**تغــذیه آبزیــان**
**سال دوم، شماره اول،**
**بهار و تابستان ۱۳۹۵**

# بررسی معیارهای تغذیه‌ای لارو فیل ماهی (*Huso huso*) در تغذیه با دافنی ماگنا و ناپلی آرتمیا

**حجت الله جعفریان**
گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد، گلستان

تاریخ دریافت: ۹۴/۸/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۳۱

**چکیده**
لارو فیل ماهی (*Huso huso*) با میانگین وزنی ۱/۲۵ ± ۳۰/۴۳ میلی‌گرم و تراکم ۲ عدد در لیتر با سه تکرار (۱۰۰ قطعه ماهی در هر حوضچه) به میزان ۳۰ درصد از وزن بدن در روز به مدت ۱۵ روز با استفاده از دافنی ماگنا، ناپلی آرتمیا اورمیانا و مخلوط آنها (۵۰ درصد وزنی دافنی و ۵۰ درصد وزنی آرتمیا) در قالب یک طرح کاملا تصادفی مورد تغذیه قرار گرفتند. در شروع و پایان آزمایش، ماهیان بطور انفرادی توزین شدند. ترکیب تقریبی لاشه نمونه های ماهی تعیین گردید. بیشترین پروتئین (۷۶/۷۰ درصد) و چربی خام لاشه (۸/۸۳ درصد) در تیمار آرتمیا بدست آمد. که به ترتیب تفاوت معنی داری را با تیمار دافنی و مخلوط آرتمیا و دافنی نشان دادند ($P<۰/۰۵$). اختلاف معنی داری بین تیمارها در خصوص ارزش تولید پروتئین، چربی و انرژی مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). بالاترین مقدار انرژی ابقاء شده بر مبنای پروتئین (۱۳/۷۶ ژول در روز) و چربی (۵۴/۱۴ ژول در روز) در تیمار دافنی بدست آمد. بهترین وزن نهایی (۱۹۳/۹۸ میلی‌گرم) و ضریب تبدیل غذایی ۲/۸۰ در تیمار دافنی مشاهده گردید. حداکثر نرخ رشد ویژه بر مبنای پروتئین ($SGR_P$)، چربی ($SGR_l$) و انرژی ($SGR_e$) در تیمار لاروهای فیل ماهی تغذیه شده از دافنی بدست آمد. نتایج این آزمایش نشان داد که توانایی لارو فیل ماهی در استفاده از دافنی ماگنا، ناپلی آرتمیا اورمیانا و مخلوط آنها، متفاوت بوده و دافنی تاثیر مناسب تری بر ارتقاء پارامترهای رشد در لارو فیل ماهی نسبت به سایر تیمارها برخوردار بود.

**کلمات کلیدی:** لارو فیل ماهی، دافنی ماگنا، ناپلی آرتمیا اورمیانا، ارزش تولید انرژی، انرژی ابقاء شده بر مبنای پروتئین

* نویسنده مسئول: hojat.jafaryan@gmail.com

**مقدمه**

علیرغم پیشرفت های اخیری که در خصوص تولید جیرهای فرموله شده برای تغذیه لاروهای ماهیان پرورشی صورت پذیرفته است، با این وجود هنوز هم برای تغذیه اولیه اغلب ماهیان در دوره لاروی، غذاهای زنده از اهمیت بسیار بالایی برخوردار هستند. غذاهای زنده به عنوان یکی از مهمترین موارد در تغذیه لاروهای ماهیان پرورشی قلمداد شده، خصوصا این موضوع در زمانی که لاروهای ماهیان دریایی که از نظر تکامل جنینی هنوز ناقص هستند، از اهمیت بیشتری برخوردار می باشند.

جیره های آغازین حاوی مواد مغذی مناسب، برای موفقیت در پروش لاروی بسیاری از گونه های ماهی اهمیت داشته و شروع تغذیه خارجی به عنوان یک دوره بحرانی بسیار مهم در تولید آبزیان تلقی گردیده (Conceição, et al. 1998) و عبور با موفقیت از این مرحله بحرانی تا حد زیادی بستگی به نوع غذای مورد استفاده دارد.

یکی از مهمترین جنبه های بکارگیری غذاهای زنده نظیر دافنی و آرتمیا در لاروهای ماهیانی که جهت رها سازی به منابع آبی به منظور بازسازی ذخایر پرورش داده می شوند، ایجاد رفتار شکارچی در آنها می باشد. با توجه به اینکه در سال های اخیر بیشتر متخصصین تغذیه آبزیان تمایل زیادی به استفاده از ریزجیره ها در تغذیه لاروهای ماهیان دارند، با این وجود به علت عدم تغذیه برخی از لاروهای ماهیان از ریز جیره ها و نیز به منظور تامین خوی شکارچی گری این لاروها، هنوز هم استفاده از غذاهای زنده از جایگاه ویژه ای در پرورش لاروی این ماهیان برخوردار می باشد (Shields et al. 2011).

اندازه کوچک و عملکرد هضم نسبتا ضعیف لاروهای توسعه نیافته ماهیان دریایی باعث می شود که برای اغلب گونه ها، ریزجیره ها برای تغذیه اولیه آنها نامناسب باشند. لذا در این مورد تنها راه حل مورد استفاده، بکارگیری طعمه های زنده نظیر روتیفر، دافنی و آرتمیا می باشد که در تغذیه اولیه لاروها به عنوان غذای زنده بکار می روند (Segner et al. 1994).

آبزیان پرورشی تمایل دارند که در محیط های پرورشی از غذاهای طبیعی استفاده نمایند. برخی از آبزیان در مراحل لاروی خود بایستی اجبارا از غذاهای زنده استفاده کنند. بطور مثال اکثر لاروهای ماهیان دریایی در سالن های هچری از غذاهای فیتوپلانکتونی و یا زئوپلانکتونی که با سایز دهانی آنها مطابقت دارد، استفاده می کنند (Conceição et al. 2007).

بسیاری از لاروهای تاسماهیان در دوران لاروی قادر به تغذیه از جیره های دستی نمی باشند ( Conceição et al. 2008) بنابراین با توجه به قابلیت بالای آنها در بهره برداری از غذاهای زنده، عموما از ناپلیوس آرتمیا و دافنی جهت تغذیه آغازین آنها استفاده بعمل می آید.

کارآیی این طعمه های زنده بستگی زیادی به توانایی آنها جهت در اختیار گذاشتن مقدار کافی از اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب غیر اشباع برای رشد و نمو لارو ماهیان دارد. از اینرو زئوپلانکتون های آب شور نظیر ناپلی آرتمیا به عنوان طعمه زنده برای تغذیه آغازین لاروهای ماهیان دریایی، به عنوان یک راهکار آشکار، بکار گرفته می شوند. یکی از موارد مهم، مشکلاتی است که در جهت تامین مقادیر کافی از ارگانیزمهای زئوپلانکتون دریایی بخصوص در فصول مختلف تولید لاروهای ماهی وجود دارد. در محیط های طبیعی، زئوپلانکتون ها، به عنوان ارگانیزم های غذایی زنده برای لاروهای ماهیان بشمار می روند و در بسیاری از موارد این میکروارگانیزم ها در مرحله ناپلی، غنی از اسیدهای چرب با زنجیره های طولانی HUFA بوده و عموما نسبت مناسبی از DHA/EPA را دارا می باشند (Naess et al. 1995). تولید انبوه ماهیان نوجوان با کیفیت بالا در بسیاری از گونه های ماهی، هنوز هم وابسته به دانش محدود در مورد نیازهای غذایی آنان می باشد (Shields, 2001; Watanabe and Kiron, 1994) مطالعات هضم، جذب و تشکیل مواد مغذی در بدن لاروهای ماهیان بوسیله چندین فاکتور محـدود می شود. اول اینکه لاروهای ماهیان اغلب کوچک بوده و عموما این مورد به عنوان یک محدودیت در پرورش آنها محسوب می گردد. دوم اینکه اندازه دهان آنها کوچک بوده و نیاز به غذاهای با اندازه کوچک را دارند و این خود مشکلاتی را برای فناوری تولید ریزجیره برای لاروهای ماهیان دریایی ایجاد می کند (Rønnestad et al. 2001). مورد دیگر این است که پذیرش ریزجیره های بدون تحرک، توسط لاروهای اغلب ماهیان تجاری، محدود بوده و در اغلب آزمایشات تغذیه ای منجر به کاهش نرخ

بلعیدن غذا گردیده است. بنابراین با توجه به برخی از محدودیت های ذکر شده، در خصوص برخی از لاروهای ماهیان به دلیل عدم پذیرش ریزجیره های فرموله شده، اجبارا از غذاهای زنده استفاده می گردد. بهرحال استفاده از غذاهای زنده در تغذیه لاروهای ماهی دارای مشکلات خاصی می باشد. بطور مثال تغییر ترکیب مواد مغذی غذای زنده به استثناء برخی از ترکیبات چربی، بسیار مشکل می باشد، در حالیکه در غذاهای فرموله شده امکان تغییر ترکیبات مغذی جیره همسو با نیازهای لارو ماهی وجود دارد (Kolkovski, 2001; Conceição et al. 2003; Aragão et al. 2004).

از سوی دیگر دانش موجود در خصوص نیازهای تغذیه ای لاروهای ماهیان دریایی هنوز هم محدود بوده و اغلب این اطلاعات کیفی است و اطلاعات کمی کمتری وجود دارد. عموما در مقایسه با ماهیان بزرگتر، لارو ماهیان دریایی توانایی کمتری را در هضم و یا جذب مواد غذایی پیچیده دارند (Rust, 2002; Rønnestad and Conceição, 2005)، در حالیکه ماهیان دریایی از نرخ رشد ویژه بالاتری برخوردار هستند (Conceição et al. 1998)، این ظرفیت رشد بالای لاروهای ماهیان دریایی نشان می دهد که آنها در این مرحله از رشد خود به اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب HUFA، فسفولیپیدها و دیگر مواد مغذی نیاز دارند.

مطالعه پتانسیل های تغذیه‌ای لارو فیل ماهی در بهره برداری از مواد مغذی دافنی (*Daphnia* sp) و آرتمیا اورمیانا (*Artemia urmiana*) از اهمیت ویژه ای برخوردار است. دافنی از جمله زئوپلانکتون های مهم آبهای شیرین بوده و با داشتن توانمندی هایی نظیر ارزش غذایی و فیلتراسیون غیر انتخابی به عنوان یک ارگانیزم ارزشمند در اهداف پرورش لاروی آبزیان عملکرد بسیار خوبی داشته و همچنین ناپلی آرتمیا بدلیل قابلیت دسترسی، ذخیره شدن و بسیاری از مزیت های غذایی و کاربری آن بطور وسیع جهت پرورش لارو ماهیان دریایی و سخت پوستان در تمامی جهان مورد استفاده قرار می گیرد (Lavens and Sorgeloos, 1996) این دو زئوپلانکتون قابلیت خوبی را در تغذیه لاروهای تاسماهیان نیز دارا می باشد (جعفریان و همکاران، ۱۳۸۶الف؛ جعفریان و همکاران، ۱۳۸۸).

تحقیقات مختلفی در ارتباط با این دو جانور آبزی در تغذیه لاروهای ماهی صورت گرفته که تمامی آنها نشان از توانمندی این دو جانور آبزی می باشند. دافنی ماگنا (*D. magna*) به عنوان غذای زنده جهت تغذیه لارو تاس ماهی ایرانی (جعفریان و همکاران، ۱۳۸۶الف)، فیل ماهی (جعفریان و همکاران، ۱۳۸۶ب) و در تغذیه لاروهای ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) اثبات نمود که به عنوان یک غذای زنده مناسب از قابلیت های تغذیه ای بالایی برخوردار می باشد (جعفریان و همکاران، ۱۳۸۷). همچنین تحقیقات متعددی در ارتباط با این دو غذای زنده در تغذیه لارو های ماهی صورت گرفته که تمامی آنها نشان از توانمندی آنها می باشد. لاروهای تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) تغذیه شده با ناپلی آرتمیا ارومیانا نشان داد که این ماهی از پتانسیل بالایی در بهره برداری از ناپلی آرتمیا برخوردار می باشد (جعفریان، ۱۳۸۵).

بنابراین بررسی چگونگی تغذیه و کیفیت منابع غذایی فیل ماهی و همچنین مقایسه آن با الگوهای تغذیه ای و رشد در دوره لاروی این ماهی می تواند در شناخت عوامل محدود کننده رشد و کارآیی تغذیه آن مفید بوده و با رفع آنها به الگو های تغذیه ای مناسب برای این ماهی دست یافت. در این خصوص مطالعات دامنه دار کمی صورت گرفته و نیاز می باشد که تمامی موارد فوق بصورت پیوسته و در زمینه هایی همچون فعالیت ویژه آنزیم های گوارشی، قابلیت هضم و جذب غذاهای زنده خورده شده توسط این ماهیان و کارآیی تغذیه آنها بررسی و مورد مطالعه قرار گیرد. لذا با توجه به پتانسیل های بسیار بالای غذاهای زنده نظیر: ناپلی آرتمیا و دافنی در تغذیه لاروهای ماهیان و پرورش تجاری آنها ضرورت مطالعه هرچه بیشتر کارآیی آنها در تغذیه ماهیان کاملا آشکار می‌گردد (Conceição et al. 1998). بدین منظور تحقیق حاضر به منظور مقایسه ناپلی آرتمیا اورمیانا و دافنی ماگنا در روند رشد و تغذیه لارو فیلماهی در کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی طراحی و اجرا گردید.

## مواد و روش‌ها

دافنی ماگنای مورد استفاده در این آزمایش، از استخرهای پرورش دافنی مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی آق قلای گرگان تهیه گردید. دافنی ماگنای

پرورش یافته در استخرهای خاکی، با بکارگیری تورهای مخصوص صید زئوپلانکتون، صید و پس از جداسازی گیاهان آبزی از آنها، با استفاده از سطل های پلاستیکی به سالن پرورش لارو آن مرکز منتقل گردیدند. سپس دافنی ها بلافاصله در حوضچه های فایبرگلاسی کاملا تمیز با استفاده از آب شیرین برای چندین بار کاملا شستشو شده و پس از فیلتراسیون و آبکشی در پارچه توری با اندازه چشمه ۰/۵ میلیمتر، به انکوباتورهای شیشه ای ویس با حجم ۸ لیتر منتقل شده و تحت شرایط نوری ۱۰ وات بر هر متر مربع (Michels and Mesters, 1998) و دمای $^{o}C$ ۱ ± ۱۹ نگهداری شدند. سپس در هر وعده از زمان تغذیه به مقدار مورد نیاز از این ظروف شیشه ای به پارچه های توری سیفون و پس از شستشو با آب شیرین در اختیار لاروهای فیل ماهی قرار گرفتند. سیست های آرتمیا اورمیانا از مرکز تحقیقات آرتمیا و جانوران آبزی ارومیه تهیه گردید. لایه کوریون سیست ها به طریقه شیمیایی طی فرآیند کپسول زدایی، جدا شد (Sorgeloos et al. 1986). تخم گشایی سیست های کپسول زدایی شده با بکارگیری ظروف شیشه ای قیفی شکل با حجم یک لیتر با استفاده از آب دریا (۳۰ppt) انجام پذیرفت. سیست ها پس از کپسول زدایی با تراکم ۵ گرم در لیتر در ظروف شیشه‌ای در دمای $^{o}C$ ۳۰، شرایط نوری (۲۰۰۰ لوکس) و هوادهی انکوباسیون گردیدند (Gomez-Gil et al. 1998). بعد از ۲۴ ساعت، ناپلی ها با استفاده از رفتار نورگرایی مثبت، از سیست ها جدا و با استفاده از صافی با چشمه ۱۲۰ میکرون، سیفون گردیدند.

در این آزمایش از لاروهای فیل ماهی پس از جذب کیسه زرده، با میانگین وزنی ۱/۲۵ ± ۳۰/۴۳ میلی گرم و طول کل ۱/۴۲ ± ۱۴/۸۴ میلی متر استفاده گردید. ۳ تیمار آزمایشی جهت این منظور در نظر گرفته شد و آزمایش در قالب یک طرح کاملا تصادفی اجرا گردید. لاروهای فیل ماهی از ناپلی آرتمیا اورمیانا در تیمار آرتمیا تغذیه نمودند. در تیمار دافنی لاروهای فیل ماهی از دافنی ماگنا تغذیه شدند. همچنین در تیمار مخلوط دافنی و آرتمیا، لاروهای فیل ماهی از مخلوط ناپلی آرتمیا اورمیانا و دافنی با نسبت مساوی ۵۰ درصد وزنی تغذیه گردیدند. سیستم پرورشی شامل ۱۲ حوضچه پلاستیکی که هر یک با حجم آبگیری ۵۰ لیتر بود و برای هر یک از تیمارها، ۳ تکرار در نظر گرفته شد. تراکم ماهی در این حوضچه ها به میزان ۲ قطعه در هر لیتر و با جریان آب یک لیتر در دقیقه، هوا دهی ثابت و شرایط نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ساعت تاریکی در سالن ونیرو کارگاه شهید مرجانی جایابی شدند. تغذیه لاروهای ماهی در تمامی تیمارهای آزمایشی، روزانه در ۶ نوبت و به فاصله زمانی ۴ ساعت انجام شد. نرخ تغذیه روزانه لاروهای فیل ماهی در تمامی تیمارها به میزان ۳۰ درصد وزن توده زنده بدن، از زئوپلانکتون های ذکر شده صورت پذیرفت (شعبانپور، ۱۳۷۷). مقادیر غذای خورده نشده در هر تیمار با استفاده از توری های با اندازه چشمه ۱۲۰ میکرون، جمع آوری و از کل وزن غذای عرضه شده کسر گردیده و سرانجام مقدار غذای خورده شده توسط لاروهای ماهی در هر تیمار محاسبه گردید. جهت آنالیز لاشه دافنی ماگنا، ناپلی آرتمیا اورمیانا در مرحله اینستار ۱، مخلوط آنها و لارو تازه به تغذیه افتاده فیل ماهی، نمونه هایی به آزمایشگاه ارسال و مورد تجزیه قرار گرفتند.

## زیست سنجی لارو ها

در طول دوره آزمایش به فاصله هر هفته تعداد ۱۰ قطعه از لاروهای ماهی بطور تصادفی از هر حوضچه نمونه برداری و میانگین طول و وزن آنها با استفاده از کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی متر و ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی گرم اندازه گیری و ثبت گردید. لاروهای ماهی پس از بیومتری به حوضچه های مربوطه برگردانده شدند.

## معیارهای تغذیه ای

در انتهای دوره آزمایش تعداد ۵۰ قطعه لارو ماهی از هر حوضچه فایبرگلاس نمونه برداری و پس از انجماد در فریزر به آزمایشگاه ارسال شدند. مطابق با استاندارد AOAC، مقدار پروتئین خام با تعیین مقدار نیتروژن کل تعیین گردید (Helland et al. 1996). همچنین چربی خام مطابق با روش سوکسله، انرژی خام با استفاده از دستگاه بمب کالریمتر، رطوبت و ماده خشک لاشه بطور وزنی بعد از انجماد خشک برای مدت ۲۴ ساعت در آون تعیین شدند (Hevroy et al. 2005). همچنین خاکستر لاشه دافنی و لاروهای ماهی از طریق سوزاندن

آنها در کوره در حرارت $^{o}C$ ۶۰۰ تعیین گردید (Helland et al. 1996) برخی از پارامترهای تغذیه‌ای لاروهای ماهی چالباش از جمله ارزش تولید پروتئین و چربی، نسبت کارآیی پروتئین و چربی، ضریب تبدیل غذایی و کارآیی تغذیه، محاسبه گردید.

## تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های بدست آمده در ارتباط با معیارهای رشد و تغذیه لاروهای ماهی، با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه، در قالب طرح کاملا تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18 و آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ انجام پذیرفت.

## نتایج

نتایج مربوط به مقادیر تقریبی ترکیبات شیمیایی لاشه لارو فیل ماهی در شروع مرحله تغذیه فعال، ناپلی آرتمیا اورمیانا و دافنی ماگنا آورده شده است (جدول ۱). نتایج این تحقیق نشان داد که تغذیه لارو فیل ماهی از ناپلی آرتمیا اورمیانا، دافنی ماگنا و مخلوط آنها توانست ترکیبات بیوشیمیایی لاشه این ماهی را تغییر دهد (جدول ۲). ماده خشک لاشه لارو فیل ماهی در تمامی تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری را نشان نداد (P>۰/۰۵) در حالی‌که بالاترین مقدار ماده خشک لاشه (۷/۹۰ درصد) در تیمار تغذیه شده ناپلی آرتمیا بدست آمد. همچنین بالاترین متوسط پروتئین خام لاشه (۷۶/۷ درصد) در لاروهای ماهی تغذیه شده از ناپلی آرتمیا تعیین گردید و با لاروهای ماهی در تیمار تغذیه با دافنی اختلاف معنی داری را نشان داد (P<۰/۰۵). چربی خام لاشه در لاروهای فیل ماهی تغذیه شده با ناپلی آرتمیا دارای سطح بالاتری (۸/۸۳ درصد) بود و با تیمار تغذیه شده از مخلوط دافنی ماگنا و ناپلی آرتمیا اورمیانا که از حداقل میزان چربی خام لاشه (۶/۵۲ درصد) برخوردار بود، اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). همچنین، بیشترین مقدار انرژی خام لاشه (۴۸۱۰ کالری بر گرم) لاروها در تیمار تغذیه شده از ناپلی آرتمیا بدست آمد و با تیمارهای دیگر اختلاف معنی دار (P<۰/۰۵) داشت.

**جدول ۱- مقادیر تقریبی ترکیبات شیمیایی لاشه لارو فیل ماهی در شروع تغذیه فعال، دافنی ماگنا و ناپلی آرتمیا اورمیانا.**

| جانور آبزی / ترکیب لاشه | ناپلی آرتمیا در مرحله اینستار ۱ | دافنی ماگنا | مخلوط ناپلی آرتمیا و دافنی ماگنا | لارو فیل ماهی در شروع تغذیه فعال |
|---|---|---|---|---|
| پروتئین خام (درصد) | ۵۶/۸۳ ± ۶/۶۹ | ۳۹/۶۸ ± ۲/۱۴ | ۴۹/۳۲ ± ۴/۱۷ | ۶۴/۶۲ ± ۱/۴۵ |
| چربی خام (درصد) | ۲۱/۲۰ ± ۲/۲۶ | ۲۴/۹۹ ± ۳/۷۰ | ۲۲/۴۸ ± ۲/۸۹ | ۱۳/۶۴ ± ۲/۱۲ |
| انرژی خام (کالری بر گرم) | ۴۷۲۷/۴۹ ± ۱۹۸/۵۹ | ۴۸۰۵/۲۴ ± ۲۰۵/۲۰ | ۴۷۲۱/۲۴ ± ۳۳۲/۲۳ | ۴۸۶۹ ± ۴۲۰ |
| ماده خشک (درصد) | ۹/۰۹ ± ۱/۴۳ | ۴/۹۹ ± ۰/۲۵ | ۶/۹۹ ±۰ /۵۹ | ۹/۰۹ ± ۱/۵۹ |
| رطوبت (درصد) | ۹۰/۹۱ ± ۴/۵۷ | ۹۵/۰۱ ± ۷/۴۵ | ۹۴/۱۸ ± ۸/۶۷ | ۹۰/۹۱ ± ۱/۲۵ |
| خاکستر (درصد) | ۳/۷۵ ± ۰/۰۸ | ۲۸/۱۵ ± ۲/۶ | ۱۴/۸ ± ۳/۳۹ | ۲/۹۰ ± ۰/۱۱ |

کمترین میزان خاکستر لاشه لاروهای فیل ماهی (۵/۵۳ درصد) در تیمار تغذیه شده با دافنی ماگنا و بالاترین میزان آن (۷/۶۳ درصد) در تیمار تغذیه شده با ناپلی آرتمیا مشاهده شد و لاروهای ماهی در تیمارهای تغذیه شده با ناپلی آرتمیا اورمیانا و مخلوط دافنی و ناپلی آرتمیا با تیمار تغذیه شده با دافنی ماگنا اختلاف معنی داری (P<۰/۰۵) را نشان دادند.

**جدول ۲- تغییرات ترکیبات بیوشیمیایی لاشه لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف مورد آزمایش.**

| ترکیب لاشه / تیمارهای آزمایشی | ماده خشک (درصد) | پروتئین خام (درصد) | چربی خام (درصد) | انرژی خام (کالری بر گرم) | خاکستر (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|
| تغذیه با ناپلی آرتمیا | ۷/۹۰±۱/۲۰ a | ۷۶/۷۰±۰/۴۵ a | ۸/۸۳±۰/۳۶ a | ۴۸۱۰±۳۹ a | ۷/۶۳ ± ۰/۲۰ a |
| تغذیه با دافنی | ۷/۸۰±۰/۷۲ a | ۷۳/۲۰±۱/۵۰ b | ۷/۶۹±۱/۰۹ ab | ۴۶۶۱±۶۲ b | ۵/۵۳ ± ۰/۳۹ b |
| تغذیه با دافنی و آرتمیا | ۶/۲۳±۱/۱۶ a | ۷۵/۱۳±۰/۵۷ ab | ۶/۵۲±۰/۵۰ b | ۴۶۸۷ ±۹۶ b | ۶/۸۰±۰/۵۳ a |

در بین تیمارهای آزمایشی لاروهای فیل ماهی در تیمارهای تغذیه شده با دافنی و مخلوط آرتمیا و دافنی، کمترین میزان وزن نهایی (۱۵۹/۳۲ میلی‌گرم) و بالاترین ضریب تبدیل غذایی (۳/۵۷) را دارا بوده و با دو تیمار دیگر اختلاف معنی داری را نشان دادند (P<۰/۰۵). نسبت کارآیی پروتئین و چربی در لاروهای فیل ماهی تغذیه شده از دافنی در مقایسه با دو تیمار دیگر از سطح بالاتری برخوردار بوده و با آن اختلاف معنی دار نشان داد (P<۰/۰۵). بالاترین میزان ارزش تولید پروتئین (۱/۰۳)، چربی (۰/۲۰) و انرژی (۰/۵۲) در لاروهای ماهی در تیمار تغذیه از دافنی ماگنا مشاهده گردید (P<۰/۰۵).

**جدول ۳- تغییرات معیارهای تغذیه ای لارو فیل ماهی در تیمارهای مختلف آزمایشی.**

| معیارتغذیه ای / تیمارهای آزمایشی | وزن نهایی (میلی گرم) | ضریب تبدیل غذایی | نسبت کارآیی پروتئین | نسبت کارآیی چربی | ارزش تولید پروتئین | ارزش تولید چربی |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تغذیه با ناپلی آرتمیا | ۱۵۹/۳۲±۱۳/۹۰ b | ۳/۵۷±۰/۵۷ a | ۶/۷۷±۰/۵۸ c | ۱۸/۱۴±۱/۳۳ c | ۰/۳۴±۰/۰۳ c | ۰/۱۲±۰/۰۱ b |
| تغذیه با دافنی | ۱۹۳/۹۸±۱۴/۲۱ a | ۲/۸۰±۰/۲۹ b | ۲۱/۵۴±۱/۶۷ a | ۳۴/۲۰±۲/۶۵ a | ۱/۰۳±۰/۰۶ a | ۰/۲۰±۰/۰۲ a |
| تغذیه با دافنی و آرتمیا | ۱۹۰/۱۹±۲۰/۳۹ a | ۲/۸۹±۰/۳۶ b | ۱۲/۱۱±۱/۳۴ b | ۲۶/۵۸±۲/۹۴ b | ۰/۴۵±۰/۰۶ b | ۰/۱۲±۰/۰۱ b |

حروف لاتین غیر مشترک در هر ستون، نشانه معنی دار بودن می باشد (P<۰/۰۵).

**ادامه جدول ۳**

| معیار تغذیه ای / تیمارهای آزمایشی | ارزش تولید انرژی | انرژی ابقاء شده بر مبنای پروتئین (ژول در روز) | انرژی ابقاء شده بر مبنای چربی (ژول در روز) | نرخ رشد ویژه بر مبنای پروتئین (درصد) | نرخ رشد ویژه بر مبنای چربی (درصد) | نرخ رشد ویژه بر مبنای انرژی (درصد) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تغذیه با ناپلی آرتمیا | ۰/۲۴±۰/۰۲ c | ۱۱/۶۵±۱/۲۰ a | ۴۲/۹۶±۳/۷۷ a | ۱۲/۱۰±۰/۶۳ b | ۲۸/۱۶±۰/۶۳ a | ۱۰/۴۲±۰/۶۴ a |
| تغذیه با دافنی | ۰/۵۲±۰/۰۵ a | ۱۳/۷۶±۱/۲۷ a | ۴۵/۱۴±۳/۵۷ a | ۱۳/۱۱±۵۷۰ a | ۲۸/۵۱±۰/۵۷ a | ۱۱/۵۳±۰/۵۸ a |
| تغذیه با دافنی و آرتمیا | ۰/۲۷±۰/۰۴ b | ۱۰/۵۵±۱/۴۶ b | ۳۴/۳۸±۳/۹۰ b | ۱۱/۵۲±۰/۷۷ b | ۲۶/۵۹±۰/۷۷ b | ۹/۷۷±۰/۷۶ b |

حروف لاتین غیر مشترک در هر ستون، نشانه معنی دار بودن می باشد (P<۰/۰۵).

همچنین لاروهای فیل ماهی تغذیه شده از دافنی ماگنا نشان دادند که از بیشترین متوسط انرژی ابقاء شده بر مبنای پروتئین (۱۳/۷۶ ژول در روز) و چربی (۴۵/۱۴ ژول در روز) برخوردار بوده و با تیمار تغذیه شده از مخلوط دافنی و آرتمیا اختلاف معنی داری را داشتند (P<۰/۰۵). کمترین متوسط نرخ رشد ویژه بر مبنای پروتئین (۱۱/۵۲ درصد)، چربی (۲۶/۵۹ درصد) و انرژی (۹/۷۷ درصد) در تیمار تغذیه شده با مخلوط دافنی ماگنا و ناپلی آرتمیا اورمیانا مشاهده گردید و با دو تیمار دیگر اختلاف معنی داری را نشان داد (P<۰/۰۵).

**بحث**

در این مطالعه قابلیت‌های متفاوت لاروهای فیل ماهی در بهره برداری از سه ترکیب غذایی متفاوت کاملا آشکار گردید. با توجه به تفاوت در ترکیب بیوشیمیایی سه نوع غذای انتخابی مورد آزمایش برای لاروهای این ماهی و همچنین آنزیم های گوارشی موجود در آنها بنظر می‌رسد به عنوان عامل اصلی در بهره برداری متفاوت لاروهای این ماهی در استفاده از این منابع غذایی باشد (جعفریان، ۲۰۰۶). استفاده از غذای زنده در تغذیه لاروهای ماهی محدودیت های خاصی را دارا بوده و یکی از موارد مهم این است که دستکاری ترکیبات شیمیایی طعمه زنده بسیار مشکل می باشد (Conceição et al. 2007). بنابراین دانش کنونی در ارتباط با نیازهای تغذیه‌ای لارو ماهیان هنوز هم محدود می باشد. لارو ماهیان عموما یک ظرفیت ضعیف‌تری را در هضم و جذب ترکیبات غذایی پیچیده دارا می باشند. بنابراین آنزیم های بدن طعمه زنده یک نقش بسیار مهمی را در هضم مواد غذایی خورده شده و عملکرد تغذیه‌ای آنها دارد (Conceição et al. 2007). علیرغم پیشرفت های اخیری که در خصوص تولید جیرهای فرموله شده برای تغذیه لاروهای ماهیان پرورشی صورت پذیرفته است، با این وجود هنوز هم برای تغذیه اولیه اغلب ماهیان در دوره لاروی، غذاهای زنده از اهمیت بسیار بالایی برخوردار هستند. کیفیت غذای زنده برای رشد و بقاء لاروهای ماهی تغذیه کننده از آنها بسیار اهمیت دارد (Shields et al. 2011).

در تیمار تغذیه شده با دافنی، لاروهای فیل ماهی نشان دادند که در مقایسه با دو تیمار دیگر از وزن نهایی بالاتری برخوردار هستند. هرچند میزان پروتئین و چربی خام لاشه دافنی کمتر از آرتمیا و مخلوط دافنی و آرتمیا بود، ولی در فرآیند تغذیه نشان دادند که موجب افزایش معنی داری در وزن لاروهای فیل ماهی گردیدند. در این خصوص یکی از دلایل مهم می تواند اندازه بزرگ دافنی در مقایسه با ناپلی آرتمیا باشد که لاروهای فیل ماهی با صرف انرژی کمتری آن را گرفته و می خورند. در همین راستا Fernandez-Diaz و همکاران (۱۹۹۴) عنوان نمودند که اندازه غذای زنده مورد تغذیه توسط لارو می تواند نقش بسیار مهمی را در چگونگی انتخابگری و میزان تغذیه توسط لارو ماهی و رشد آن داشته باشد.

لارو فیل ماهی در این آزمایش نشان داد که در شرایط محیطی کنترل شده، در تغذیه از ترکیبات غذایی مختلف، عملکردهای متفاوتی را از خود بروز می دهد و در این میان بالاترین میزان پروتئین، چربی، انرژی خام و خاکستر لاشه در لاروهای ماهی تغذیه شده از ناپلی آرتیما اورمیانا بدست آمد و نسبت به دو ترکیب غذایی زنده دیگر از موفقیت بیشتری برخوردار بود. در این خصوص Rønnestad و همکاران (۲۰۰۱) عنوان نمودند که رشد لاروهای ماهیان پرورشی تا حد زیادی به کیفیت غذای زنده و دارا بودن میزان ترکیبات بیوشیمیایی مغذی نظیر اسیدهای چرب، اسیدهای آمینه ضروری و ویتامین ها دارد. از دلایل عملکرد مناسب، شاید بالا بودن سطوح پروتئین، چربی و انرژی خام ناپلی آرتمیا نسبت به دافنی ماگنا باشد. با این حال در مغایرت با نتایج این تحقیق جعفریان و همکاران (۲۰۱۱) اثبات نمودند که در لارو ماهی ازون برون (*Acipenser stellatus*) تغذیه شده از مخلوط دافنی و آرتمیا نسبت به لاروهای تغذیه شده با ناپلی آرتمیا از سطوح بالاتری از ترکیبات بیوشیمیایی مورد نظر برخوردار بودند. همچنین نتایج بدست آمده از تغذیه لارو تاسماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedtii*) با سه ترکیب غذای زنده نشان داد که بیشترین سطح پروتئین، چربی خام نیز در تغذیه از ناپلی آرتمیا اورمیانا بدست آمد (جعفریان و همکاران، ۲۰۱۳). این نتایج در مغایرت با یافته‌های تحقیق حاضر بود و لاروهای فیل ماهی نشان دادند که قابلیت متفاوت تری را در بهره برداری از غذای زنده مورد تغذیه دارند.

در بین سه ترکیب غذایی زنده، دافنی ماگنا دارای بالاترین سطح انرژی خام (۴۸۰۵ کالری بر گرم) بود. در حالیکه لاروهای فیل ماهی تغذیه شده از آن از سطح بالایی از انرژی خام لاشه برخوردار نگردیدند و بالاترین سطح انرژی خام در لاروهای فیل ماهی تغذیه شده با ناپلی آرتمیا اورمیانا (۴۸۱۰ کالری بر گرم) بدست آمد. در حالیکه ارزش تولید انرژی، انرژی ابقاء شده بر مبنای پروتئین و انرژی ابقاء شده بر مبنای چربی لاشه لاروهای فیل ماهی در تیمار تغذیه شده از دافنی از عملکرد بهتری برخوردار بودند. یکی از دلایل بالا بودن انرژی خام لاشه لاروهای ماهی در این تیمار، بالا بودن سطح چربی خام در لاشه آن است. اصولا انرژی لاشه لاروهای ماهی تغذیه کننده با میزان چربی خام غذای زنده همبستگی مثبتی را دارد. در

مغایرت با یافته های این تحقیق، جعفریان و همکاران (۲۰۱۳) اثبات کردند که زمانیکه لارو ماهی چالباش از سه غذای زنده شامل ناپلی آرتمیا اورمیانا، دافنی ماگنا و مخلوط آن دو تغذیه نمود، بالاترین میزان عملکرد انرژی در لاروهای ماهی چالباش تغذیه شده با مخلوط دافنی ماگنا و ناپلی آرتمیا بدست آمد.

دلایل بیولوژیک مختلفی می‌تواند در چگونگی نرخ بهره برداری لاروهای ماهی از غذاهای زنده مطرح گردد. در این خصوص مواردی نظیر میزان سطوح پروتئین و چربی خام، پروفیل اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب و سطوح آنزیمهای گوارشی طعمه های زنده مورد استفاده جهت تغذیه لارو ماهی و همچنین فعالیت ویژه آنزیم های گوارشی لارو ماهی نیز بسیار اهمیت دارند ( Conceição et al. 2007). در خصوص آنزیم های گوارشی دافنی و آرتمیا اورمیانا گزارش‌های علمی زیادی در دسترس نیست. در یک تحقیق مشخص گردید که میزان فعالیت ویژه آنزیم لیپاز و پروتئاز در ناپلیوس آرتمیا به ترتیب ۱/۳۳۶۷ IU/mg protein و ۰/۱۰۰۷ IU/mg protein می باشد (جعفریان، ۱۳۸۵). در همین راستا در یک تحقیق مشخص گردید که سطوح فعالیت آنزیم های گوارشی لیپاز و پروتئاز در لارو تاسماهی ایرانی در مرحله شروع تغذیه فعال به ترتیب ۱/۵۲۶۷ IU/mg protein و ۰/۰۴۵ IU/mg protein بود و زمانیکه لاروهای این ماهی از ناپلی آرتمیا تغذیه شدند، از کارآیی بالایی در ابقاء چربی برخوردار گردیدند ( Jafaryan and Jafaryan, 2012).

نتایج این تحقیق و مقایسه آن با یافته های تحقیقات مختلف دیگر از جمله لارو تاسماهی ایرانی (جعفریان، ۱۳۸۵)، ماهی ازون برون (Jafaryan et al. 2011)، تاسماهی روسی (Memis et al. 2009) و لارو تاسماهی ایرانی (Hafezieh et al. 2010)، نشان داد که لاروهای تاسماهیان در بهره برداری از منابع غذایی زنده مختلف، تابع ترکیبات بیوشیمیایی آن و قابلیت های خود ماهی می باشد. Charlon و Bergot (۱۹۹۱) و Memis و همکاران (۲۰۰۹) در تحقیقات خویش دریافتند که عملکرد تغذیه ای، رشد و بقای لاروهای تاسماهیان، علاوه بر نرخ تغذیه روزانه آنها بستگی به کیفیت و نوع غذای زنده تغذیه شده توسط لارو داشته که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. با توجه به اینکه ترکیبات تقریبی لاشه ناپلی آرتمیا اورمیانا، دافنی و نیز مخلوط آنها با یکدیگر متفاوت بود، لذا بر همین مبنا، نتایج بدست آمده از تفاوت معنی داری برخوردار بودند.

هرچند بیشترین میزان پروتئین و چربی خام لاشه لاروهای ماهی در تیمار تغذیه شده با ناپلی آرتمیا اورمیانا بود، ولی بالاترین نسبت کارآیی پروتئین و چربی که از نسبت هر واحد وزنی بدست آمده از ماهی به ازای هر واحد از پروتئین و چربی غذای زنده خورده شده محاسبه می گردد، در تیمار تغذیه شده از دافنی ماگنا بدست آمد. در مغایرت با نتایج این تحقیق، لارو تاسماهی ایرانی تغذیه شده با دافنی ماگنا از نسبت کارآیی پروتئین کمتری (۱/۴۳) در مقایسه با لاروهای تغذیه شده از ناپلی آرتمیا (۴/۰۲) و مخلوط دافنی و آرتمیا داشت (۴/۲۲) برخوردار بودند (Jafaryan et al. 2009). در همین راستا، نتایج متفاوتی در تغذیه لارو ماهی ازون برون تغذیه شده با سه غذای زنده یاد شده بدست آمد که بیشترین مقدار کارآیی پروتئین و چربی به ترتیب در تیمار تغذیه با دافنی و تیمار تغذیه شده با مخلوط دافنی و آرتمیا تعیین گردید (Jafaryan et al. 2013). در مغایرت با عملکرد لارو ماهی ازون برون، در تحقیق حاضر بالاترین میزان انرژی ابقا شده بر مبنای پروتئین در لاروهای فیل ماهی در تغذیه با دافنی ماگنا بدست آمد. همچنین عملکرد بسیار خوبی در خصوص نرخ رشد ویژه بر مبنای پروتئین، چربی و انرژی در لاروهای فیل ماهی تغذیه شده با دافنی تعیین گردید. این نتایج حاکی از آن است که لاروهای فیل ماهی در بهره برداری از سطوح پروتئین، چربی و انرژی دافنی در مقایسه با دو غذای زنده دیگر ار توانایی بیشتری برخوردار هستند. از سوی دیگر دانستن نیازهای غذایی لاروهای ماهی بسیار مهم بوده و اصولا شناخت کافی از ترکیبات بیوشیمیایی غذاهای زنده و میزان قابلیت هضم و جذب مواد مغذی غذاهای زنده خورده شده توسط لاروهای ماهی می تواند در تامین این نیازهای غذایی بسیار ارزشمند باشد که در این خصوص توانایی لاروهای ماهی با توجه به گونه های می تواند بسیار قابل توجه و اهمیت باشد (Fernandez-Diaz et al. 1994).

در مقایسه با لاروهای فیل ماهی در این تحقیق، ماهی ازون برون از نتایج مغایری برخوردار بود، بطوریکه در

لاروهای ازون برون، بالاترین ارزش تولید پروتئین و چربی در تغذیه با مخلوط دافنی و آرتمیا بدست آمد (Jafaryan et al. 2013). نتایج متفاوتی از عملکرد تغذیه ای لاروهای ماهیان خاویاری در تغذیه از ناپلی آرتمیا اورمیانا و دافنـی بدست آمده است. هر چند اکثر این آزمایش ها در شرایط نسبتا همسانی صورت گرفته اند، ولی علیرغم آن، نتایج متفاوتی از نرخ بهره برداری و عملکرد تغذیه ای و رشد متفاوت در آنها دیده شده است.

گونه‌های مختلف ماهی با توجه به مکانیزم هضم و جذب غذا و نیز دارا بودن سطوح مختلفی از فعالیت ویژه آنزیم های گوارشی دارای عملکرد های متفاوتی از نرخ بهره برداری از غذاهای زنده را دارا می باشند ( Conceição et al. 2007). در همین راستا نتایج مشابهی توسط Jafaryan و همکاران (۲۰۱۲) در تغذیه لارو تاسماهی ایرانی از دافنی ماگنا بدست آمد و میزان پروتئین خام لاشه به ۷۷/۰۸ درصد رسید. همچنین نتایج همسویی توسط Hafezieh و همکاران (۲۰۱۰) در ارتباط با میزان پروتئین خام لاشه لارو تاسماهی ایرانی تغذیه شده از آرتمیا اورمیانا مشاهده گردید. این محققین دریافتند که میزان پروتئین خام لاشه لارو تاسماهی ایرانی در تغذیه از ناپلی آرتمیا اورمیانا در یک دوره ۲۰ روزه به سطحی معادل ۶۹/۹۳ درصد رسید که نسبت به لارو فیل ماهی (۷۶/۷۰ درصد) از سطح کمتری برخوردار بود.

تولید انبوه نوزاد تاسماهیان با کیفیت خوب برای پرورش و یا بازسازی ذخایر ماهی در دریا، در سال های اخیر به دلیل بهره برداری از پیشرفت های تکنیکی و علمی توسعه زیادی یافته است. در خصوص بسیاری از گونه های ماهی، تولید انبوه ماهیان نوجوان با کیفیت بالا هنوز هم وابسته به دانش محدود در مورد نیازهای غذایی ماهیان می باشد (Shields et al. 2011). در این خصوص بدست آوردن تجربیات بیشتر در عملکرد تغذیه ای لاروهای ماهی می تواند بسیاری از مشکلات پرورشی آنها را در آینده حل نماید (Yúfera et al. 1996).

شاید مطالعه میزان اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه لاشه لاروهای فیل ماهی تغذیه شده از غذاهای زنده مورد استفاده در این آزمایش و رابطه آنها با میزان آن در دافنی و آرتمیا می توانست برخی از نتایج بدست آمده را بخوبی بازگو نماید، ولی در این آزمایش موارد مورد نظر صورت نپذیرفت. در چندین مطالعه صورت گرفته توسط محققین مختلف، مشخص گردیده است که دافنی دارای اسیدهای چرب ضروری کمتری بوده و جهت افزایش کیفیت غذایی آنها برای تغذیه لاروهای ماهی، غنی سازی آن با اسیدهای چرب ضروری نظیر: EPA و DHA پیشنهاد گردیده است (Muler-Navarra, 2006).

کیفیت تغذیه‌ای غذای زنده برای رشد و بقاء لاروهای ماهی داری اهمیت زیادی می باشد. غذا و رژیم تغذیه‌ای از مهمترین فاکتورهای تاثیر گذار در پرورش زئوپلانکتون هایی نظیر روتیفر، دافنی و آرتمیا می باشند. مواردی نظیر نوع میکروآلگ های مصرفی، کودهای آلی و شیمیایی بکار رفته در استخرهای پرورش زئوپلانکتون ها و شرایط فیزیکو شیمیایی محیط پرورشی آنها می تواند بر کیفیت مواد مغذی لاشه آنها تاثیر فراوانی داشته باشد. توانایی این زئوپلانکتون ها در سنتز برخی از ترکیبات بیوشیمیایی نظیر: اسیدهای چرب، اسیدهای آمینه ضروری و ویتامین ها، از موارد قابل توجه در تعیین ارزش غذایی آنها بوده و لذا در تغذیه لاروهای ماهی می توانند عملکردهای متفاوتی از نظر رشد و تغذیه داشته باشند ( Savas et al. 2010).

با توجه به نتایج می توان اذعان نمود که عملکردهای متفاوتی از تغذیه لاروهای فیل ماهی با ناپلی آرتمیا، دافنی ماگنا و مخلوط آنها بدست آمد. همچنین نتایج نشان داد که لاروهای فیل ماهی تغذیه شده از ناپلی آرتمیا اورمیانا در خصوص ارتقاء ترکیبات بیوشیمیایی بدن لارو فیل ماهی تاثیر مثبتی را داشته و در ارتباط با معیارهای کارآیی ابقا پروتئین، چربی و انرژی دافنی ماگنا نسبت به دو تیمار دیگر از عملکرد بهتری برخوردار بود.

## منابع

جعفریان، ح. ۱۳۸۵. تاثیر باکتریهای باسیلوسی به عنوان پروبیوتیک بر رشد، بازماندگی و فعالیت آنزیمهای گوارشی در لارو تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) درطول دوره پرورش لاروی از طریق

غنی سازی با آرتمیا ارومیانا (*Artemia urmiana*). پایان نامه دکترا، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۰۳ ص.

جعفریان، ح.، آذری تاکامی، ق.، کمالی، ا.، سلطانی، م.، حبیبی رضایی، م. ۱۳۸۶ الف. استفاده از باسیلوس های پروبیوتیکی غنی شده با ناپلی ارتمیا اورمیانا به منظور رشد و بقا لاروهای تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ۶: ۸۷-۷۷.

جعفریان، ح.، سلطانی، م.، عابدیان، ع. ۱۳۸۶ ب. تاثیر برخی پروبیوتیک های باسیلی بر کارآیی تغذیه و ترکیبات مغذی بدن لارو فیل ماهی (*Huso huso*). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ۶: ۷۱-۶۰.

جعفریان، ح.، شاهی، ق.، یزدانی، ع. ۱۳۸۸. تاثیر پروبیوتیک ها در کارآیی تغذیه و رشد سه گونه از ماهیان خاویاری دریای خزر. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ۸: ۴۹-۳۸.

جعفریان، ح.، مروت، ر.، شیرزاد، ح. ۱۳۸۷. بکارگیری دافنی ماگنای (*Daphnia magna*) غنی شده با باسیلوس های پروبیوتیکی و تاثیر آنها بر رشد لاروهای ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). مجله زیست شناسی ایران ۲۱: ۳۵-۲۴.

شعبان پور، ب، ۱۳۷۷ . تعیین ضرایب دافنی و ناپلیوس آرتمیا در تغذیه لارو تاس ماهی ایرانی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۷۱ ص.

AOAC, 1990. Official Methods of Analysis of Association of Official Analtical Chemists In: Horwitz W. (ed). Vol .1, 15th ed. Assoc. Official Analytical Chemists, Washington.

Aragão, C., Conceição, L.E.C., Dinis, M.T., Fyhn, H.J. 2004. Amino acid pools of rotifers and Artemia under different conditions: nutritional implications for fish larvae. Aquaculture 234: 429-445.

Billard, R., Lecointre, G. 2001. Biology and conservation of sturgeon and paddlefish. Reviews in Fish Biology and Fisheries 10: 355-392.

Charlon, N., Bergot, P. 1991. Alimentation artificielle des larves de l'esturgeon siberien (*Acipenser baerii*, Brand). In: Williot, P. (Ed.), Proceedings of the First International Symposium on the Sturgeon CEMAGREF-DICOVA. Bordeaux: 405-415.

Conceição, L.E.C., Dersjant-Li, Y., Verreth, J.A.J. 1998. Cost of growth in larval and juvenile African catfish (*Clarias gariepinus*) in relation to growth rate, food intake and oxygen consumption. Aquaculture 161: 95-106.

Conceição, L.E.C., Grasdalen, H., Ronnestad, I. 2003. Amino acid requirements of fish larvae and post-larvae: new tools and recent findings. Aquaculture 227: 221-232.

Conceição., L.E.C., Dinis, M.T., Fyhn, H.J. 2004. Amino acid pools of rotifiers and Artemia under different conditions: nutritional implications for fish larvae. Aquaculture 234: 429-445.

Conceição, L.E.C., Yufera, M., Makridis, P., Morais, S., Dinis, M.T. 2008. Live feeds for early stages of fish rearing. Aquaculture Europe. 15-18 September, Krakow, Poland, 153-154.

Conceição, L.E.C. Yufera, M., Makridis, P., Morais, S., Dinis, M.T. 2010. Live feeds for early stages of fish rearing. Aquaculture Research 41: 613-640.

Fernandez-Diaz, C., Pascual, E., Yufera, M. 1994. Feeding behavior and prey size selection of gilthead seabream, Sparus aurata, larvae fed on inert and live food. Marine Biology 118, 323-328.

Gomez-Gil, B., Herrera-Vega, M.A., Aberu-Grobis, F.A., Roque, A. 1998. Bioencapsulation of two different vibrio species in nauplii of the Brine shrimp (*Artemia fransiscana*). Applied Environmental Microbiology 64: 2318-2322.

Hafezieh, M., Mohd Salah Kamarudin, S., Che Rose Bin Saad, Mostafa Kamal, A.S., Agh, N., Valinassab, T. 2010. 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: 61-72.

Helland, S.J., Grisdale Helland, B., Nerland, S. 1996. A simple method for the measurement of daily feed intake of groups of fish in tanks. Aquaculture 139: 157-163.

Hevroy, E.M., Espe, M., Waagbo, R., Sandness, K., Rund, M., Hemre, G.-I. 2005. Nutrition utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar* L) fed increased level of fish protein hydrolysate during a period of fast growth. Aquaculture Nutrition 11: 301-313.

Jafaryan, H., Makhtomi, M. Shahi. G. 2009. A comparative study on the growth rate of Persian sturgeon, Acipenser persicus, larvae fed with Artemia urmian and *Daphnia sp*. International symposium /workshop on Biology and Distribution of Artemia. 3-14 December. Urmia-Iran, 294-297.

Jafaryan, H., Taati, M. Makhtoumi, N. 2010. The effects of probiotic bacillus for promotion of growth and feeding parameters in beluga (*Huso huso*) larvae via feeding by bioencapsulated Artemia. LegisAquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation. 2: 273-280.

Jafaryan, H. Makhdomi, N. 2011. The potential of *Acipenser stellatus* in exploitation of *Artemia urmian*a in comparison with Daphnia sp. and its mixture. European aquaculture 2011. 18-21 October. Rhodes-Greece. 493-494.

Jafaryan, H., Jafaryan, S. 2012. The promotion of growth performance of Sturgeon larvae via using incorporated *Artemia urmiana* with profitable micro organisms. The First International Conference on Larviculture in Iran. University of Tehran, Karaj, Iran. 269-272.

Jafarian, H., Makhtomii, M, Jafaryan, S. 2013. The feeding performance of *Artemia urmiana* nauplii and *Daphnia* sp in larviculture of Starry Sturgeon (*Acipenser stellatus*). Aquaculture Science 2: 4-16.

Jafaryan, H., Jafaryan, S, Makhtomi, N. M. 2013. The use of *Daphnia magna* and *Artemia* nauplii in early feeding of *Acipenser guldenstaedtii* larvae. Journal of Applied Ichthyology Research 2: 69-82.

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

Lavens, P., Sorgelos, P. 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO, Fisheris technical paper 361, 283-295.

Lee, C.-S., O'Bryen P.J., Marcus, N.H. 2005. Copepods in Aquaculture. Blackwell Publishing, Oxford, UK, 269 p.

Muler-Navarran, D.C. 2006. The nutritional importance of polyunsaturated faty acids and their use as tropic markers for herbivorous zooplankton: Does it contradict? Archiv fur Hydrobiology 167: 501-513.

Naess, T., Germain-Henry, M., Naas, K.E. 1995. First feeding of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) using different combinations of Artemiaand wild zooplankton. Aquaculture 130: 235-250.

Memiş, D., Ercan, E., Çelikkale, M.S., Timur, M., Zarkua, Z. 2009. Growth and survival rate of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) larvae from fertilized eggs to artificial Feeding. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 9: 47-52.

Rønnestad, I., Rojas-García, C.R., Tonheim, S.K., Conceição, L.E.C., 2001. In vivo studies of digestion and nutrient assimilation in marine fish larvae. Aquaculture 201: 161-175.

Rønnestad, I., Conceição, L.E.C., 2005. Aspects of protein and amino acid digestion and utilization by marine fish larvae. In: Starck, J.M., Wang, T. (Eds.), Physiological and Ecological Adaptations to Feeding in Vertebrates. Science Publishers, Enfield, New Hampshire, USA, 389-416.

Rust, M.B, 2002. Nutritional physiology. In: Halver, J.E., Hardy, R.W. (Eds.), Fish Nutrition. Academic Press, Florida, USA, 368-446.

Sargent, J.R., Bell, J.G, Bell, M. V., Henderson, R. J. Tocher, D. R. 1995. Requirement criteria for essential fatty acids. Journal of Applied Ichthyology 11: 183-198.

Segner, H., Storch, V., Reinecke, M., Kloas, W. Hanke, W. 1994. The development of functional digestive and metabolic organs in turbot, *Scophthalmus maximus*. Marine Biology 119: 471-486.

Shields, R.J, 2001. Larviculture of marine finfish in Europe. Aquaculture 200: 55-88.

Shields, R. J., Bell, J.G, Luizi, F. S., Gara, B., Bromage, N. R. Sargent, J. R. 2011. Natural copepods are superior to enriched *Artemia* nauplii as feed for halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus*) in terms of survival, pigmentation and retinal morphology: Relation to dietary essential fatty acids. Journal of Nutrition 129: 1186-1194.

Sorgeloos, P., Lavens, P., Leger, P., Tackaert, W, Versichele, D. 1986. Manual for the culture and use of brine shrimp Artemia in aquaculture. State University of Gent, Belgium, 319p.

Savas, S., Demir, O., Gumus, E. Olmes, M. 2010. Fatty acid composition of Daphnia magna fed with various feeds. Journal if Animal and Veterinary Advances 9: 2561-2564.

Watanabe, T., Kiron, V. 1994. Prospects in larval fish dietetics. Aquaculture 124: 223-251.

Yúfera, M., Sarasquete, C., Fernandez-Díaz, C. 1996. Testing protein walled microcapsules for the rearing of first feeding gilthead seabream, *Sparus aurata* L. Marine and Freshwater Resources 47: 211-216.

# The study of feeding parameters of Beluga (*Huso huso*) larvae fed with *Artemia* nauplii and *Daphnia*

**Hojatollah Jafaryan**
Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Gonbad Kavoos, Gonbad, Golestan, Iran

Received: 19 November 2015; accepted: 20 May 2016

**Abstract**
Beluga (*Huso huso*) larvae with average body weight of 30.43 ± 1.25 mg and density of 2 fish per liter having three replicates (100 fish per tank) were fed on the 30 percentage of body weight in a day during 15 days using *Daphnia magna*, *Artemia urmiana* nauplii and mix of *Artemia* and *Daphnia magna*, *Artemia urmiana* nauplii and the mix of them (*Daphnia* 50% w/w and *Artemia* 50% w/w) in a completely randomized design. The fish was weighed individually at the start and the end of the experiment. The carcass proximate compositions of samples of fish were determined. The maximum of carcass crude protein (76.70%) and lipid (8.83%) was obtained in treatments of *Artemia* and showed significantly difference with treatment of *Daphnia* and mix of *Artemia* and *Daphnia*, respectively ($P<0.05$). The significant difference in protein, lipid and energy productive value were observed among the treatments ($P<0.05$). The highest energy retained as protein (13.76 J⁄day) and lipid (45.14 J/day) were observed in treatment of Daphnia. The best final body weight (193.98) and feed conversion ratio of 2.80 were observed in treatment of Daphnia. The maximum specific growth rate in protein ($SGR_P$), lipid ($SGR_l$) and energy ($SGR_e$) were obtained in fish that fed on *Daphnia*. The results of this experiment showed that the potential of *Huso huso* larvae in using of *Daphnia magna*, *Artemia urmiana* nauplii and mixture of them was different and *Daphnia* had a suitable effect on promotion of feeding parameters in larval stage.

**Keywords:** Beluga larvae, *Daphnia magna*, *Artemia urmiana* nauplii, Energy productive value, Energy retained as protein

*Corresponding author: hojat.jafaryan@gmail.com