فصلنامه علوم تکثیر و آبزی‌پروری/ سال دوم/ شماره دوم/ بهار۹۳/ صفحات۳۴-۲۳

بررسی اثرات غذای زنده و تجاری بر روی رشد و بقاء لارو ماهی آزاد دریای خزر (*Salmotrutta caspius*)

محمد درجانی*[۱]، مهسا محمدی‌زاده خوشرو[۲]، مهدی شمسایی مهرجان[۳]، یاسر عبدالله‌تبار[۴]

چکیده

طی پژوهشی ۳۰ روزه اثرات غذای زنده و تجاری پلت بر روی رشد و بقاء لارو ماهی آزاد دریای خزر و در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با ۶ تیمار غذایی و ۳ تکرار بررسی گردید. تعداد لاروهای مورد استفاده در این آزمایش ۱۲۰ عدد بود که تغییرات وزن، طول، نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن روزانه و نرخ بقا آنها مورد مطالعه قرار گرفتند. میانگین وزن و طول اولیه لاروها به ترتیب ۱۳±۹۰ میلی گرم و ۱/۵±۲۳ میلی متر بود. تیمارهای ششگانه غذایی شامل تیمار(۱): ناپلیوس آرتمیا تازه تخم‌گشایی شده و گاماروس تازه آسیاب شده هر کدام به نسبت ۵۰ درصد. تیمار(۲): ناپلیوس آرتمیا تازه تخم‌گشایی شده و غذای تجاری پلت هر یک به نسبت ۵۰ درصد. تیمار(۳): گاماروس تازه آسیاب شده و غذای تجاری پلت هر کدام به نسبت۵۰ درصد. تیمار(۴): غذای تجاری پلت(۱۰۰درصد) تیمار شاهد. تیمار(۵): ناپلیوس آرتمیا تازه تخم‌گشایی شده(۱۰۰درصد). تیمار(۶): گاماروس تازه آسیاب شده(۱۰۰درصد) بود. نتایج تجزیه واریانس فاکتورهای مورد بررسی در لاروها مبین آن بود که در پایان روز سی ام، رشد و بقای لاروها در تیمار۳ نسبت به لاروها در تیمار ۴ (شاهد) تفاوت معنی‌داری را نشان نداد($P>۰/۰۵$). ولی سایر تیمارهایی که در تغذیه آنها از از غذاهای زنده استفاده شده بود نسبت به تیمار ۴ (شاهد)، میزان رشد و بقا بهتری را نسبت به لاروهای تغذیه شده با غذای تجاری پلت نشان دادند و دارای اختلاف معنی‌دار بود($P<۰/۰۵$). از تیمارهای مورد بررسی، لاروهای تیمار ۵ نسبت به سایر تیمارها بهترین رشد و بقا را داشت ($P<۰/۰۵$).

کلید واژه: ماهی آزاد دریای خزر، آرتمیا، گاماروس، غذای زنده.

۱- گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران(نویسنده مسؤول)
m.z.khoshroo@gmail.com
۲-گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران
۳-گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران
۴-گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران

۱- مقدمه

ماهی آزاد دریای خزر(*Salmotrutta caspius*) یکی از ماهیان پر ارزش و اقتصادی این دریا می‌باشد. این ماهی در قسمت غربی دریاچه خزر از رودخانه ترک(Terek)در شمال و تا سفیدرود در جنوب دریای خزر و همچنین در قسمت شمالی این دریاچه پراکنش دارد(جواهری، ۱۳۸۶). غذای این ماهی را در سنین پایین لارو حشرات و بچه ماهیان و در سنین بالا انواع ماهیان تشکیل می‌دهند(موسوی، ۱۳۷۲). صید بی رویه و آلودگی آب‌ها از جمله عواملی هستند که نسل این ماهی را به خطر انداخته‌اند(وثوقی و مستجیر، ۱۳۸۵). به طوری که ماهی آزاد دریای خزر برطبق قوانین IUCN در قسمت جنوبی دریای خزر در لیست گونه های در معرض خطر انقراض قرار گرفته است(جواهری،۱۳۸۶). از مشکلات اساسی در پرورش این ماهی می‌توان به عدم تمایل آن به تغذیه از غذای دستی و نرخ رشد کم آن اشاره نمود(شریعتی، ۱۳۸۳). چراکه این ماهی از خانواده ماهیان شکارچی بوده(ستاری و همکاران، ۱۳۸۲) و تمایل دارد که غذای خود را شکار نماید. یکی دیگر از مشکلات در امر تکثیر و پرورش ماهی آزاد دریای خزر در ایران تلفات ۲۰ درصدی آن در مرحله آغاز تغذیه فعال است(شکیبی دریاکناری، ۱۳۷۹). دستگاه گوارش لارو آزاد ماهیان در ابتدای شروع تغذیه فعال، آنزیم های لازم برای هضم و جذب غذای خشک تجاری را ندارد، از این رو نمی‌توان در ابتدای تغذیه فعال از این نوع غذا استفاده کرد(ویلکی، ۱۳۷۳). بنابراین تغذیه فعال با منابع زنده غذایی می‌تواند این فرصت را به لارو این ماهی بدهد تا دستگاه گوارش آن کامل شود. لذادر طی این مدت غذای زنده برای لاروها حکم اگزو آنزیم را دارد که آنزیم های آن، به خود هضمی‌غذای زنده مصرف شده کمک می‌کند. اکثر تلفات لاروها در ۲۰ تا ۳۰ روز اول شروع تغذیه فعال رخ می‌دهد که علت آن گرسنگی بوده و بر اثر تأخیر در زمان شروع تغذیه لاروها، یا مناسب نبودن محیطی است که ماهی در آن زیست می‌کند(موسوی، ۱۳۷۲) لذا کوچکترین بی‌توجهی در دوران آغاز تغذیه فعال منجر به بروز تلفات زیاد لارو می‌شود(ویلکی، ۱۳۷۳). موجودات زنده ریز به خصوص زئوپلانکتون به عنوان غذای لاروی در بسیاری از گونه‌های آبزیان مورد استفاده قرار می‌گیرند(Brown *et al.*, 2003). در این میان در طول ۴ دهه گذشته آرتمیا مورد توجه بسیاری قرار گرفته است (Sorgeloos*et al.*, 2001) و (کیوان،۱۳۸۱). از آنجا که استفاده از غذاهای زنده و به ویژه آرتمیا نزد ماهیان از جذابیت ویژه‌ای برخورداست، لذا در این پژوهش سعی شد تا با جذاب‌تر کردن فرآیند تغذیه از طریق افزودن ناپلی تازه هچ شده آرتمیا و گاماروس آسیاب شده به غذا بتوان مواد غذایی ضروری و آنزیم‌های گوارشی موجود در بدن جانوران زنده، غذایی را به لارو ماهی منتقل نمود تا رشد و بقا آن بهبود یابد. یکی از مشکلات عمده‌ای که در کارگاه شهید باهنر کلاردشت وجود دارد، پایین بودن دمای آب است که باعث می‌شود میل بچه ماهی ها به غذا و نیز نرخ تغذیه کاهش یابد. پس بسیار لازم است نیازهای غذایی بچه ماهیان از طریق غذای اندکی که در طی روز و در دمای پایین مصرف می‌کنند برآورده شود. با توجه به این مشکل در کارگاه باهنر پژوهشی تعریف گردید که در آن عملکرد

جایگزینی غذای زنده با غذای تجاری در دمای پایین کارگاه بر روی بچه ماهی‌ها بررسی گردد.

۲- مواد و روش‌ها

این آزمایش طی ۳۰ روز در مرکز تکثیر و پرورش آزادماهیان شهید باهنر کلاردشت واقع در استان مازندران با ۶ تیمار غذایی، هر تیمار در ۳ تکرار به اجرا در آمد. ابعاد کرت های آزمایش ۱۵۰×۴۰×۱۵ سانتی متر بود. ۱۵۰×۱۵×۱۵ سانتی متر از کرت‌ها آبگیری شد. حداکثر و حداقل دمای آب ورودی به ترتیب ۱۲ درجه سانتی گراد در تابستان و صفر درجه سانتی گراد در زمستان می‌باشد. آب مورد نیاز جهت تفریخ تخم ها و پرورش لاروهای ماهی آزاد دریای خزر از مخلوط آب رودخانه سردآبرود و چاه تأمین گردید. زیرا دمای آب رودخانه در زمستان بیش از حد پایین بود لذا از آب چاه نیز بهره‌برداری به عمل آمد. بچه ماهیان مورد نیاز با استفاده از تخم‌های یک جفت مولد در تراف‌های آزمایشی تأمین گردید. ابتدا تراف های آزمایش توسط آب نمک فوق اشباع(PA×2) ضدعفونی گردیدند. سپس جریان آب توسط لوله‌های PVC در آنها برقرار گردید. هر تراف یک تیمار را تشکیل می‌داد که خود شامل ۳ تکرار بود(۳ سبد). پس از جاگذاری سینی‌های حاوی تخم، ضد عفونی آنها با آب نمک فوق اشباع دوباره انجام شد. به هر تراف پیوسته ۲ لیتر آب در دقیقه وارد گردید. جهت جلوگیری از ورود ذرات درشت معلق در آب و همچنین حشرات آبزی از یک صافی فیزیکی در داخل هر تراف استفاده شد و صافی ها روزانه تمیز شد. برای ایجاد تیمارها و تکرارها از تخم‌های چشم زده استفاده شد تا از هر گونه دستکاری و نقل و انتقال لاروها و بروز استرس در آنها جلوگیری شود. بدین ترتیب که به موجب سفید شدن و یا تفریخ نشدن احتمالی برخی تخم ها ابتدا تعداد ۱۳۰ عدد تخم چشم زده با میانگین وزنی۱/۳۷±۹۰ میلی گرم و ۱/۲±۲/۳ میلی متر به هر سینی(کرت) منتقل و روی تراف‌ها توسط صفحات یونولیت پوشانده شد. لاروها پس از خروج از تخم‌ها از روی سینی‌ها به کف تراف سقوط کردند. سپس سینی‌ها به همراه پوسته ها و تخم‌های تفریخ نشده از تراف - ها خارج، و نهایتاً با احتساب تخم های تلف شده تا رسیدن به مرحله لاروی تعداد ۱۲۰ عدد لارو دارای کیسه زرده زنده برای تشکیل تیمارها و تکرارهای آزمایش در نظر گرفته شدند که هر روز سلامت و بقا آنها کنترل شد. تغذیه لاروها از زمانی که تقریباً دو سوم کیسه زرده آنها جذب و حدود ۲۰درصد آنها نیز شنای فعال را آغاز کرده بودند آغاز شد. برای کنترل وضعیت تغذیه لاروها، هر روز چند لارو به صورت تصادفی از تیمارها صید و با قرار دادن لاروها درون پتری دیش، لوله گوارش آنها بررسی گردید. تقریباً ۵ روز پس از معرفی غذا، لاروها تغذیه را آغاز و رنگ لوله گوارش آنها از خاکستری به نارنجی تغییر کرد که این امر به دلیل تغذیه لاروها از ناپلیوس آرتمیا بود. غذای تجاری مورد استفاده در این آزمایش نیز غذای آغازین با نام تجاری استارتر سه صفر بچه ماهی قزل‌آلا ساخت شرکت بیومار فرانسه بود که ترکیب آن شامل ۵۴درصد پروتئین ناخالص، ۱۸ درصد چربی خام، ۰/۵ درصد فیبر، ۱۰ درصد خاکستر و ۱/۴ درصد فسفر بوده است.

زمانی که از غذای تجاری پلت(شناور بر روی آب) استفاده شد حرکات لاروها بیشتر عمودی، یعنی از بستر به سمت سطح آب بود و وقتی که از آرتمیا و گاماروس استفاده می‌شد لاروها بیشتر حرکات افقی از خود نشان دادند. برای تهیه آرتمیا، سیست‌های خشک و خالص‌سازی شده آرتمیای ارومیه طبق روش ذکر شده توسط (لاونز و سارجلوس، ۱۹۹۶) به طور روزانه تخم گشایی شدند. ابتدا درون ویس‌ها با ۷ لیتر آب کارگاه پر شد و درجه شوری آب توسط پودر سنگ نمک به ۲۵ گرم در لیتر رسانیده شد. هوادهی از ته ویس‌ها انجام گرفت تا سبب جلوگیری از ته‌نشینی سیست‌ها شود. نور لازم جهت تفریخ سیست‌ها توسط یک لامپ مهتابی ۶۰ واتی تأمین شد(Elliott, 2011). در هر ویس به ازای هر لیتر آب ۲/۵ گرم سیست خشک معرفی و به مدت ۴۸ ساعت تحت انکوباسیون قرار گرفتند. پس از این مدت عمل هوادهی قطع و ناپلیوس‌ها از پوسته سیست ها و سیست‌های تخم گشایی نشده جدا و جهت تغذیه لاروها جمع‌آوری گشتند. گاماروس-های مورد نیاز جهت تغذیه لاروها نیز از ساحل دریای خزر شهر عباس آباد واقع در ۴۰ کیلومتری محل اجرای آزمایش تهیه گردیدند. گاماروس‌های زنده از ساحل دریا صید و به صورت تازه آسیاب شده و در اختیار لاروها قرار گرفت. برای این منظور مقدار گاماروس مورد نیاز را روزانه وزن کرده و توسط یک آسیاب برقی چرخ نموده و پس از عبور دادن از یک صافی و خروج شیرابه آن مورد استفاده قرار گرفت. تیمارهای غذایی به شرح زیر بودند:

تیمار(۱): ۵۰٪ ناپلیوس آرتمیا تازه تخم گشایی شده + ۵۰٪ گاماروس تازه آسیاب شده.

تیمار(۲): ۵۰٪ ناپلیوس آرتمیا تازه تخم گشایی شده + ۵۰٪ غذای تجاری پلت.

تیمار(۳): ۵۰٪ گاماروس تازه آسیاب شده + ۵۰٪ غذای تجاری پلت.

تیمار(۴): ۱۰۰٪ غذای تجاری پلت.

تیمار(۵): ۱۰۰٪ ناپلیوس آرتمیا تازه تخم گشایی شده.

تیمار(۶): ۱۰۰٪ گاماروس تازه آسیاب شده.

مقدار غذای روزانه هر گروه با توجه به دمای متوسط آب و اندازه ماهیان طبق رابطه زیر(Goddard & McLean, 2000) محاسبه و تعیینشد و روزانه در ۱۲ نوبت در اختیار لاروها و بچه ماهی ها قرار گرفت.

مقدار غذا بر حسب درصد وزن بدن ×وزن متوسط لاروها × تعداد لاروهای موجود= مقدار غذای روزانه

سیست مورد نیاز برای کشت در هر روز، با توجه به میانگین وزن خشک انفرادی ناپلیوس آرتمیا ارومیه که حدود ۳-۲/۷ میکروگرم بود و نیز کارایی تفریخ آن محاسبه گردید(محمدزاده، ۱۳۸۲). همچنین مقدار گاماروس مورد نیاز نیز با توجه به وزن خشک آنها محاسبه و در اختیار لاروها قرار گرفت. هر روز صبح قبل از شروع تغذیه لاروها، ابتدا با برداشتن خروجی آب و هدایت آرام رسوبات به سمت خروجی،

تراف ها تمیز و پس از آن تلفات(در صورت وجود) جمع‌آوری و ثبت شدند. جهت سنجش رشد لاروها و بچه ماهی ها هر ۱۰ روز یکبار، تعداد ۱۰ عدد لارو به صورت تصادفی انتخاب و زیست سنجی شدند. وزن تر لاروها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم و طول کل آنها نیز با خطکش معمولی با دقت ۱ میلی متر مورد اندازه گیری قرار گرفتند. همچنین درصد بازماندگی لاروها در روز سی ام در تیمارهای مختلف بررسی شد. درصد افزایش وزن روزانه(Daily Growth Rate)، نرخ رشد ویژه(Specific Growth Rate)و نرخ بقا(Survival Rate) نیز از فرمول های زیر محاسبه گردیدند (EIFAC and ICES, 1980):

(DGR)= [(وزن نهایی(گرم) - (وزن اولیه(گرم) / [تعداد روزهای آزمایش] × ۱۰۰ نرخ رشد روزانه

(DGR)= [(Ln وزن نهایی - Ln (وزن اولیه / [تعداد روزهای آزمایش] × ۱۰۰ نرخ رشد ویژه

(SR)= (تعداد کل ماهیان موجود در کرت/ تعداد ماهیان زنده) × ۱۰۰ نرخ بقا

تجزیه و تحلیل اطلاعات(F_s) مبنی بروجود یا عدم وجود اختلافات معنی دار داده ها و تیمارهای مختلف آزمایش از طریق آنالیز واریانس یک طرفه داده ها(One-Way ANOVA)در نرم افزار SPSS انجام شد. برای مقایسه میانگین شاخص‌های مورد بررسی در تیمارهای مختلف نیز از آزمون مقایسه میانگین های دانکن و تعیین اختلاف معنی دار در سطوح ۵ درصد($P>0/05$) و ۱ درصد($P>0/01$) از همان نرم افزار استفاده شد. در ضمن برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده گردید.

۳- نتایج

میانگین دما، اکسیژن و pH آب طی دوره آزمایش به ترتیب۱/۱۹±۱۰ درجه سانتی گراد، ۱/۵۳±۱۰ میلی گرم در لیتر و ۷/۲ بود.

z		وزن(mgr)	طول(mm)	نرخ رشد ویژه(SGR٪)	افزایش وزن روزانه(DGR٪)	درصد بقاء(SR٪)
F_s		۱۰۰/۹۴۲**	۳/۲۷۳*	۸/۰۱۶**	۸۹/۳۲۴**	۱/۰۰**
تیمار	T۱	۳۰۷/۳۳±۲۴/۲۶^{b}	۳۳/۷۰۰±۱/۴۴ ^{ab}	۴/۰۹±۰/۲۳^{b}	۲۴۱/۴±۱۸/۲۴^{b}	۱۰۰^{a}
	T۲	۳۰۹/۰۰±۲۰/۵۴^{b}	۳۳/۹۰۰±۲/۵^{ab}	۴/۱۱±۰/۱۰^{b}	۲۴۳/۳۳±۹/۱۲^{b}	۱۰۰^{a}
	T۳	۲۰۸/۹۳۳۳±۱۵/۰۷^{c}	۲۸/۸۳۳۳±۰/۹^{c}	۲/۸۰±۰/۱۷^{c}	۱۳۲/۱۱±۶/۱۶^{c}	۱۰۰^{a}
	T۴	۲۱۴/۳۳۳۳±۱۹/۷^{c}	۲۹/۸۶۶۷±۱/۱^{bc}	۲/۸۹±۰/۱۷^{c}	۱۳۸/۱۱±۱۲/۴^{c}	۹۶/۶ ±۶/۴^{b}
	T۵	۳۴۹/۶۶۶۷±۸/۰۲^{a}	۳۴/۹۶۶۷±۱/۵^{a}	۴/۵۱±۰/۲۰^{a}	۲۸۸/۵۱±۱۸/۳^{a}	۱۰۰^{a}
	T۶	۳۰۱/۰۰۰۰±۱۰/۲^{b}	۳۰/۳۰۰±۰/۵^{bc}	۴/۰۲±۰/۱۳^{b}	۲۳۴/۴±۱۴/۶۵^{b}	۱۰۰^{a}

** وجود اختلافات بسیار معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ * وجود اختلافات معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

F_s نشان‌دهنده سطح معنی‌داری اختلافات منسوب به fisher بنیانگذار این جدول

با توجه به جدول(۱)، مقایسه میانگین‌های نرخ رشد ویژه لاروها در روز ۳۰ در تیمارهای مختلف بیانگر این مسأله بود که تیمار ۳، تیمار ۴ و تیمار ۵ نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را در ضریب رشد لاروها سبب شده است($P<$ ۰/۰۵) اما سایر تیمارهای غذایی چنین اختلافاتی در سطح ۵ درصد ایجاد نکرده‌اند. در مورد درصد بقا لاروها(شکل۵) نیز نتایج حاکی از آن بود که اختلاف معنی‌داری بین تیمارها به جز تیمار ۴ مشاهده نشد($P>$۰/۰۵) و بنابراین تمامی‌تیمارها به جز تیمار۴، هم سطح بودند. به طوری که کمترین میزان بقا(۹۶/۶درصد) تا روز سی‌ام آزمایش، مربوط به لاروهای تیمار۴ (تغذیه شده با غذای ۱۰۰درصد تجاری پلت) بوده و سایر تیمارها ۱۰۰درصد بقا لاروها را باعث شدند. همانطور که در جدول ۱ و اشکال ۱، ۳ و ۴ مشاهده می‌شود، آنالیز واریانس داده‌های شاخص‌های وزن، نرخ رشد ویژه و افزایش وزن روزانه در تیمارهای مختلف طی ۳۰ روز آزمایش، واجد اختلافات بسیار معنی‌دار($P<$۰/۰۱) بود ولی این اختلافات در مورد شاخص طول لاروها در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار بوده است($P<$۰/۰۵). در عین حال آزمون مقایسه میانگین‌های دانکن شاخص‌های مختلف مورد بررسی مبین آن است که در خصوص تمامی‌شاخص-ها، تیمار ۵ (۱۰۰درصد ناپلی آرتمیا) با کسب بهترین میانگین‌ها، واجد برترین رتبه شده و تیمارهای ۳ و ۴ با کسب ضعیف‌ترین میانگین‌ها کمترین رتبه را به خود اختصاص داده‌اند. بقیه تیمارها نیز در بین این دو رتبه قرار گرفته‌اند.

۴- بحث

در پایان روز سی ام میزان رشد(وزن تر(۱۵/۰۷±۲۰۸/۹۳۳۳ میلی گرم)، طول کل(۰/۹±۲۸/۸۳۳۳ میلی متر)، ضریب رشد ویژه(۰/۱۷±۲/۸۰ درصد) و افزایش وزن روزانه(۶/۱۶±۱۳۲/۱۱ درصد) لاروهای تیمار ۳ دارای کمترین میزان بود. بالاترین میزان رشد(وزن تر)(۸/۰۲±۳۴۹/۶۶۶۷ میلی گرم)، طول کل(۱/۵±۳۴/۹۶۶۷ میلی‌متر)، ضریب رشد ویژه(۰/۲۰±۴/۵۱درصد) و افزایش وزن روزانه (۱۸/۳±۲۸۸/۵۱ درصد) در لاروهای تیمار ۵ مشاهده شد. شاید استفاده از زئوپلانکتون‌ها به عنوان عامل مؤثر و مهم در هنگام شروع تغذیه فعال و نیز به عنوان مکمل غذایی آنها به شمار رود. این موضوع را Holm در سال ۱۹۸۶ تأیید کرده است. همچنین نتیجه حاصل از این مطالعه مؤید نتایج تحقیق(Holm, 1987)مبنی بر برتری تیمار غذایی حاوی زئوپلانکتون خالص، بر تیمار غذایی حاوی مخلوط هر دو نوع زئوپلانکتون و غذای تجاری، در مورد فاکتور رشد طولی ماهی آزاد اطلس بود. از طرف دیگر علت رشد کم لاروهای تیمار ۳ را می‌توان اینگونه بیان نمود که با آسیاب‌کردن گاماروس بخش زیادی از مواد غذایی محلول آن از دسترس لاروها خارج گشته و مواد غذایی کمتری به آنها رسیده است. علاوه بر این گاماروس نسبت به غذای تجاری و ناپلیوس آرتمیا سریع‌تر ته‌نشین شده و زودتر از دسترس لاروها خارج

می‌شد. در فاصله روزهای دهم تا سی‌ام آزمایش، در تأیید نتایج مطالعه (موسوی، ۱۳۷۲) لاروهای تیمار ۳ دچار کاهش رشد شدند. دلیل آن احتمالاً افزایش نیاز غذایی لاروها بود، ظاهراً بخش اعظم غذا یعنی گاماروس چرخ شده از دسترس آنها خارج می‌شد. شاید به همین دلیل این لاروها دچار سوءتغذیه شده و از جثه کوچکتری نسبت به لاروهای سایر تیمارها برخوردار بودند. از سویی دیگر می‌توان چنین عنوان کرد که استفاده از غذای تجاری پلت در تغذیه لاروها در مرحله شروع تغذیه فعال نسبت به تغذیه این لاروها از ناپلیوس آرتمیا، باعث کندی رشد و کاهش وزن شده، این نتیجه با نتایج مطالعات (Holm, 1987) و (محمد زاده، ۱۳۸۲) همخوانی دارد. بالاتربودن رشد وزنی بچه ماهیان تغذیه شده با گاماروس خالص آسیاب‌شده نسبت به بچه ماهیان تغذیه شده در تیمارهای «غذای تجاری-گاماروس» و «غذای تجاری- آرتمیا» می‌توان بیان نمود که این غذا با منشأ زنده و بسیار تازه بیشتر از غذای در تیمارهای ۳ و ۴ مورد استقبال بچه ماهی‌ها قرار گرفت. این واقعیت در مشاهده زمان انجام آزمایش نیز تأیید شد. لذا مقدار تغذیه بچه ماهی‌های این تیمار، بیشتر از مقادیر مورد استفاده توسط بچه ماهیان تیمارهای ۳ و ۴ بوده که این موضوع همراه با سهل‌الهضم‌بودن و جذاب‌تربودن گاماروس(Grabner, 2003) به عنوان یکی از غذاهای زنده طبیعی، امکان رشد بیشتر بچه ماهی‌های تیمار ۶ را در مقایسه با تیمارهای ۳ و ۴ فراهم نمود. از طرفی علی رغم پخش شدن مقداری از گاماروس چرخ شده در آب، به دلیل جذاب بودن این غذا برای لاروها نسبت به غذای تجاری، شاید هجوم بچه ماهی‌ها و تغذیه از قسمت‌های قابل دسترس این غذا نسبت به غذای تجاری سبب تغذیه و تمایل بیشتر آن شده و نیز رشد بیشتر بچه ماهی‌ها را در پی داشته است. ضمن اینکه چرخ کردن گاماروس باعث آغشته‌شدن پیکره این غذا به آنزیم‌های گوارشی خودش شده که به هضم غذا در دستگاه گوارش بچه ماهی‌ها کمک می‌کرده است. گذشته از موارد فوق اگر نامناسب بودن دما برای تغذیه بچه ماهی‌ها را نیز به این موضوع اضافه شود بدیهی خواهد بود که در دمای پایین کارگاه(۱/۱۹±۱۰درجه سانتی گراد) در شرایط آزمایش، مسلماً غذایی که سهل‌الهضم و به آنزیم‌های گوارشی آغشته است، قابلیت هضم و جذب بیشتری نسبت به غذایی داشته که نه تنها آغشتگی آن به آنزیم های گوارشی کمتر بوده بلکه قابلیت هضم فیزیکی و شیمیایی آن نیز دشوارتر از غذایی سهل‌الهضم همچون گاماروس است در حالی که مطالعه (سلیمی‌و همکاران، ۱۳۸۷) با بیان این که لارو قزل‌آلا با دارا بودن قدرت آنزیمی‌بالا نیازی به آنزیم‌های کمکی غذای زنده جهت هضم غذای تجاری پلت ندارد، این نتیجه را نقض می‌کند. از سویی دیگر همانطور که بیان گردید، بالاترین میزان رشد در لاروهای تیمار ۵ نسبت به سایر تیمارها از جمله تیمار۴، مشاهده شد. در پژوهشی مشابه (Karabulut*et al.*, 2010) و (میرزاخانی و همکاران، ۱۳۸۷) نیز اختلاف معنی‌داری را از نظر وزنی بین لاروهای قزل آلای تغذیه شده با غذای تجاری پلت و تغذیه شده با ناپلیوس آرتمیا بدست آمد.

همچنین (میرزاخانی، ۱۳۸۳)، (سلیمی، ۱۳۸۳) و (جواهری بابلی و همکاران، ۱۳۸۵) طی مطالعاتشان از نظر میزان رشد بین لاروهای ماهی قزل آلای تغذیه شده با غذای تجاری و لاروهای تغذیه شده با ناپلیوس آرتمیا اختلاف معنی‌داری بدست آوردند. در تحقیقی دیگر بر روی تغذیه ماهی آزاد اطلس (Holm & Moller, 1984)، بهترین میزان رشد لاروی را در محیطی حاوی تراکم بالای دافنی در مقایسه با غذای پلت مشاهده شد. نتایج یک پژوهش نشان داد، بین میزان رشد نمونه ی لارو ماهی حوض(*Carassius auratus*) تغذیه شده با غذای تجاری پلت در مقایسه نمونه تغذیه شده باناپلیوس آرتمیا، اختلاف معنی‌داری بود($p<۰/۰۵$) (Kaiser *et al.*, 2003). بنابراین استفاده از غذای تجاری پلت در مرحله آغاز تغذیه فعال ماهی به خصوص در مورد لاروهای ماهی آزاد دریای خزر توصیه نمی‌شود. زیرا استفاده بیش از حد از غذاهای تجاری پلت سبب افزایش آلودگی و بالا رفتن کدورت آب خواهد شد به نحوی که پیدا کردن غذا توسط لاروها را با مشکل مواجه می‌کند ولی وجود ناپلیوس در آب با توجه به اینکه موجود زنده است و تا زمان زنده بودن فساد پذیر نیست هیچگونه آلودگی در آب ایجاد نکرده و این فرصت وجود دارد که به تدریج به مصرف ماهی برسد. از طرفی در تأیید مطالعه (Holm & Moller, 1984) این نتیجه حاصل شد که نمو اولیه لوله گوارش و تولید پایین آنزیم های گوارشی در آن هضم غذا به خصوص غذای تجاری را محدود می‌کند. تغذیه مداوم لاروها با غذای پلت برخلاف غذاهای زنده میسر نبوده و موجبات کاهش رشد آنها را فراهم می‌سازد در صورتی که در این آزمایش ناپلیوس آرتمیا به مدت حداقل ۲۴ ساعت در آب، حضور فعال داشت. این امر سبب شد در تمام طول شبانه روز غذای کافی در اختیار لاروها قرار داشته و لاروها به گرسنگی مواجه نشدند. در عین حال با توجه به پایین بودن دمای آب مصرف کیسه زرده به زمان بیشتری احتیاج داشت و حضور غذای زنده در محیط پیش از مصرف کامل کیسه زرده توسط لارو موجب می‌شد که بلافاصله پس از اتمام ذخیره کیسه زرده غذای مناسب برای شروع تغذیه فعال لارو در دسترس لارو باشد. حضور دائمی‌غذای زنده در محیط سبب گردید، تا زمان مناسب شروع تغذیه فعال لاروها از دست نرود. همین عامل مهم، سبب گردید تا لاروهای تیمار۵ از لحاظ شاخص های رشد نسبت به سایر تیمارها برتری معنی داری را داشته باشند($P<۰/۰۵$). وجود آنزیم های پروتئولیتیک در ناپلیوس آرتمیا نقش مهمی‌در هضم و جذب ناپلیوس آرتمیا در لوله گوارش لارو ماهی آزاد و قزل آلا دارد(یاراحمدی و همکاران، ۱۳۸۵). با توجه به هضم سریع ناپلیوس آرتمیا، معده لارو سریع‌تر خالی گشته و فعالیت تغذیه‌ای زودتر شروع می‌شود. لارو ماهی آزاد دریای خزر شکار را با حس بینایی تشخیص داده و با توجه به رنگ نارنجی و تحرک ناپلیوس آرتمیا نسبت به غذای تجاری، لاروها می‌توانند آسان‌تر آن را پیدا کرده و تغذیه بیشتری از آن داشته باشند. به طوری که (Maynard *et al.*, 2001) روزانه به مدت ۲ ساعت بچه ماهیان آزاد اطلس را، تحت تمرین و تحریک حس شکارگری (به وسیله غذای زنده دافنی) قرار داده و اذعان داشتند که این مسأله سبب حذف مرگ و

میر از کارگاه گردید. میانگین های نرخ رشد روزانه نمونه‌ها روند مشابهی مانند نرخ رشد ویژه داشت. با توجه به عدم وجود تلفات در تیمارهای غذایی حاوی غذای زنده، شاید بتوان دلیل آن را مقاومت نسبی ایجاد شده ناشی از تغذیه از غذای زنده در آنها دانست. نتایج مطالعه (علوی یگانه و همکاران، ۱۳۸۲) مبنی بر استفاده از پودر گاماروس در جیره لارو قزل آلای رنگین کمان مؤید همین موضوع است. بر اساس نتایج این پژوهش تغذیه لاروهای ماهی آزاد دریای خزر با دو غذای زنده(ناپلی آرتمیا و گاماروس) به طور معنی‌داری سبب افزایش شاخص‌های رشد(وزن تر، طول کل، ضریب رشد ویژه و افزایش وزن روزانه) در مقایسه با شاهد گردید. همچنین رنگ گوشت ماهی را بهبود بخشیده و بالاترین میزان بقا نسبت به تغذیه از غذای تجاری پلت را کسب نمودند که شاید علت این موضوع وجود فاکتورهای تحرک، جذابیت غذایی، امکان خودهضمی، تحریک غریزه شکارگری لارو و حضور دائمی‌غذای زنده در محیط آزمایش باشد که اگرچه این نتایج مؤید مشاهدات (علوی یگانه و همکاران،۱۳۸۶) مبنی بر استفاده از ۱۰ درصد مکمل گاماروس در جیره غذایی لاروهای قزل‌آلای رنگین کمان و در نتیجه حصول بالاترین افزایش وزن، طول و ضریب رشد روزانه و نیز مطالعه (احمدی و همکاران، ۱۳۸۴) در خصوص تأثیر ویژه‌ی افزودن ۲ تا ۴ درصد گاماروس دریای خزر به جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان بر بهبود رنگ گوشت ماهی می‌باشد. نتایج این پژوهش نشان داد استفاده از گاماروس آسیاب شده در مرحله آغاز تغذیه فعال لاروهای ماهی آزاد دریای خزر به دلیل از دست رفتن مقدار فراوانی از مواد غذایی با ارزش آن مناسب نمی‌باشد. نتایج تحقیقات(اکبری و همکاران، ۱۳۸۸)، (جواهری بابلی و همکاران، ۱۳۸۵) و (میرزاخانی و همکاران، ۱۳۸۷) در خصوص اثر تغذیه از ناپلیوس آرتمیا در مقایسه با تغذیه از غذای تجاری پلت بر میزان بقا لاروهای قزل آلا با نتایج حاصل از این مطالعه مطابقت داشته به طوری که بیشترین بقا متعلق به تیمار تغذیه شده با ناپلیوس آرتمیای خالص بود. در همین ارتباط (میرزاخانی و همکاران، ۱۳۸۴) لاروهای قزل‌آلای تغذیه شده با آرتمیا و مخلوط آرتمیا- پلت را مقاوم ترین لاروها در برابر استرس های محیطی دانستند. همچنین (اکبری و همکاران، ۱۳۸۷) نیز لاروهای قزل آلای تغذیه شده با آرتمیا را مقاومترین لاروها حتی در شرایط تنش دمایی معرفی نمودند. به طور کلی به نظر می‌رسد در کارگاه هایی که دمای آب در بیشتر اوقات و فصول سال سردتر از متوسط مورد نیاز ماهی برای تغذیه و رشد است، استفاده از غذاهای زنده نظیر توده آرتمیا و گاماروس به جای غذای پلت و یا به همراه آن بتواند رشد مطلوب را فراهم نماید. چراکه براساس آنچه در کارگاه شهید باهنر کلاردشت در مورد ماهی آزاد دریای خزر مشاهده شده کاهش بیش از حد دما موجب عدم هضم غذای خورده شده در دستگاه گوارش بچه ماهی ها می‌گردد. در حالی که وقتی نوع غذا به غذای زنده تغییر کرد مشکل عدم هضم در دماهای پایین نیز مشاهده نشد ضمن اینکه رشد بچه ماهی ها بسیار محسوس تر از هنگامی‌بود که از غذای تجاری استفاده می‌کردند.

فهرست منابع

۱. **احمدی، محمدرضا؛ صافی، شهاب الدین؛ برکنگ، بوجونر؛ گرامی، عباس؛ رعنایی سیادت، سیدامیدو خدارحمی، رضا،(۱۳۸۴)**، گاماروس دریای خزر(Pontogammarus *maeoticus*) بعنوان یک منبع کاروتنوئیدی به منظور رنگین کردن ماهیچه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان. مجله علوم شیلاتی ایران. ۵(۱):۱-۱۲.

۲. **اکبری، پریا؛ حسینی، سیدعباس؛ ایمان پور، محمدرضا؛ سوداگر، محمد؛ شالویی، فردین،(۱۳۸۷)**، بررسی اثر ناپلئوس‌های آرتمیا ارومیانا (*Artemi aurmiana*) غنی شده با اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره و ویتامین C روی مقاومت در برابر تنشهای محیطی دما و کمبود اکسیژن در لاروهای قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله زیست شناسی ایران. ۲۱(۴):۶۰۰-۶۱۰.

۳. **اکبری، پریا؛ حسینی، سیدعباس؛ ایمان پور، محمدرضا؛ سوداگر، محمد و مخدومی، نورمحمد. ۱۳۸۸**. اثر ناپلئوس آرتمیا غنی شده با اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره و ویتامین C روی رشد، بقای لاروهای قزل آلای رنگین کمان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۶(۱):۴۲-۵۳.

۴. **جواهری بابلی، مهران، متین فر، عباس و آق، ناصر،(۱۳۸۵)**، بررسی اثرات زیستی ناپلیوس آرتمیا غنی شده با اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره به عنوان غذای آغازین برای لارو ماهی آزاد دریای خزر(*Salmotrutta caspius*)، مجله علوم محیطی. ۳(۱۱):۵۵-۶۴.

۵. **جواهری بابلی، مهران،(۱۳۸۶)**، بررسی تأثیر ناپلیوس آرتمیا غنی سازی شده با اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره و ویتامینC بر روی رشد، بقا و مقاومت ماهی آزاد دریای‌خزر (*Salmotrutta caspius*)،رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، گروه شیلات واحد علوم و تحقیقات تهران، ص ۱۸-۴۷.

۶. **ستاری، مسعود؛ شاهسونی، داود و شفیعی،شهنام، (۱۳۸۲)**، ماهی‌شناسی(۲) سیستماتیک، انتشارات حق شناس،۵۰۲ ص.

۷. **سلیمی، بهنام، (۱۳۸۳)**، بررسی مقایسه‌ای اثرات تغذیه‌ای لارو قزل آلای رنگین کمان با سیست دکپسوله و ناپلیوس آرتمیا. پایان نامه کارشناسی ارشد،**گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی** دانشگاه ارومیه،۶۹ ص.

۸. **سلیمی، بهنام؛ سید سجادی، پرنیا؛ مناف فر، رامین؛ مشکینی، سعید،(۱۳۸۷)**، تأثیر تغذیه با ناپلی آرتمیا، سیست دکپسوکه و غذای کنسانتره بر میزان پروتئین، چربی و اسیدهای چرب در لارو نورس قزل آلای رنگین کمان(*Oncorhynchus mykiss*)، مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۸۱ (علوم دامی)، صفحه ۱۵۳.

۹. **شریعتی، ابوالقاسم،(۱۳۸۳)**، ،ماهیان دریای خزر و حوزه آبریز آن. انتشارات نقش مهر، ۲۲۴ ص.

۱۰. **شکیبی دریاکناری، علی،(۱۳۷۹)**، بررسی بیوتکنیک تکثیرماهی آزاد دریای خزر، سمینار کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس تهران. ۳۵ ص.

۱۱.**علوی یگانه، محمدصادق؛ عابدیان کناری، عبدالمحمد؛ رضائی، مسعود و محمدی آزرم، حمید،(۱۳۸۲)**، افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی pH و دما در لاروهای قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از طریق تغذیه با مکمل پودر گاماروس. مجله علوم و فنون دریایی ایران. ۳(۱):۵۷-۶۶.

۱۲.**علوی یگانه، محمدصادق؛ عابدیان کناری، عبدالمحمد و رضایی، مسعود. ۱۳۸۶**. اثر استفاده از آرد گاماروس دریایی و رودخانه ای به عنوان مکمل غذایی بر رشد و بقای لارو ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*).مجله پژوهش و سازندگی.۲۰(۴ (پی آیند ۷۷) در امور دام و آبزیان):۱۱۳-۱۲۳.

۱۳.**کیوان، امین،(۱۳۸۱)**، مقدمه‌ای بر بیوتکنولوژی پرورش ماهیان خاویاری(در استخرها، حوضچه ها، قفسها آبگیرها)، انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان، ۲۷۰ ص.

۱۴. **لاونز، پاتریک؛ سارجلوس، پاتریک،(۱۹۹۶)**، آرتمیا(ترجمه امیرشعاع حسینی)، انتشارات دریاسر-۱۳. تهران، ۱۶۸ ص.

۱۵. **محمد زاده، ناصر،(۱۳۸۲)**، تأثیر تغذیه با ناپلی آرتمیا غنی‌شده از روغن ماهی و ویتامین C بر رشد، ماندگاری و مقاومت لارو ماهی قزل الای رنگین کمان در برابر استرس آمونیاک و نیتریت، مرکز تحصیلات تکمیلی دانشگاه هرمزگان، ۱۵ ص.

۱۶. **موسوی، مریم، (۱۳۷۲)**، تولید بچه ماهی اسمولت ماهی آزاد، مرکز تحقیقات شیلات استان مازندران، ۲۸ ص.

۱۷.**میرزاخانی، محمدکاظم،(۱۳۸۳)**، اثرات استفاده از آرتمیای غنی‌شده با اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره و آرتمیای غنی‌نشده بر رشد و بازماندگی لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان، پایان نامه کارشناسی ارشد گروه شیلات، دانشگاه تربیت مدرس تهران،۵۲ ص.

۱۸.**میرزاخانی، محمدکاظم؛ آذری تاکامی، قباد؛ عابدیان کناری، عبدالمحمد؛ بنوره، اکبر،(۱۳۸۴)**، افزایش مقاومت استرس‌های محیطی pH و دما در لاروهای قزل‌آلای‌رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از طریق تغذیه با آرتمیای غنی شده با اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره، مجله پژوهش و سازندگی،۱۸(۴ (پی‌آیند ۶۹) در امور دام و آبزیان):۴۷-۵۲.

۱۹. **میرزاخانی، محمدکاظم؛ آذری تاکامی، قباد و عابدیان کناری، عبدالمحمد، (۱۳۸۷)**، بررسی تأثیر استفاده از آرتمیای غنی شده با اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره بر رشد و بازماندگی لاروهای قزل آلای رنگین کمان(*Oncorhynchus mykiss*)، مجله علوم زیستی واحد لاهیجان، سال دوم، شماره اول ۸۶-۷۷.

۲۰. **وثوقی، غلامحسین و مستجیر، بهزاد، (۱۳۸۵)**، ماهیان آب شیرین، انتشارات دانشگاه تهران.

۲۱. **ویلکی، امیر سعید،(۱۳۷۳)**، بهبود روش تغذیه ماهی قزل آلای دریای خزر(ماهی آزاد)، پایان نامه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال.

۲۲.**یاراحمدی، بهروز؛ مقدسی، فرخ؛ سیاوشی، رزیتا،(۱۳۸۵)**، استفاده از سیست پوسته‌زدایی‌شده آرتمیا در تغذیه لارو قزل‌آلای رنگین کمان. مجله پژوهش و سازندگی، ۱۹(۴(پی‌آیند۷۳) درامور دام وآبزیان) :۴۹-۵۸.

23.**Brown ,C.; Davidson, T. &Laland, K. 2003**.Environmental enrichment and prior experience of live prey improve foraging behaviour in hatchery-reared Atlantic salmon. Journal of Fish Biology. 63, Issue Supplements.

24.**EIFAC, IUNS. And ICES. 1980.** Report of working group on standardization of methodology in fish nutrition research. FAO Corporate Document Repository. Fisheries and Aquaculture Department.

25.**Elliott, J. M. 2011**. A comparative study of the relationship between light intensity and feeding ability in Brown trout (Salmo trutta) and Arctic charr (Salvelinusa lpinus). Freshwater Biology. 56, Issue :10.

26.**Goddard, J. S. & McLean, E. 2000.** Acid-insoluble ash as an inert reference material for digestibility studies in tilapia, *Oreochromis aureus*. Department of Marine Science and Fisheries, College of Agriculture, Sultan Qaboos University, PO Box 34, Al-Khod 123, Muscat, Oman. Elsevier.198:93-98.

27.**Grabner M.; Wieser, W. &Lackner, R. 2003**. The suitability of frozen and freeze-dried zooplankton as food for fish larvae: A biochemical test program. Aquaculture, 26, Issues 1-2: 85-94.

28.**Holm, J. a1986**[a] Review on experiments on use of zooplankton as food in Salmonidsmoltproduction. Aquaculture Engineering, 5:33-47.

29.**Holm, J. b1986**[b]**.** Yolk sac absorption and early food selection in Atlantic salmon feeding on ive prey. Aquaculture, 54:173-183.

30.**Holm, J.; Moller, D. 1984.** Growth and prey selection by Atlantic salmon yearling reared on live freshwater zooplankton. Aquaculture, 43:401-412.

31.**Holm, J. 1987**. Atlantic salmon start-feeding with live zooplankton: pressure shock treatment to increase prey availability. Aquaculture Engineering, 6:1-14.

32.**Kaiser, H. ;Endemann, F. &Paulet, T. G. 2003**. A comparison of artificial and natural foods and their combinations in the rearing of goldfish, Carassius auratus (L.).Aquaculture Research 34, Issue 11: 943–950.

33.**Karabulut, H. A.; Yandi, I. &Mevlut Aras, N. 2010**. Effects of different feedand temperature conditions on growth, meat yield, survival rate, feed conversion ratio and condition factor in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. Journal of Animal and Veterinary Advances. 9, Issue 22: 2818-2823.

34.**Maynard, D. ; Flagg, T. &Mahnken, C. 2001**. A review of natures approaches to increase pacific Salmon post-release survival. Northwest Fisheries Science Center. American Fisheries Society Symposium, 15:307-314.

35.**Sorgeloos, P.; Dhert, P.; Candreva, P. 2001**. Use of the brine shrimp, Artemia spp., in marine fish larviculture. Aquaculture, 200: 147-159.