بهینه‌سازی روش تغذیه بچه تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) از شروع تغذیه فعال تا وزن 5 گرمی

• **محمود حافظیه** *: عضو هیات علمی، موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران صندوق پستی: 14155-6116
• **ناصر آق**: عضو هیات علمی، مرکز تحقیقات آرتمیا و سایر آبزیان دانشگاه ارومیه، صندوق پستی: 165-57153
• **حمیرا حسین پور**: کارشناس ارشد بیولوژی، اداره کل آموزش و پرورش منطقه 5، تهران صندوق پستی: 1435-14156

تاریخ دریافت: فروردین 1388 تاریخ پذیرش: خرداد 1388

چکیده

در این تحقیق سعی شده با آلترناتیوهای مختلف غذایی شامل ناپلیوس آرتمیا ساده و غنی شده با ویتامین C، دافنی و غذای فرموله و ترکیبی از آنها در طول دوره لاروی تا وزن پنج گرمی، بهترین روش تغذیه در این گونه اقتصادی مشخص گردد. بچه ماهیان تازه به تغذیه افتاده قره‌برون با طول و وزن اولیه بترتیب 17/8 میلیمتر 28/2 میلیگرم از مجتمع شهید رجایی ساری به پژوهشکده آرتمیا دانشگاه ارومیه منتقل و پس از 5 روز تغذیه با ناپلئوس آرتمیا بطول 21/4 میلیمتر و وزن 50/5 میلیگرم رسیدند. تخم‌گشایی سیست آرتمیا ارومیانا و تولید دافنی با روشهای استاندارد انجام گردید.

مرحله دوم با تراکم 300 عدد در هر تانکر و با طول و وزن اولیه بترتیب 21/4 میلیمتر و 50/5 میلیگرم و تغذیه از 4 تیمار غذایی شامل ناپلئوس آرتمیا (تیمار 1)، 50 درصد ناپلئوس آرتمیا + 50 درصد غذای کنسانتره (تیمار 2)، ناپلئوس غنی شده با ویتامین C (تیمار 3) و 50 درصد ناپلئوس غنی شده با ویتامین C + 50 درصد غذای کنسانتره (تیمار 4) آغاز گردید. در پایان مرحله دوم که بچه ماهیان به مدت 15 روز و 5 وعده در شبانه‌روز به نسبت 30 درصد وزن بدن از غذای زنده و 10 درصد وزن بدن غذای کنستانتره تغذیه شدند، وزن بچه ماهیان تیمار 1، نسبت به تیمارهای دیگر بطور معنی دار بیشتر بود (P<۰،۰۵). طول بچه ماهیان تیمار 4 بطور معنی‌دار کمتر از سایر تیمارها بود (P<۰،۰۵) در صورتیکه بین تیمارهای 1، 2 و 3 از نظر طول اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰،۰۵). در مرحلهٔ سوم که همه گروههای قبلی بترتیب از 3 تیمار ترکیبی با نسبت 50 و 25سپس غذای زنده و بقیه غذای کنستانتره و در انتها فقط از غذای کنستانتره تغذیه نمودند کلیه بچه ماهیان چهار تیمار مرحله دوم که در این مرحله با آرتمیا و کنسانتره بصورت ترکیبی تغذیه شدند دارای رشد منظم و خوبی بودند و از نظر طول و وزن اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود نداشت (P>۰،۰۵) با این وجود تیمار 1 مرحله دوم (100 ناپلیوس آرتمیا) در ادامه تغذیه شده با 50 درصد ناپلیوس و سپس 25 درصد ناپلیوس و مابقی غذای کنستانتره در پایان دورهٔ آزمایش بعنوان بهترین مدل تغذیه در این ماهیان تا وزن 5 گرمی انتخاب گردیدند. همچنین این تیمارها بالاترین رشد ویژه و کمترین ضریب تبدیل غذایی، بیشترین بازماندگی طی 72 ساعت در معرض شوری 12 و 16 گرم در لیتر را نشان دادند که با سایرتیمارها دارای اختلاف معنی‌دار بودند (P<۰،۰۵).

کلمات کلیدی: تاسماهی ایرانی، *Acipenser persicus*، دوران لاروی، غذای زنده، تغذیه

* پست الکترونیکی نویسندهٔ مسئول:
jhafezieh@yahoo.com

مقدمه

ماهیان خاویاری Acipenseridae بدلیل تولید خاویار گرانبها و گوشت لذیذ، جزء با ارزش‌ترین ماهیان دنیا بحساب می‌آیند. این ماهیان از قدیمی‌ترین مهره‌داران بوده و در دوره کرتاسه متمایز شده‌اند. بنابراین از دیدگاه تکاملی نسبت به ماهیان استخوانی قدمت بیشتری دارند (10). تاکنون 25 گونه از این ماهیان شناسایی شده که 12 گونه از آنها در حال انقراض می‌باشند (5).

امروزه بدلیل تقاضای فوق‌العاده زیاد برای گوشت و خاویار این ماهیان، بسیاری از کشورها از جمله فرانسه، آلمان، روسیه، مجارستان، بلژیک، آمریکا اقدام به پرورش مصنوعی آنها می‌نمایند و این صنعت در کشورهای مختلف دنیا به شدت رو به رشد است. در ایران، دریای خزر 5 گونه ماهی خاویاری به نامهای فیل ماهی *Huso huso*، تاسماهی ایرانی (قره برون) *Acipenser persicus*، تاسماهی روسی (چالباش) *A. guldenstaedtii*، اوزون برون *A. stellatus* و شیپ *A. nudiventris* دارد که بدلیل آلودگی آب و از بین رفتن محلهای تخمریزی و همچنین صید بی‌رویه مخصوصاً بعد از فروپاشی شوروی سابق، جمعیت آنها به شدت کاهش یافته است (6).

از اینرو به منظور حفظ و بازسازی جمعیت این ماهیان چندین مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری در حاشیه دریای خزر احداث شده که هر ساله با صید مولدین، تکثیر مصنوعی آنها و پرورش بچه ماهیان حاصله، میلیونها بچه ماهی 3 تا 5 گرمی به داخل دریا رهاسازی می‌شود. علاوه بر مشکلات مربوط به تکثیر این ماهیان مراکز فوق‌الذکر برای پرورش بچه ماهیانی که با تلاش فراوان بدست آمده‌اند با مشکلات عدیده‌ای مواجه هستند که تلفات بالا در طول دوره پرورش، عدم وجود نیازهای غذایی در مراحل مختلف رشد ماهی و میزان بالای تلفات در هنگام رهاسازی بچه ماهیان به دریا از جمله مهمترین این مشکلات می‌باشند. بنابراین لزوم تحقیقات دقیق برای کاهش یا برطرف کردن مشکلات فوق احساس می‌شود. از طرف دیگر بدلیل کاهش شدید صید ماهیان خاویاری در دریای خزر و شرایط مناسب آب و هوای کشور، باید اقدامات جدی و همه جانبه‌ای درخصوص پرورش این ماهیان در شرایط مصنوعی و کنترل شده انجام گیرد. در این راستا شیلات از چند سال اخیر اقداماتی صورت داده ولی تحقیقات گسترده‌تری باید انجام شود. بنابراین در این تحقیق سعی شده است برای تغذیه ماهی قره‌برون از زمان شروع تغذیه فعال تا وزن رهاسازی به دریا روشهای مختلفی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گیرد تا بتوان بچه ماهیانی با کیفیت بالا و با حداقل تلفات تولید نمود. در حال حاضر بدلیل خشک شدن رودخانه‌های حاشیه دریای خزر، بسیاری از مناطق رهاسازی بچه ماهیان، فاقد شرایط مناسب هستند. این امر باعث تلفات سنگین در زمان رهاسازی بچه ماهیان و هدر رفتن زحمات شبانه‌روزی پرسنل و هزینه‌های بسیار می‌شود که طی دوره تکثیر و پرورش صرف شده است. از اینرو به منظور مشخص کردن اثرات انتقال مستقیم بچه ماهیان از آب شیرین به آب دریا، در پایان دوره تغذیه آزمایشی بچه ماهیان در آب دریا با شوری‌های مختلف نگهداری و بازماندگی آنها محاسبه گردید. امید است این تحقیق زیربنایی برای تحقیقات بعدی در زمینه سایر جنبه‌های پرورش ماهی قره‌برون و دیگر گونه‌های ماهیان خاویاری هم در بعد بازسازی ذخایر در دریای خزر و در بعد پرورش در شرایط مصنوعی باشد.

مواد و روشها

در این تحقیق به منظور بهینه سازی روش تغذیه ماهی قره‌برون (*A. persicus*)، لاروهای دارای کیسه زرده با طول اولیه 18/8 میلیمتر و با وزن تر اولیه 28/2 و وزن خشک 5/2 میلیگرم از مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید رجایی ساری بوسیله کیسه پلاستیکی (1/3 آب و 2/3 اکسیژن) به پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبزی دانشگاه ارومیه انتقال یافت. لاروها پس از هم دمایی (20 دقیقه برای هر درجه اختلاف دما) در داخل تانکر 300 لیتری با جریان آب کافی گذاشته شدند. پس از سه روز لاروها که تنش زدایی و نسبت به شرایط جدید آداپته شدند، شمارش و به تعداد 300 عدد در داخل هر تانکر پلی اتیلن 45 لیتری با حجم آبگیری 25 لیتر قرار گرفتند. با توجه به اینکه 4 تیمار در مرحله دوم آزمایش وجود داشت، با اختصاص 3 تکرار برای هر تیمار بچه ماهیان بین 12 تانکر تقسیم شدند. به منظور تعیین طول و وزن اولیه تعداد 10 لارو مورد زیست‌سنجی قرار گرفتند. سپس هر 5 روز تعداد 5 عدد ماهی از هر تانک جهت محاسبه میزان غذادهی و بررسی رشد طول و وزن برداشت شدند. در هر تانکر، آب با دبی 0/6 لیتر در دقیقه از لوله‌های واقع در بالای آن وارد و از خروجی مجهز به فیلتر خارج می‌گردید. در طول دوره پرورش دما، اکسیژن و pH هر تانکر بصورت روزانه اندازه‌گیری و ثبت شد. ماهیان مرده نیز روزانه از داخل تانکرها برداشته و ثبت می شدند. طول دوره پرورش از شروع تغذیه تا وزن 5 تا 6 گرمی، 45 روز بود که

برای مرحله اول 5 روز، مرحله دوم 15 روز و مرحله سوم 25 روز با سه تفکیک زمانی- تغذیه‌ای اختصاص داده شد.
در این تحقیق تیمارهای تغذیه‌ای در سه مرحله اعمال گردید.
بنابراین کل طرح شامل سه مرحله زیر بود:

مرحله اول : یک روز بعد از انتقال لاروها به داخل تانکرها، قسمت اعظم کیسه زرده لاروها جذب شده و فعالانه در جستجوی غذا بودند. بنابراین غذادهی آغاز گردید و همه آنها به مدت 5 روز با ناپلئوس آرتمیا به میزان 30 درصد وزن بدن به تعداد 5 بار در شبانه‌روز (ساعات 8، 12، 16، 20 و 24) تغذیه شدند (7).

مرحله دوم : در این مرحله بچه ماهیان در قالب چهار تیمار غذایی زیر به مدت 15 روز تغذیه شدند. از غذای زنده به میزان 30 درصد و از غذای کنستانتره به میزان 10 درصد وزن بدن استفاده شد. تعداد غذا دهی 5 بار در شبانه‌روز (ساعات 8، 12، 16، 20 و 24) بود (7).

الف- تیمار1 : ناپلئوس آرتمیا
ب- تیمار2 : 50 درصد ناپلئوس آرتمیا + 50 درصد غذای کنسانتره
ج- تیمار3 : ناپلئوس غنی شده با ویتامین C
د- تیمار4 : 50 درصد ناپلئوس غنی شده با ویتامین C + 50 درصد غذای کنسانتره

مرحله سوم : در این مرحله هر یک از تیمارهای مرحله قبل با سه تیمار غذایی زیر طی سه دوره به مدت 25 روز تغذیه شدند و برای هر تیمار 3 تکرار در نظر گرفته شد. تعداد غذادهی 4 بار در شبانه‌روز (ساعات 8، 12، 17 و 21) انتخاب گردید (7):

الف- تیمار 1 : 50 درصد آرتمیا + 50 درصد غذای کنسانتره طی یک هفته، 25 درصد آرتمیا + 75 درصد غذای کنسانتره طی هشت روز و 100 درصد غذای کنسانتره به مدت 10 روز (غذای زنده براساس 20 درصد و غذای کنسانتره براساس 8 درصد وزن بدن)

ب- تیمار2 : 50 درصد دافنی + 50 درصد غذای کنسانتره طی یک هفته، 25 درصد دافنی + 75 درصد غذای کنسانتره طی هشت روز و 100 درصد غذای کنسانتره به مدت 10 روز (غذای زنده براساس 20 درصد و غذای کنسانتره براساس 8 درصد وزن بدن)

ج- تیمار3 : غذای کنسانتره بلژیکی براساس 8 درصد وزن بدن تا 15 روز و غذای چینه تا پایان دوره براساس 6 درصد وزن بدن غذای کنسانتره مورد استفاده در 15 روز این مرحله (تا وزن حدود 2 گرمی) ساخت شرکت بلژیکی Joosen-Luyckx Aqua Bio Ltd. بود (جدول1) و غذای کنستانتره مورد استفاده بعد از آن تا پایان دوره در این مرحله $SFT_{۲}$ قزل‌آلای رنگین کمان با 48 درصد پروتئین، 11 درصد چربی، 14 درصد خاکستر و 10 درصد رطوبت ساخت کارخانه چینه ایران استفاده گردید.

جدول شماره 1: ترکیب غذای کنسانتره مورد استفاده در تغذیه بچه ماهیان قره برون تا وزن حدود 2 گرم (Joosen-Luyckx Aqua Bio Ltd.) *

پروتئین	50 درصد	ویتامین A	20000 (اکی والان در کیلوگرم)
چربی	15 درصد	ویتامین $D_{۳}$	4000 (اکی والان در کیلوگرم)
فیبر	2 درصد	ویتامین E	400 (میلیگرم در کیلوگرم)
خاکستر	15 درصد	ویتامین C	1100 (میلیگرم در کیلوگرم)
فسفر	1/2 درصد	مس	5 (میلیگرم در کیلوگرم)

- **اجزاء تشکیل دهنده : ماهی با کیفیت بالا و پروتئین‌های دریایی دیگر، روغن ماهی خالص‌سازی شده، فسفولیپیدها، مخمر، ویتامین‌ها، مواد معدنی، آنتی‌اکسیدانها**

در تحقیق حاضر برای غنی‌سازی آرتمیا با ویتامین C از روغن ICES۳۰/۴ ساخت شرکت بلژیکی INVE استفاده شد. برای این منظور به ازاء هر 200 هزار ناپلئوس آرتمیا، 0/4 گرم روغن و 0/04 گرم ویتامین C از نوع آسکوربیک پالمیتات را در 4 میلی‌لیتر آب مقطر ریخته و بوسیله همزن الکتریکی کاملاً بهم زده شد تا ویتامین و روغن بصورت امولسیون درآید. این مایع در دو وعده (2 میلی‌لیتر در هر بار غنی‌سازی) به فاصله 10 ساعت

مورد استفاده قرار گرفت. 24 ساعت بعد از شروع غنی‌سازی متاناپلی‌ها بوسیله صافی 100 میکرونی فیلتر و پس از شستشو به ظروف دیگر با آب تمیز منتقل شدند. برای اطمینان از سلامت و زنده بودن متاناپلی‌های غنی شده، از آنها نمونه‌گیری کرده و زیر لوپ بررسی شدند. برای نگهداری متاناپلی‌ها با حداقل تلفات، جهت تغذیه بچه ماهیان در طول 24 ساعت، در آب با شوری 20 گرم در لیتر و در دمای 4 درجه سانتیگراد یخچال گذاشته شدند.

سیست آرتمیا در شرایط استاندارد در داخل زوک 100 لیتری گذاشته و 24 ساعت بعد ناپلئوس ها جداسازی و شمارش شدند و،پس از محاسبه مقدار مورد نیاز مستقیما به صورت ناپلئوس در مراحل اول و دوم مورد استفاده قرار گرفتند. آرتمیای مورد نیاز برای مرحله سوم این طرح از طریق پرورش در تانک 1000 لیتری به روش ساکن یا بچ کالچر (bach culture system) تهیه گردید. ناپلئوس‌ها پس از تخم‌گشایی و شمارش به تعداد 5 میلیون در تانکر پرورشی که روز قبل از هر نظر آماده شده بود، ذخیره سازی گردیدند. شرایط پرورش عبارت بود از شوری 40-35 میلیگرم در لیتر، دما 25 درجه سانتیگراد، pH بین 8-7. برای تامین اکسیژن و پخش مواد غذایی و خود آرتمیا در حد مطلوب از سیستم AWL (Air-Water-Lift) استفاده شد. برای این منظور تانکر بصورت طولی توسط دیواره نازک شیشه‌ای بطور ناقص به دو قسمت تقسیم شد یعنی انتهای دیواره از هر طرف حدود 30 سانتیمتر با دیواره تانکر فاصله داشت. در هر طرف دیواره شیشه‌ای 6 لوله پی وی سی 4 اینچی که انتهای آنها با زاویه 45 درجه بریده شده بود بصورت چسبیده به کف قرار گرفت و در قسمت فوقانی لوله زانو را طوری با زاویه 30 تا 45 درجه قرار گرفت که نیمی در زیر آب و نیمی در بالای آب باشد. از سوراخ بالای زانوها شیلنگ‌های هوادهی وارد و سیستم هوادهی و جریان آب برقرار گردید. برای غذادهی از مخمر نانوایی و عصاره سبوس گندم که از فیلتر 100 میکرونی عبور داده شده بود، استفاده گردید. غذادهی دو بار در روز با توجه به شفافیت آب (با حفظ شفافیت بالای 25 سانتیمتر) انجام شد. بعد از ده روز برداشت بصورت روزانه با استفاده از شیلنگ و فیلتر آغاز و بعد هر برداشت آب تازه جایگزین گردید (16).

برای پرورش دافنی از حوضچه بتونی 5 مترمکعبی با حجم آبگیری 2/5 مترمکعب آب چاه با pH 8-7 و دمای 29 درجه سانتیگراد استفاده گردید. ارتفاع آب در 50 سانتیمتر تنظیم و یک روز قبل از ذخیره‌سازی با دافنی، 20 گرم در مترمکعب مخمر نانوایی که بخوبی در داخل ظرف حل شده بود، اضافه گردید. دافنی لازم برای ذخیره‌سازی از برکه‌های اطراف ارومیه جمع‌آوری شد. برای پخش شدن مناسب مواد غذایی در داخل حوضچه، هوادهی بوسیله شیلنگ با قطر 1 سانتیمتر انجام گردید. در طول دوره پرورش غذادهی براساس شفافیت 30 سانتیمتر انجام شد و ماده اصلی غذایی مخمر نانوایی بود ولی همراه با آن به مقدار کمی شیرابه پودر غذای ماهی که از فیلتر 100 میکرونی عبور داده شده، استفاده گردید (9).

به منظور تعیین مقاومت بچه ماهیان به شوری، در پایان دوره آزمایش از هر تانکر تعداد 5 عدد ماهی به آب با شوریهای 8، 12 و 16 گرم در لیتر منتقل شدند و میزان تلفات در ساعات 6، 12، 24، 36، 48 و 72 ثبت گردید. آب مورد نیاز از دریای خزر آورده شد و شوری‌های مورد نظر از طریق اضافه کردن آب شیرین و شوری بالا با تبخیر بدست آمد. آب با شوری‌های فوق‌الذکر را به داخل تانکرهای 90 لیتری ریخته و لوله‌های پی وی سی 5 اینچی بطول 25 سانتیمتر با کف توری تهیه و به تعداد 8 عدد در هر تانکر قرار داده شد و 5 عدد ماهی مربوط به هر تکرار در داخل یک لوله گذاشته شد. در تمام مدت 72 ساعت تانکرها بوسیله کپسول اکسیژن، اکسیژن‌دهی شدند.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از برنامه‌های Excel و SPSS استفاده گردید و شاخصهایی مثل رشد ویژه، فاکتور وضعیت و ضریب تبدیل غذایی از طریق فرمولهای زیر محاسبه شد:

- رشد ویژه :

$$SGR = (\ln w_f - \ln w_i) * ۱۰۰ / t$$

SGR : رشد ویژه

$\ln w_f$: لگاریتم وزن نهایی

$\ln w_i$: لگاریتم وزن اولیه

t : دوره رشد بر حسب روز

- فاکتور وضعیت چاقی:

$$cf = w/l^{۳} * ۱۰۰ Cf$$

cf : فاکتور وضعیت

w : وزن ماهی بر حسب گرم

l : طول ماهی بر حسب سانتیمتر

- ضریب تبدیل غذایی :

$$FCR = F / (w_f - w_i)$$

FCR : ضریب تبدیل غذایی

F : مقدار غذای مصرف شده بر حسب گرم

W_f : وزن نهایی بر حسب گرم

W_i : وزن اولیه بر حسب گرم

در نهایت با کمک طرح آماری کاملاً تصادفی نسبت به آنالیز واریانس یکطرفه اقدام و در صورت وجود اختلافات، از آزمون دانکن با سطح اطمینان 95 درصد به منظور مقایسه میانگین‌ها استفاده گردید.

نتایج

- مرحله اول

بچه ماهیان تازه به تغذیه افتاده قره‌برون با طول و وزن تر اولیه بترتیب 18/8 میلیمتر 28/2 میلیگرم پس از 5 روز تغذیه با ناپلئوس آرتمیا به طول 21/4 میلیمتر و وزن تر 50/5 میلیگرم رسیدند. در طول مرحله اول بچه ماهیان تلف شده از سیستم خارج و از بچه ماهیان تانکر ذخیره جایگزین گردید.

- مرحله دوم

مرحله دوم با تراکم 300 عدد در هر تانکر و با طول و وزن تر بترتیب 21/4 میلیمتر و 50/5 میلیگرم آغاز گردید. در پایان مرحله دوم که بچه ماهیان به مدت 15 روز با 4 تیمار غذایی تغذیه شدند، وزن بچه ماهیان تیمار 1 که بصورت 100 درصد از ناپلئوس آرتمیا تغذیه کرده بودند نسبت به تیمارهای دیگر بطور معنی‌داری بیشتر بود. وزن بچه ماهیان مربوط به تیمار 3 که بصورت 100 درصد از ناپلئوس غنی شده با ویتامین C تغذیه کرده بودند نسبت به تیمار 4 بطور معنی‌داری بیشتر بود، در صورتیکه بین وزن بچه ماهیان تیمار 2 و تیمارهای 3 و 4 اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول 2). طول بچه ماهیان تیمار4 بطور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها بود. درصورتیکه بین تیمارهای 1 و 2 و 3 از نظر طول اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بررسی طول و وزن بچه ماهیان تیمارهای مختلف در نمونه‌برداری‌های انجام شده در طول مرحله دوم نشان داد که در اولین نمونه‌برداری (5 روز بعد از آغاز مرحله دوم) تیمار 1 از نظر طول با تیمارهای 2 و 4 و از نظر وزن فقط با تیمار 2 بطور معنی‌داری اختلاف دارد. در دومین نمونه‌برداری (10 روز بعد از آغاز مرحله دوم) طول و وزن بچه ماهیان تیمار 1 از تمامی تیمارها بطور معنی‌داری بیشتر بود، درصورتیکه بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول 2).

جدول2: طول (میلیمتر)، وزن تر و وزن خشک (میلیگرم) بچه ماهیان قره‌برون تغذیه شده با تیمارهای مختلف مرحله دوم (میانگین± انحراف معیار) *

	تیمار1	تیمار2	تیمار3	تیمار4
طول	29/9±1/5^{a}	26/7±5/5^{b}	27/5 ±1^{ab}	26/9±2/4^{b}
روز پنجم وزن تر	148/1±21/2^{a}	108/1±15/6^{b}	119/7±20/3^{ab}	112/9±28/8^{ab}
وزن خشک	19/4 ± 1/9^{a}	14/4±1^{b}	15±2/2^{b}	13±2/4^{b}
طول	41/3±1/7^{a}	35/1±1/5^{b}	37±0/8^{b}	35/8±0/8^{b}
روز دهم وزن تر	376/4±47/3^{a}	254/5±22^{b}	302±19^{b}	270±28/7^{b}
وزن خشک	41/6±3/5^{a}	26/7±2/6^{b}	31/6±2/5^{b}	27/8±4/3^{b}
طول	51/7±3/5^{a}	48/5±2^{a}	47/8±1/3^{a}	42/5±2/6^{b}
روز پانزدهم وزن تر	794±109^{a}	628/9±94^{bc}	648/6±55^{b}	501±96^{c}
وزن خشک	75/2±11/3^{a}	63/4±11^{a}	65±4/5^{a}	46/7±8/8^{b}

*** در هر ردیف حروف مشابه نشانه عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف غیرمشابه نشانهٔ وجود اختلاف معنی‌دار است.**

رشد ویژه محاسبه شده برای تیمارهای مختلف نشان داد که بیشترین مقدار آن مربوط به بچه ماهیان تیمار 1 است (18/33) که بطور معنی‌داری با تیمارهای 2 و 4 اختلاف دارد. ولی نسبت به تیمار3 اختلاف آن معنی‌دار نیست. بالاترین مقدار فاکتور وضعیت مربوط به بچه ماهیان تیمار 4 بود که نسبت به تیمارهای 1 و 2 اختلاف معنی‌داری داشت. ضریب تبدیل غذایی برای بچه ماهیان تغذیه شده با تیمارهای غذایی مختلف مرحله دوم نشان داد که مقدار آن در تیمار 2 بطور معنی‌داری نسبت به تیمارهای 3 و 4 کمتر ولی با تیمار1 اختلاف معنی‌داری ندارد (جدول 3).

بررسی میزان تلفات تیمارهای مختلف طی دوره 15 روزه مرحله دوم نشان داد که کمترین مقدار آن مربوط به تیمار3 بود، هر چند بین هیچ کدام از تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید.

جدول 3 : مقادیر رشد ویژه (SGR)، فاکتور وضعیت (CF) و ضریب تبدیل غذایی (FCR) محاسبه شده برای بچه ماهیان تیمارهای مختلف مرحله دوم (میانگین± انحراف معیار) *

	تیمار1	تیمار2	تیمار3	تیمار4
SGR	18/33±0/9[a]	16/8 ±1[c]	17±0/6[ac]	15/2±1/2[b]
CF	0/57±0/07[a]	0/54±0/02[a]	0/59±0/03[ab]	0/65±0/02[b]
FCR	1/01±0/14[ab]	0/88±0/14[a]	1/25±0/12[b]	1/14±0/21[b]

* **در هر ردیف حروف غیرمشابه نشانهٔ وجود اختلاف معنی‌دار و حروف مشابه نشانهٔ عدم وجود اختلاف معنی‌دار است.**

- مرحله سوم

بعد از پایان مرحله دوم، هر یک از تیمارها به سه تیمار تقسیم شده و برای هر تیمار سه تکرار با 100 ماهی در هر تانک اختصاص داده شد. بنابراین هر سه تیمار این مرحله دارای بچه ماهیان هر چهار تیمار مرحله قبل بود. کلیه بچه ماهیان چهار تیمار مرحله دوم که در این مرحله با آرتمیا و کنسانتره بصورت ترکیبی (تیمار 1) تغذیه شدند دارای رشد منظم و خوبی بودند و از نظر طول و وزن اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود نداشت (جدول 5). همچنین بچه ماهیانی که در مرحله دوم 50 درصد غذای کنسانتره دریافت کرده بودند وقتی در مرحله سوم با دافنی و کنسانتره بصورت ترکیبی (تیمار 2) و صد در صد کنسانتره (تیمار3) تغذیه شدند و همانند بچه ماهیان تیمار 1 رشد خوبی داشته و از نظر طول و وزن اختلاف معنی‌داری با آنها نداشتند، در صورتیکه بچه ماهیانی که در مرحله قبل صد در صد با غذای زنده تغذیه شده بودند هنگامی که با جیره‌های غذایی تیمارهای 2 و 3 تغذیه شدند با افت شدیدی در رشد مواجه گردیدند، در واقع تا حدود ده روز رشد چندانی نداشتند و طول و وزن نهایی آنها بطور معنی‌داری کمتر از سایر گروهها بود. رشد ویژه محاسبه شده برای تیمارهای مختلف نشان داد که مقدار آن در برخی تیمارها بطور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها است. تیمارهای 2-1، 3-2، 3-1 و 3-3 دارای کمترین مقدار رشد ویژه بودند. همچنین این تیمارها بالاترین مقدار ضریب تبدیل غذایی را داشتند که با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری بودند (جدول 4).

مقایسه بین تیمارهای مختلف نشان داد که هر چهار گروه متعلق به تیمار 1 دارای کمترین مقدار تلفات بودند و با تمامی گروههای تیمارها دیگر اختلاف معنی‌داری داشتند، درصورتیکه بین این چهار گروه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. بالاترین مقدار تلفات مربوط به تیمارهای 2-1، 3-2، 3-1 و 3-3 بود (جدول5).

جدول 4: طول کل (میلیمتر)، وزن تر (میلیگرم)، وزن خشک (میلیگرم)، ضریب رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی بچه ماهیان قره‌برون تیمارهای مختلف مرحله سوم تحقیق (میانگین وانحراف معیار).*

تیمارها	طول کل	وزن تر	وزن خشک	SGR	FCR
تیمار1-1	110±2/1^{b}	5249±545^{b}	720±70/5^{cd}	7/5±0/4^{b}	0/98±0/1^{b}
تیمار1-2	110±3/0^{b}	5536±330^{b}	803±68^{cd}	8/7±0/2 ^{c}	0/97±0/01 ^{b}
تیمار1-3	101±11/3^{b}	4686±953^{b}	727±204^{cd}	7/8±0/9 ^{b}	1/1±0/3 ^{b}
تیمار1-4	107±5/6^{b}	5092±554^{b}	715±112^{cd}	8/9±0/1 ^{c}	0/98±0/1 ^{b}
تیمار2-1	91±2/9^{a}	3629±291^{a}	472±54^{ab}	6/1±0/3 ^{a}	1/57±0/4 ^{a}
تیمار2-2	107±6/1^{b}	4795±681^{b}	709±121^{cd}	8/1±0/5 ^{bc}	1/05±0/2 ^{b}
تیمار2-3	91±2/5^{a}	3615±370^{a}	444±37^{a}	6/8±0/4 ^{a}	1/59±0/4^{a}
تیمار2-4	105±4/9^{b}	4792±634^{b}	747±63^{cd}	8/8±0/4 ^{c}	0/96±0/1 ^{b}
تیمار3-1	91±2/5^{a}	3350±50^{a}	623±25^{bc}	6±0/1 ^{a}	1/75±0/4 ^{a}
تیمار3-2	111±1/1^{b}	5620±170^{b}	885±35^{d}	8/9±0/2 ^{c}	1/02±0/2^{b}
تیمار3-3	87±11^{a}	3107±598^{a}	498±81^{a}	6/2±0/8 ^{a}	1/61±0/4 ^{a}
تیمار3-4	107±1/7^{b}	5163±201^{b}	850±130^{d}	8/8±0/3 ^{c}	0/99±0/2^{b}

* در هر ستون حروف غیرمشابه نشانه معنی‌دار بودن و حروف مشابه نشانه معنی‌دار نبودن است.

جدول 5 : درصد تلفات بچه ماهیان قره برون تیمارهای مختلف در طول مرحله سوم (میانگین وانحراف معیار)

تیمار1-1	4/3±2/1^{a}	تیمار2-1	72/7±3/2^{d}	تیمار3-1	73/3±2/5^{d}
تیمار1-2	5±3/6^{a}	تیمار2-2	24/7±3/2^{b}	تیمار3-2	38/0±6/1^{c}
تیمار1-3	4±1^{a}	تیمار2-3	75/7±1/1^{d}	تیمار3-3	72/0±2/6^{d}
تیمار1-4	2/7±2/5^{a}	تیمار2-4	19/3±5/7^{b}	تیمار3-4	31/7±6/6^{c}

تست شوری

در پایان دوره آزمایش، بچه ماهیان به مدت 72 ساعت در شوری‌های 8، 12 و 16 گرم در لیتر گذاشته شدند. از تیمارهای 2-1، 3-2، 1-3 و 3-3 به دلیل تلفات زیاد، در آخر دوره ماهی برای تست شوری باقی نماند. در شوری 8 گرم در لیتر بعد از 72 ساعت، تیمار1-2، 93/3 درصد، تیمار2-2، 80 درصد و تیمار3-2، 86/7 درصد بازماندگی داشته و سایر تیمارها 100 درصد بازماندگی داشتند. جدول 7 درصد بازماندگی لاروها در شوری 12 گرم در لیتر را نشان می‌دهد.

جدول 6 : درصد بازماندگی بچه ماهیان قره‌برون منتقل شده به شوری 12 گرم در لیتر در ساعات مختلف

	6	12	24	36	48	72
تیمار1-1	100	100	100	100	100	93/3^{b}
تیمار1-2	100	100	100	93/3	93/3	93/3^{b}
تیمار1-3	100	100	100	100	93/3	93/3^{b}
تیمار1-4	100	100	100	100	86/7	80^{b}
تیمار2-2	100	100	100	93/3	86/7	60^{a}
تیمار2-4	100	100	100	100	100	86/7^{b}
تیمار3-2	100	100	100	100	93/3	86/7^{b}
تیمار3-4	100	100	100	100	86/7	80^{b}

جدول 7 : درصد بازماندگی بچه ماهیان قره‌برون منتقل شده به شوری 16 گرم در لیتر در ساعات مختلف

	6	12	24	36	48	72
تیمار 1-1	100	100	93/3	80	73/3	60[b]
تیمار 1-2	100	100	93/3	80	66/7	53/3
تیمار 1-3	100	100	100	86/7	86/7	66/7
تیمار 1 -4	100	100	100	80	80	53/3
تیمار 2-2	100	80	60	40	40	20
تیمار 2-4	100	100	73/3	53/3	53/3	46/7
تیمار 3-2	100	100	93/3	73/3	73/3	60
تیمار 3-4	100	100	93/3	60	60	53/3

بحث

در مرحله دوم این آزمایش مشخص شد که وزن بچه ماهیان و رشد ویژه در تیماری که 100 درصد از ناپلئوس آرتمیا تغذیه نمودند نسبت به تیمارهای دیگر بطور معنی‌داری بیشتر بود. بطور کلی در این مرحله با توجه به حضور غذای زنده در تمامی جیره‌ها اختلافات فاحشی در طول، وزن و بازماندگی سایر گروههای تیماری مشاهده نمی‌شود. تمامی منابع علمی موجود به شروع تغذیه تاسماهیان با غذای زنده و مرطوب تأکید دارند و الزاماً بچه ماهیان بایستی در مراحل اولیه زندگی خود (پس از شروع تغذیه فعال) با غذای زنده (شامل دافنی‌ها، آرتمیا، کرم سفید و یا کرم خاکی، لارو شیرونومیده) تا رسیدن به وزن 3 گرم تغذیه شوند در غیراینصورت تلفات در مراحل لاروی بسیار بالا خواهد بود (2، 4 و 12). رشد و نمو بالا و کاهش درصد تلفات در بچه تاسماهی انگشت قد، در نتیجه مصرف جیره غذایی کنسانتره به مراتب بیش از مصرف رژیم غذای زنده مشاهده شد. علت این امر شاید ناشی از تغییرات آنزیمی در دستگاه گوارش بوده که باعث تغییر در توانایی ماهی در جذب انواع گوناگون غذا می‌شود (15). به‌رغم توصیه Merchie و همکاران در سال 1995 بر لزوم استفاده از ویتامین C در افزایش نرخ رشد و بازماندگی لارو ماهیان، اگر چه که تیمار 3 با تغذیه از ناپلیوس غنی شده با ویتامین C بالاترین درصد بازماندگی را نشان داد ولی با سایر گروهها اختلاف معنی‌داری نشان نداد که می‌تواند بدلیل سنتز داخلی این ویتامین در پیکره تاسماهیان باشد (14).

در مرحله سوم، کلیه بچه ماهیانی که با آرتمیا و غذای کنسانتره بصورت ترکیبی (تیمار 1) تغذیه شدند دارای رشد منظم و خوبی بودند و از نظر طول و وزن اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود نداشت. همچنین بچه ماهیانی که در مرحله دوم 50 درصد غذای کنسانتره دریافت کرده بودند وقتی در مرحله سوم با دافنی و کنسانتره بصورت ترکیبی (تیمار 2) و صد در صد کنسانتره (تیمار 3) تغذیه شدند و همانند بچه ماهیان تیمار 1 رشد خوبی داشتند و از نظر طول و وزن اختلاف معنی‌داری با آنها نداشتند. اگرچه بچه ماهیانی که در مرحله قبل صد در صد با غذای زنده تغذیه شده بودند هنگامی که با جیره‌های غذایی تیمارهای 2 و 3 تغذیه شدند با افت شدیدی در رشد مواجه گردیدند ولی هر چهار گروه متعلق به تیمار 1 دارای کمترین مقدار تلفات بودند و با تمامی گروههای تیمارهای دیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. این موضوع اثبات می‌نماید که لارو تاسماهی ایرانی چنانچه به مدت 20 روز فقط با ناپلیوس آرتمیا تغذیه شوند و سپس بصورت ترکیبی با نسبت 50 درصد آرتمیا و 50 درصد غذای کنستانتره به مدت یک هفته و سپس با ترکیب 25 درصد آرتمیا و 75 درصد غذای کنسانتره به مدت یک هفته تغذیه شوند پس از آن براحتی به غذای کنسانتره حتی غذای قزل‌آلای رنگین کمان موجود در کشور عادت می‌نمایند و پس از 5 هفته براحتی غذای دستی را قبول می‌نمایند با این شیوه هم از رشد نسبتاً خوب و هم از درصد بازماندگی بالایی برخوردار خواهند بود. این موضوع قبلاً نیز توسط محسنی و همکاران در سال 1377 و عباسی رنجبر در سال 1374 گزارش شده است. اصولاً عادت‌دهی بچه ماهیان خاویاری به غذای مصنوعی از بحرانی‌ترین مراحل پرورش تجاری تاسماهیان بشمار می‌رود. نکته قابل توجه در این مطالعه، افزایش مقاومت لاروها پس از پایان دوره آزمایشی به شوری‌های بالا می‌باشد بطوریکه کلیه گروههای لاروی که طی 20 روز اول از ناپلیوس آرتمیا و سپس بترتیب با 50 درصد و 25 درصد ناپلی تغذیه شده‌اند و در پایان

فقط از غذای کنسانتره استفاده نمودند پس از 72 ساعت حتی در شوری 12 گرم در لیتر (معادل شوری آب دریای خزر)، تا 90 درصد بازماندگی نشان دادند. این موضوع در گروه تغذیه شده با ناپلیوس غنی شده با ویتامین C حدود 80 درصد می‌باشد که اختلاف معنی‌داری با گروه اول ندارد ولی در سایر گروهها درصد بازماندگی در شوری 12 به بالا کاهش چشمگیری نشان می‌دهد. براساس مطالعات گذشته با روند سازش‌پذیری امکان باقیماندن لارو ماهیان در شوری‌های 9 تا 10 گرم در لیتر وجود دارد ولی در شوری‌های بالاتر روند سازشی پاسخگو نخواهد بود (1) و فقط با شیوه‌های کیفی‌سازی تغذیه‌ای لارو این امکان وجود خواهد داشت (8، 11،13).

منابع

1- **ایمانپور نمین، ج. و برادران نویری، ش.، 1375.** پرورش ماهیان خاویاری (ترجمه). موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران. 82 صفحه.

2- **شفچنکو، و. و پوپوا ، آ.، 1999.** ویژگی حوضچه پرورش ماهی. ترجمه: یونس عادلی. انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری. 40 صفحه.

3- **عباسی رنجبر، ک.، 1374.** پاسخ اندامهای بویایی و چشایی پاروپایان خاویاری جوان به محرکهای طبیعی و مصنوعی. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان. 22 صفحه.

4- **محسنی، م.، 1377.** بررسی تأثیر عوامل زیست محیطی، نظیر تراکم کشت تخم و لارو فیل ماهیان حاصل از تکثیر مصنوعی در بروز ناهنجاری‌های مورفولوژی. پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، تهران. 103 صفحه.

۵- **BBC/Interfax, ۲۰۰۰.** Sturgeon season in Caspian Sea to be extended. ۲۲ September ۲۰۰۰.

۶- **Birstein, V.J.; Waldman, J.R. and Bemis, W.E. (eds.) ۱۹۹۷b.** Sturgeon biodiversity and conservation. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. ۱۷۵P.

۷- **Cho, C.Y., ۱۹۹۰.** Fish nutrition, feeds, and feeding with special emphasis on salmonid aquaculture. Food Rev. Int. ۶:۳۳۳-۳۵۷.

۸- **Dabrowski, K., ۱۹۹۰.** Ascorbic acid status in the early life of white fish (*Coregonu slavartus*). Aquaculture, ۸۴:۶۱-۷۴.

۹- **De Pauw, D.G., ۱۹۸۱.** Mass culture of Daphnia. ۱۳۸P.

۱۰- **Gaumnitz, L. and Zimmerman, J., ۲۰۰۱.** Honoring the ancient ones. Wisconsin Natural Resources, ۱۲۰P.

۱۱- **Kanazawa, A.; Teshina, S.-I. and Sakamoto, M., ۱۹۸۵.** Effects of dietary lipids, fatty acids, and phospholipids on growth and survival of prawn (*Penaeus japonicus*) larvae. Aquaculture, ۵۰:۳۹_ ۴۹.

۱۲- **Leger, P.; Bengtson, D.A.; Sorgeloos, P.; Simpson, K.L. and Bech, A.S., ۱۹۸۹.** The nutritional value of Artemia: A review. *In*: Artemia Research & its Application. Vol. ۳, Ist End., Universa Press, Wettern, Belgium.

۱۳- **Merchie, G.; Lavanes,P.; Radull, L.; Nelis, H.; DeLeenheer, A. and Sorgeloos, P., ۱۹۹۵.** Evaluation of vitamin C-enriched Artemia nauplli for larvae of the giant freshwater prawn. Aquaculture International, ۳:۳۵۵-۳۶۳.

۱۴- **Moreau, R. and Dabrowski, K., ۲۰۰۰.** Biosysnthesis of ascorbic acid by extant actinopterygians. J. Fish. Biol. ۵۷:۷۳۳-۷۴۵.

۱۵ - Pedersen, B.H.; Nilssen, E.M. and Hjelmeland, K., ۱۹۸۷. Variations in the content of trypsin and trypsinogen in larval herring *Clupea harengus* digesting copepod nauplii. Mar. Biol. ۹۴:۱۷۱_۱۸۱.

۱۶ - Sorgeloos, P. and Lavens, P., ۱۹۹۶. Manual on the production and use of live food for aquaculture. Fisheries Yechnical Paper, Vol. ۳۶۱, Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome, Italy. ۱۰۰P.

Optimization of Persian sturgeon larval feeding method from active feeding to ۵ grams weight

- **Hafezieh M.**[*]**:** Scientific Member of Iranian Fisheries Research Organization, P.O.Box: ۱۴۱۵۵-۶۱۱۶ Tehran, Iran
- **Agh N.:** Scientific Member of Artemia and Aquatic Animal Research Center, Urmia University, P.O.Box: ۵۷۱۵۳-۱۶۵ Urmia, Iran
- **Hosseipour H.:** M.Sc in Biology, Main Office of Education and Teaching of area ۵, P.O.Box: ۱۴۱۵۶-۱۴۳۵ Tehran, Iran

Received: February ۲۰۰۹ Accepted: April ۲۰۰۹

Key words: Persian sturgeon, *Acipenser persicus*, Larval stage, Live food, feeding

Abstract

In order to improve the feeding method in economical Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) from active feeding to ۵g weight, alternative nutritional such as un-enriched and enriched artemia nauplii with vitamin C, daphnia, formulated diet and their combinations were used. Fish larvae in active feeding with initial length and weight of ۱۷,۸mm and ۲۸,۲ mg, respectively moved from Rajaii Complex Propagation, Sari to Artemia Research Center of Urmia University and after ۵ days feeding with artemia nauplii, the length and weight reached to ۲۱,۴mm and ۵۰,۵mg, respectively. Hatching artemia cysts and daphnia production were done with standard method.

Second stage of experimental feeding was started with ۳۰۰ larval densities in each tank with length and weight of ۲۱,۴mm and ۵۰,۵mg, respectively with artemia nauplii (treatment ۱), ۵۰٪ artemia nauplii and ۵۰٪ formulated diet (treatment ۲), artemia nauplii enriched with vitamin C (treatment ۳) and ۵۰٪ artemia nauplii enriched with vitamin C and ۵۰٪ formulated diet (treatment ۴). During ۱۵ days (end of the second stage) feeding was done ۵ times frequency per day with ۳۰٪ and ۱۰٪ of body weight from live food and formulated diet. The results showed that weight of the first treatment's larvae was significantly higher than the other treatments ($P<۰,۰۵$). The length of the forth treatment fish larvae was significantly lower than the others ($P<۰,۰۵$) but there were not differences between larval length in treatment ۲ and ۳ ($P>۰,۰۵$). In the third stage all the previous treatments were fed with three feeding trials, combinations of ۵۰ and ۲۵٪ of live food and the rest with formulated diet for ten days and at the end of this study, ۴۵th days, all fish larvae were fed only with formulated diet. The results showed that all fish larvae of the second stage which had been fed artemia and formulated diet, had good and regular growth rate which there were not significantly differences between them ($P>۰,۰۵$) but at the end of experimental period, only treatment ۱ of the second stage (۱۰۰ artemia nauplii) which had been fed ۵۰٪ artemia and formulated diet and ۲۵٪ artemia and formulated diet selected as the best feeding model for reaching to ۵g weight of fish fingerlings. Also, these treatments showed that the highest SGR, the lowest FCR and the highest survival rate after ۷۲h exposed in ۱۲ and ۱۶ppt salinity which had significant difference with the other treatment ($P<۰,۰۵$).