 69-81.

Volkman, E.T., Pangel, K.L., Rajchel, D.A., Sutton, T.M. 2004. Hatchery performance butes of juvenile lake sturgeon fed two natural food types. *North American Journal of Aquaculture* 66(2), 105-112.

Ware, K.M., Henne, J.P., Hickson, B.H., Charlesworth, K. 2006. Evaluation of six feeding regimens for survival and growth of Shortnose sturgeon fry. *North American Journal of Aquaculture* 68(3), 211-216.

Williot, P., Brun, R., Rouault, T., Pelard, M., Mercier, D. 2005. Attempts at larvalrearing of the endangered western European sturgeon (*Acipenser sturio*) (Acipenseridae), in France. *Cybium* 29(4), 381-387.

Yousefpour, H. 2003. Study to determine the best percentage of feed to live weight in Persian sturgeon. Iranian Scientific Fisheries Journal, Special Issue of the First National Sturgeon Symposium, Rasht, International Sturgeon Institute 169-180. (In Persian).