



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی"

دوره اول، شماره دوم، تابستان ۹۲

<http://jair.gonbad.ac.ir>

بکارگیری دافنی ماگنا (*Daphnia magna*) و ناپلی آرتمیا در تغذیه آغازین لارو

ماهی چالباش *Acipenser guldenstaedtii* Brandt and Ratzeburg, 1833

حجت‌اله جعفریان^{۱*}، سمیرا جعفریان^۲ و نورمحمد مختومی^۳

^۱ دانشیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، ^۲ دانشجوی کارشناسی تکثیر و پرورش ماهی، دانشکده شیلات و مرتع، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۳ کارشناس ارشد بیولوژی، کارگاه تکثیر و

پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی آقلا

تاریخ ارسال: ۹۱/۱۲/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۹

چکیده

آزمایش تغذیه‌ای ۲۸ روزه با لارو ماهی چالباش در شروع تغذیه فعال، با استفاده از ۳ غذای زنده شامل دافنی ماگنا، آرتمیا اورمیاننا و مخلوط آنها (۵۰ درصد وزنی دافنی و ۵۰ درصد وزنی آرتمیا) طی ۶ بار تغذیه در روز انجام شد. لاروهای سالم ماهی چالباش از مرکز ماهیان خاویاری مرجانی تهیه شدند. لاروهای ماهی در سه تیمار (D+A، D، A) با ۳ تکرار (۱۰۰ ماهی در هر حوضچه) برنامه‌ریزی شده، بر پایه ۳۰ درصد وزن بدن در روز، به ترتیب از ناپلی آرتمیا اورمیاننا، دافنی و مخلوط آنها تغذیه شدند. میانگین وزن اولیه بدن لاروهای ماهی $35/33 \pm 2/50$ میلی‌گرم و تراکم آنها ۲ عدد در لیتر بود. این آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. ماهیان به‌طور انفرادی در شروع و پایان آزمایش وزن شدند. ترکیب تقریبی لاشه نمونه‌های ماهی (ابتدا و انتهای آزمایش)، ناپلی آرتمیا، دافنی و مخلوط آنها تعیین شد. بیشترین پروتئین (۷۵/۶۸ درصد) و چربی خام لاشه (۹/۱۶ درصد) به ترتیب در تیمارهای D+A (لارو ماهی تغذیه شده با مخلوط ناپلی آرتمیا و دافنی) و A به‌دست آمد و اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد ($P < 0/05$). بالاترین کارایی ابقاء پروتئین (۷۲/۲۹ درصد)، کارایی ابقاء چربی (۱۴/۶۱ درصد) و کارایی ابقاء انرژی (۴۴/۸۱ درصد) در تیمار D+A به‌دست آمد. در حالی که حداقل نسبت کارایی پروتئین (۶/۱۸) و کارایی انرژی (۰/۸۳) به ترتیب در تیمارهای A و D نشان داده شد. نتایج مشاهدات حاضر ثابت کرد که توانایی بهره‌برداری لارو ماهی چالباش در استفاده از غذای زنده، متفاوت است.

واژه‌های کلیدی: ماهی چالباش، دافنی، ناپلی آرتمیا، نسبت کارایی پروتئین

*مسئول مکاتبه: hojat.jafaryan@yahoo.com

مقدمه

ماهی چالباش (*Acipenser guldensstaedtii*) از گونه‌های به ارزش ماهیان خاویاری بوده که در سال ۱۹۹۶ در گروه گونه‌های در حال انقراض طبقه‌بندی شد (Çelikkale *et al.*, 2002). بر اساس گزارش‌های رسیده از سایتس در بین ماهیان خاویاری، ماهی چالباش بیشتر از دیگر گونه‌ها دچار آسیب شدید شده است (Shields *et al.*, 2011). در این میان، تکثیر مصنوعی و پرورش لاروها و نوزادن این ماهیان و توجه خاص به تغذیه اولیه و الگوی رشد آنها یکی از مهمترین موارد قابل توجه در بازسازی ذخایر این ماهیان به شمار می‌آید (Billard and Lecointr, 2001).

اندازه کوچک و عملکرد نسبتاً ضعیف هضم در لاروهای ماهیان و به‌خصوص ماهیان دریایی، باعث می‌شود که برای اغلب گونه‌ها، ریزجیره‌ها برای تغذیه اولیه آنها نامناسب باشد. از این رو، در این مورد تنها راه حل مورد نظر، استفاده از طعمه‌های زنده نظیر: روتیفر، دافنی و آرتمیا است که در تغذیه اولیه لاروها به عنوان غذای زنده به کار می‌رود (Segner *et al.*, 1994).

آبزیان پرورشی تمایل دارند که در محیط‌های پرورشی از غذاهای طبیعی استفاده نمایند (Conceição *et al.*, 2007). یکی از مهمترین جنبه‌های به‌کارگیری غذاهای زنده نظیر دافنی و آرتمیا در لاروهای ماهیانی که جهت رها سازی به منابع آبی به‌منظور بازسازی ذخایر پرورش داده می‌شوند، رفتار شکارچی در آنها است. با توجه به اینکه در سال‌های اخیر بیشتر متخصصان تغذیه آبزیان تمایل زیادی به استفاده از ریزجیره‌ها در تغذیه لاروهای ماهیان دارند، به علت تغذیه نکردن برخی از لاروهای ماهیان از ریزجیره‌ها و نیز به منظور تحریک خوی شکارچی‌گری این لاروها، هنوز هم استفاده از غذاهای زنده جایگاه ویژه‌ای در پرورش لاروی این ماهیان دارد (Shields *et al.*, 2011).

از آنجا که بسیاری از لاروهای تاس ماهیان در دوران لاروی نمی‌توانند از جیره‌های دستی تغذیه کنند، با توجه به قابلیت بالای آنها در مصرف غذاهای زنده، عموماً از ناپلیوس آرتمیا و همچنین دافنی جهت تغذیه آغازین و دوره لاروی آنها استفاده می‌شود. کارایی این طعمه‌های زنده به تأمین مقدار کافی از اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب غیر اشباع برای رشد نمو لارو ماهیان، بستگی دارد (Naess *et al.*, 1995).

در پرورش لاروی تاس ماهیان، رشد بطئی لارو ماهی همراه با تلفات زیاد آنها از جمله مهمترین موارد مشکل‌زا است (Giri *et al.*, 2002). از این رو، مهمترین هدف در پرورش لاروی ماهی تاس ماهیان، دستیابی به تکنیک‌هایی است که بتوان از طریق آن قابلیت‌های این ماهیان را در تغذیه اولیه افزایش داد (Giri *et al.*, 2002). در این میان، مطالعه تغذیه‌ای لارو ماهی چالباش در بهره‌برداری از مواد مغذی دافنی (*Daphnia* sp.) و آرتمیا اورمیان (*Artemia urmiana*) اهمیت ویژه‌ای دارد.

دافنی ماگنا (*D. magna*)، به عنوان غذای زنده جهت تغذیه لارو تاس ماهی ایرانی (Jafaryan et al., 2007) و لاروهای ماهی قزل آلا رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، قابلیت های تغذیه ای بالایی دارد (Jafaryan et al., 2008).

لاروهای تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) تغذیه شده با ناپلی آرتمیا ارومیا (*Artemia urmiana*) نشان داد که این ماهی میل زیادی به مصرف ناپلی آرتمیا دارد (Jafaryan et al., 2007a). همچنین ناپلی آرتمیا در تغذیه لاروهای فیل ماهی (*Huso huso*) نشان داد که عملکرد تغذیه ای مناسبی دارد (Jafaryan et al., 2007b).

پژوهش حاضر برای ارزیابی پتانسیل لارو ماهی چالباش در بهره برداری از مواد مغذی ناپلی آرتمیا اورمیا، دافنی و مخلوط آنها، طراحی و در یک دوره ۲۸ روزه در کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی گرگان اجرا شد.

مواد و روش ها

سیست های آرتمیا اورمیا در این مطالعه از مرکز تحقیقات آرتمیا و جانوران آبی ارومیه تهیه شد. تخم گشایی سیست های کپسول زدایی شده با به کارگیری ظروف شیشه ای قیفی شکل با حجم یک لیتر با استفاده از آب دریا (۳۰ ppt) انجام پذیرفت. سیست ها کپسول زدایی شده، با تراکم ۵ گرم در لیتر در ظروف شیشه ای در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد، شرایط نوری (۲۰۰۰ لوکس) و هوادهی شدید انکوباسیون شدند (Gomez- Gil et al., 1998). بعد از ۲۴ ساعت، ناپلی های تخم گشایی شده از سیست ها جدا شده، از صافی با چشمه ۱۲۰ میکرون، سیفون شدند. همچنین دافنی ماگنا از استخرهای پرورشی مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید مرجانی آق قلا تهیه، پس از صید و جداسازی از گیاهان آبی، شستشوداده شد. سپس با استفاده از سطل های پلاستیکی به انکوباتورهای شیشه ای ویس منتقل شده، تحت شرایط نوری ۱۰ وات بر هر مترمربع (Michels and Mesters, 1998) و دمای 19 ± 1 درجه سانتی گراد تا زمان مصرف برای لاروهای ماهی نگهداری شدند. برای آنالیز لاشه دافنی ماگنا، ناپلی آرتمیا اورمیا، مخلوط آنها و لارو تازه به تغذیه افتاده چالباش، نمونه هایی به آزمایشگاه ارسال شد و مورد تجزیه قرار گرفت. در این آزمایش از لاروهای ماهی چالباش پس از جذب کیسه زرده، با میانگین وزنی $34/55 \pm 3/68$ میلی گرم و طول کل $18/86 \pm 1/10$ میلی متر استفاده شد. ۳ تیمار آزمایشی جهت این منظور در نظر گرفته شد و آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی به اجرا درآمد. لاروهای ماهی چالباش از ناپلی آرتمیا اورمیا در تیمار آرتمیا تغذیه نمودند. در تیمار دافنی لاروهای ماهی از دافنی ماگنا تغذیه کردند. همچنین در تیمار مخلوط دافنی و آرتمیا، لاروهای ماهی از مخلوط ناپلی آرتمیا اورمیا و دافنی با نسبت مساوی ۵۰ درصد وزنی تغذیه شدند. سیستم پرورشی لاروهای ماهی چالباش

شامل ۱۲ حوضچه پلاستیکی، هر یک با حجم آبی ۵۰ لیتر انتخاب و برای هر یک از تیمارها، ۳ تکرار در نظر گرفته شد. تراکم لارو ماهی در این حوضچه‌ها 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 ۱۲ ساعت تاریکی، در سالن و نیرو کارگاه شهید مرجانی جایابی شدند. لاروهای ماهی در تمامی تیمارهای آزمایشی، روزانه در ۶ نوبت و به فاصله زمانی ۴ ساعت تغذیه شدند. نرخ تغذیه روزانه لاروهای تاس ماهی روسی در تمامی تیمارها به میزان ۳۰ درصد وزن توده زنده بدن، از ژئوپلانکتون‌های ذکر شده صورت پذیرفت (Shabanpoor, 1998). مقادیر غذای خورده نشده در هر تیمار با استفاده از توری‌های با اندازه چشمه ۱۲۰ میکرون، جمع‌آوری و از کل وزن غذای عرضه شده کسر شد و سرانجام مقدار غذای خورده شده توسط لاروهای در هر تیمار، محاسبه شد.

زیست‌سنجی لاروهای ماهی: در طول دوره آزمایش به فاصله هر ۷ روز تعداد ۱۰ قطعه از لاروهای ماهی به‌طور تصادفی از هر حوضچه نمونه‌برداری و میانگین طول و وزن آنها با استفاده از کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر و ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی‌گرم اندازه‌گیری و ثبت شد. لاروهای ماهی پس از بیومتری به حوضچه‌های مربوطه برگردانده شدند.

معیارهای تغذیه‌ای: در انتهای دوره آزمایش تعداد ۵۰ قطعه لارو ماهی از هر حوضچه فایبرگلاس نمونه‌برداری، پس از انجماد در فریزر به آزمایشگاه فرستاده شدند. مطابق با استاندارد AOAC^۱، مقدار پروتئین خام با استفاده از دستگاه کجلیتیک (مدل ۱۰۳۰ ساخت کشور سوئیس) و به روش میکروکجلدال و با تعیین مقدار نیتروژن کل و بر اساس ۱۶ درصد نیتروژن، تعیین شد. همچنین، چربی خام مطابق با روش سوکسله و با به‌کارگیری دستگاه سوکسله (مدل تکاتور ساخت کشور سوئد)، انرژی خام با استفاده از دستگاه بمب کالریمتر (مدل میلتن روی ساخت کشور آمریکا)، رطوبت و ماده خشک لاشه به‌طور وزنی بعد از انجماد خشک برای مدت ۲۴ ساعت در آون (مدل بیندر ساخت کشور آلمان) تعیین شد. خاکستر لاشه دافنی و لاروهای ماهی نیز از طریق سوزاندن آنها در کوره (مدل هریوس ساخت کشور آلمان) در ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد تعیین گردید. پس از آن، برخی از پارامترهای تغذیه‌ای لاروهای ماهی چالباش از جمله ارزش تولید پروتئین و چربی، نسبت کارایی پروتئین و چربی، ضریب تبدیل غذایی و کارایی تغذیه، محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌های به‌دست آمده در ارتباط با معیارهای رشد و تغذیه لاروهای تاس ماهی ایرانی، با استفاده از آنالیز واریانس یکطرفه، در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SPSS-16 و بر اساس آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵، تجزیه و تحلیل آماری شد.

1- Association of Official Analytical Chemists

نتایج

در جدول ۱ مقادیر ترکیبات بیوشیمیایی لارو ماهی چالباش در مرحله شروع تغذیه آغازین و همچنین دافنی ماگنا، ناپلی آرتمیا اورمیانا و مخلوط آنها آمده است.

جدول ۱. مقادیر تقریبی ترکیبات شیمیایی لاشه لارو ماهی چالباش در مرحله تغذیه آغازین، دافنی ماگنا و ناپلی آرتمیا

ترکیب لاشه	جانور آبی	لارو ماهی چالباش در شروع تغذیه آغازین	دافنی ماگنا	ناپلی آرتمیا در مرحله اینستار ۱	مخلوط دافنی ماگنا و ناپلی آرتمیا
پروتئین خام (درصد)	۵۶/۳۶±۷/۲۳	۲/۱۴±۳۹/۶۸	۶/۶۹±۵۶/۸۳	۴/۱۷±۴۹/۳۲	
چربی خام (درصد)	۴/۷۶±۸/۰۲	۳/۷۰±۲۴/۹۹	۲/۲۶±۲۱/۳۰	۲/۸۹±۲۲/۴۸	
انرژی خام (کالری بر گرم)	۳۰۹/۴۵±۴۴۹۱/۱۷	۲۰۵/۲۰±۴۸۰۵/۲۴	۱۹۸/۵۹±۴۷۲۷/۴۹	۳۳۲/۲۳±۴۷۲۱/۲۴	
ماده خشک (درصد)	۱/۶۵±۱۵/۸۷	۰/۲۵±۴/۹۹	۱/۴۳±۹/۰۹	۰/۵۹±۶/۹۹	
رطوبت (درصد)	۸۴/۱۳±۵/۴۲	۷/۴۵±۹۵/۰۱	۴/۵۷±۹۰/۹۱	۸/۶۷±۹۴/۱۸	
خاکستر (درصد)	-	۲/۶±۲۸/۱۵	۰/۰۸±۳/۷۵	۳/۳۹±۱۴/۸	

نتایج این پژوهش نشان داد که تغذیه لارو ماهی چالباش از ناپلی آرتمیا اورمیانا، دافنی ماگنا و مخلوط آنها توانست ترکیبات بیوشیمیایی لاشه این ماهی را تغییر دهد. این تغییرات در جدول ۲ آمده است. بیشترین وزن نهایی به دست آمده در لاروهای تغذیه شده از ناپلی آرتمیا مشاهده شد. ماده خشک لاشه لارو ماهی چالباش در تیمارهای تغذیه شده با دافنی و همچنین مخلوط ناپلی آرتمیا و دافنی در مقایسه با لاروهای ماهی چالباش در تیمار تغذیه شده از ناپلی آرتمیا اختلاف معنی داری را نشان دادند ($P < 0.05$). کمترین متوسط این معیار تغذیه‌ای در لاروهای تیمار تغذیه شده با ناپلی آرتمیا ($8/45 \pm 0.21$ درصد) به دست آمد. در حالی که در دو تیمار آزمایشی دیگر اختلاف معنی داری ($P < 0.05$) مشاهده نشد. بیشترین متوسط پروتئین خام لاشه لاروهای ماهی ($75/68 \pm 0.26$ درصد) در تیمار تغذیه شده با مخلوط دافنی ماگنا و ناپلی آرتمیا اورمیانا دیده شد که با دو تیمار آزمایشی دیگر اختلاف معنی داری را نشان داد ($P < 0.05$).

برخی از معیارهای تغذیه‌ای لارو ماهی چالباش تغذیه شده از ناپلی آرتمیا اورمیانا، دافنی ماگنا و مخلوط دافنی و ناپلی آرتمیا در جدول ۳ آمده است. نتایج نشان داد که نسبت کارایی پروتئین به طور معنی داری در هر سه تیمار آزمایشی با یکدیگر اختلاف معنی داری داشت ($P < 0.05$). به طوری که بالاترین میزان این معیار رشد در لاروهای ماهی چالباش تغذیه شده از دافنی ماگنا معادل $10/09$ به دست آمد و کمترین آن معادل $6/18$ در تیمار آزمایشی تغذیه با ناپلی آرتمیا اورمیانا تعیین شد.

جدول ۲. تغییرات ترکیبات بیوشیمیایی لاشه لارو ماهی چالباش در تیمارهای تغذیه ای مختلف

ترکیب لاشه	وزن نهایی بدست آمده (میلی گرم)	ماده خشک (درصد)	پروتئین خام (درصد)	چربی خام (درصد)	انرژی خام (کالری بر گرم)	رطوبت (درصد)	خاکستر (درصد)
تغذیه با ناپلی آرتمیا	۸۱۵±۱۰۰ ^a	۸/۴۵±۰/۲۱ ^b	۷۳/۳۷±۰/۴۲ ^b	۹/۱۶±۰/۲۵ ^a	۴۸۴۳±۳۰ ^a	۹۰/۳۳±۰/۸۶ ^a	۸/۷۳±۰/۹۵ ^a
تغذیه با دافنی	۵۱۰±۸۰ ^c	۱۰/۴۳±۱/۱۸ ^a	۷۳/۲۱±۰/۲۹ ^b	۶/۷۷±۰/۱۴ ^b	۴۶۲۳±۲۲ ^b	۹۰/۷۰±۰/۶ ^a	۷/۳۵±۱/۱۰ ^b
تغذیه با دافنی و آرتمیا	۷۶۶±۱۰۸ ^b	۱۱/۵۴±۰/۹۰ ^a	۷۵/۶۸±۰/۲۶ ^a	۷/۱۵±۰/۱۹ ^b	۴۵۶۳±۴۸ ^b	۸۸/۰۰±۱/۲۷ ^b	۷/۵۵±۱/۱۵ ^b

حروف لاتین غیر مشترک در هر ستون، نشانه معنی دار بودن می باشد ($P < 0.05$).

نسبت کارایی چربی لاروهای ماهی در تیمار تغذیه شده با ناپلی آرتمیا اورمیا، میزان بالاتری داشت و ارزش عددی آن معادل ۱۶/۵۸ تعیین شد که با تیمار تغذیه شده از مخلوط دافنی و ناپلی آرتمیا (۸/۶۸) اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P < 0.05$). در حالی که بین دو تیمار آزمایشی تغذیه شده از ناپلی آرتمیا اورمیا و دافنی ماگنا اختلاف معنی‌داری دیده نشد ($P > 0.05$).

نتایج مربوط به مقدار نسبت کارایی انرژی لاروهای ماهی چالباش نشان داد که کمترین میزان آن (۰/۷۴) در تیمار آزمایشی تغذیه شده با ناپلی آرتمیا اورمیا و بیشترین آن (۰/۹۱) در لاروهای ماهی چالباشی به‌دست آمد که از مخلوط دافنی و ناپلی آرتمیا تغذیه کرده بودند. بین هر سه تیمار آزمایشی مذکور اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($P < 0.05$).

لاروهای ماهی چالباش در تیمارهای آزمایشی مختلف در ابقاء پروتئین، کارایی متفاوتی داشتند. به‌طوری که نتایج نشان داد که بهترین عملکرد در ارتباط با این معیار تغذیه ای در لاروهای ماهی تغذیه شده با مخلوط دافنی ماگنا و ناپلی آرتمیا به دست آمده است که در سطحی معادل ۷۲/۲۹ درصد تعیین شد. کمترین این معیار در لاروهای تغذیه شده با ناپلی آرتمیا (۳۶/۳۰ درصد) تعیین شد. بین دو تیمار تغذیه با دافنی و مخلوط دافنی و ناپلی آرتمیا اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P > 0.05$).

لاروهای ماهی چالباش در تیمارهای تحت تغذیه از دافنی ماگنا، ابقاء چربی کارایی کمتری داشتند؛ به‌طوری که حداقل این معیار تغذیه ای معادل ۹/۹۲ درصد در این تیمار تعیین گردید. مقدار کارایی ابقاء چربی در تیمار تغذیه شده با مخلوط دافنی ماگنا و ناپلی آرتمیا بالاترین سطح را (۱۴/۶۱ درصد) داشت. بین هر سه تیمار آزمایشی اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($P < 0.05$).

بکارگیری دافنی ماگنا (*Daphnia magna*) و ناپلی آرتمیا در تغذیه آغازین لارو...

جدول ۳- تغییرات معیارهای تغذیه ای لارو ماهی چالباش در تیمارهای مختلف آزمایشی

معیار تغذیه‌ای	نسبت کارایی پروتئین	نسبت کارایی چربی	نسبت کارایی انرژی	کارایی ابقاء پروتئین (درصد)	کارایی ابقاء چربی (درصد)	کارایی ابقاء انرژی (درصد)
تیمارهای آزمایشی						
تغذیه با ناپلی آرتمیا	۶/۱۸±۰/۵۲ ^c	۱۶/۵۸±۱/۳۳ ^a	۰/۷۴±۰/۰۶ ^c	۳۶/۳۰±۴/۰۳ ^b	۱۲/۰۴±۲/۰۲ ^b	۲۸/۱۳±۲/۸ ^c
تغذیه با دافنی	۱۰/۰۹±۱/۰۶ ^a	۱۶/۰۳±۲/۱۲ ^a	۰/۸۳±۰/۱۰ ^b	۷۰/۸۹±۶/۶۸ ^a	۹/۹۲±۱/۰۶ ^c	۳۶/۷۲±۴/۱ ^b
تغذیه با دافنی و آرتمیا	۸/۶۵±۰/۶۹ ^b	۸/۶۸±۰/۹۵ ^b	۰/۹۱±۰/۰۸ ^a	۷۲/۲۹±۸/۲۴ ^a	۱۴/۶۱±۱/۲۰ ^a	۴۴/۸۱±۵/۳ ^a

حروف لاتین غیر مشترک در هر ستون، نشانه معنی دار بودن می باشد ($P < 0.05$).

نسبت کارایی پروتئین = گرم پروتئین خورده شده / گرم وزن بدست آمده

نسبت کارایی چربی = گرم چربی خورده شده / گرم وزن بدست آمده

نسبت کارایی انرژی = کیلوژول انرژی خورده شده / گرم وزن بدست آمده

کارایی ابقاء پروتئین = $100 \times$ [گرم پروتئین خورده شده / گرم پروتئین ابقاء شده]

کارایی ابقاء چربی = $100 \times$ [گرم چربی خورده شده / گرم چربی ابقاء شده]

کارایی ابقاء انرژی = $100 \times$ [کیلوژول انرژی خورده شده / کیلوژول انرژی ابقاء شده]

بحث

علی‌رغم پیشرفت‌های اخیر در تولید جیره‌های فرموله شده برای تغذیه لاروهای ماهیان پرورشی، هنوز هم برای تغذیه اولیه اغلب ماهیان در دوره لاروی، غذاهای زنده اهمیت بسیار بالایی دارند. از سوی دیگر، دانستن نیازهای غذایی لاروهای ماهی بسیار مهم است.

بیشترین سطح چربی خام لاشه لاروهای ماهی چالباش (۹/۱۶ درصد) در تیمار تغذیه شده از ناپلی آرتمیا به‌دست آمد. با توجه به آنالیز لاشه ناپلی آرتمیا، علی‌رغم اینکه میزان چربی خام آن نسبت به دو ترکیب غذای زنده دیگر پایین است، چربی خام به‌دست آمده در لاشه لارو ماهی بالاتر از دو گروه دیگر بود. در مشابَهت با نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، جعفریان و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند که در لارو ماهی ازون برون (*Acipenser stellatus*)، زمانی که از سه نوع غذای زنده شامل ناپلی آرتمیا اورمیان، دافنی ماگنا و مخلوط آن دو تغذیه شد، بالاترین میزان چربی خام لاشه معادل ۸/۷۶ درصد در لاروهای تغذیه شده با ناپلی آرتمیا اورمیان به‌دست آمد. همچنین در لاروهای فیل ماهی تغذیه شده با ناپلی آرتمیا اورمیان مقدار چربی خام لاشه معادل ۲/۶۷ درصد به‌دست آمد (Jafaryan et al., 2007b; Jafaryan et al., 2010b). در این خصوص، افزون بر آنزیم‌های گوارشی لارو ماهی، یکی از موارد قابل توجه میزان فعالیت آنزیم لیپاز ناپلی آرتمیا نیز می‌تواند باشد. لارو ماهیان عموماً ظرفیت ضعیف‌تری در هضم و جذب ترکیبات غذایی پیچیده دارند. بنابراین، آنزیم‌های بدن طعمه زنده نقش بسیار مهمی در هضم مواد غذایی خورده شده و عملکرد تغذیه‌ای آنها دارد (Conceicao et al., 2007). گزارش‌های ۸ علمی کمتری درباره فعالیت ویژه آنزیم‌های گوارشی لارو تاس ماهیان و همچنین ماهی چالباش وجود دارد. جعفریان و

همکاران (۲۰۰۶، ۲۰۰۷a و ۲۰۰۹a) نشان دادند که فعالیت آنزیم لیپاز در ناپلی آرتمیا در سطح IU/mg protein ۱/۳۳۶۷ است. احتمالاً یکی از دلایل عملکرد موفق لاروهای ماهی تغذیه شده با ناپلی آرتمیا نسبت به دو ترکیب غذای زنده دیگر، بالا بودن میزان فعالیت آنزیم لیپاز در آنها است که در هضم و جذب چربی خام ناپلی آرتمیا در دستگاه گوارش این ماهی تأثیرگذار است. در حالی که عملکرد لاروهای ماهی در بهره‌برداری از پروتئین خام لاشه ناپلی آرتمیا اورمیانها در پایین‌ترین سطح خود قرار داشت که پایین بودن سطح فعالیت آنزیم پروتئاز ناپلی آرتمیا، یکی از دلایل این امر است. در خصوص دافنی نیز یکی از موارد قابل ذکر، احتمال پایین بودن سطح فعالیت این آنزیم است. کومار و همکاران (۲۰۰۵)، میزان فعالیت ویژه آنزیم لیپاز را در دافنی (*Daphnia* sp.) در حدود IU/mg protein ۰/۴۰ گزارش کردند. در تحقیقات صورت گرفته میزان فعالیت آنزیم پروتئاز در ناپلی آرتمیا اورمیانها معادل IU/mg protein ۰/۱۰۰۷ ذکر شده است (Jafaryan, 2006; Jafaryan *et al.*, 2006; Jafaryan *et al.*, 2007a; Jafaryan *et al.*, 2009a). به هر حال، مخلوط دافنی ماگنا و آرتمیا اورمیانها در تغذیه لارو ماهی چالباش احتمالاً توانسته است به صورت مکمل عمل کند و در مشارکت با یکدیگر، فعالیت این آنزیم را بالا برده، در نتیجه فرآیند هضم چربی را در دستگاه گوارش لاروهای این ماهی بهبود بخشد.

بین سه ترکیب غذایی زنده، دافنی ماگنا دارای بالاترین سطح انرژی خام بود. در حالی که لاروهای ماهی چالباش تغذیه شده از آن، سطح بالایی از انرژی خام لاشه نداشتند. بالاترین سطح انرژی خام در لاروهای ماهی تغذیه شده با ناپلی آرتمیا اورمیانها به دست آمد، در حالی که نسبت کارایی انرژی و کارایی ابقاء انرژی در لاروهای ماهی تغذیه شده از مخلوط دافنی و ناپلی آرتمیا عملکرد بهتری داشت. یکی از دلایل بالا بودن انرژی خام لاشه لاروهای ماهی در این تیمار، بالا بودن سطح چربی خام لاشه در آنها است. اصولاً انرژی لاشه با میزان چربی خام آن همبستگی مثبتی دارد. نتایج نشان داد که تغذیه از مخلوط دافنی ماگنا و ناپلی آرتمیا توانست عملکرد لاروهای ماهی چالباش را در خصوص کارایی ابقاء انرژی به بالاترین سطح (۴۴/۸۱ درصد) ارتقاء دهد. در حالی که این معیار در لاروهای تغذیه شده با ناپلی آرتمیا اورمیانها به پایین‌ترین سطح (۲۸/۱۳ درصد) رسید. هر سه تیمار آزمایشی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان دادند ($P < 0/05$).

در مشابهت با یافته‌های این پژوهش، جعفریان و همکاران (Jafaral et al., 2009b) دریافتند که عملکرد تغذیه‌ای لارو فیل ماهی در استفاده از دافنی، ناپلی آرتمیا و مخلوط آنها کاملاً متفاوت است. بهترین نتیجه در خصوص انرژی در لاروهای فیل ماهی تغذیه شده با ناپلی آرتمیا اورمیانها به دست آمد. به‌هرحال برخی از تحقیقات نشان می‌دهد که عملکرد تغذیه‌ای لاروهای ماهیان در بهره‌برداری از یک نوع غذای زنده به عواملی همچون میزان ترکیبات بیوشیمیایی، میزان آنزیم‌های گوارشی نظیر آمیلاز، لیپاز و پروتئاز بستگی دارد و سطوح فعالیت ویژه آنزیم‌های گوارشی دستگاه گوارش لارو ماهی نیز تا حد

زیادی در هضم و جذب غذای زنده خورده شده مؤثر است (Conceicao *et al.*, 2007). دستاوردهای این پژوهش و مقایسه آن با یافته‌های پژوهش‌های مختلف دیگر در خصوص لارو تاس ماهی ایرانی (Jafaryan, 2006)، ماهی ازون برون (Jafaryan *et al.*, 2011)، لارو فیل ماهی (Jafaryan *et al.*, 2009b; Jafaryan *et al.*, 2010)، تاس ماهی روسی (Memis *et al.*, 2009) و لارو تاس ماهی ایرانی (Hafezieh *et al.*, 2010)، نشان داد که لاروهای تاس ماهیان و به ویژه ماهی چالباش در بهره‌برداری از منابع غذایی زنده مختلف، تابع ترکیبات بیوشیمیایی آن و قابلیت‌های خود ماهی می‌باشد.

هر چند بیشترین میزان پروتئین خام لاروهای ماهی در تیمار تغذیه شده با مخلوط دافنی و ناپلی آرتمیا بود، نسبت کارایی پروتئین که از نسبت هر واحد وزنی به‌دست آمده از ماهی به ازاء هر واحد از پروتئین غذای زنده خورده شده محاسبه می‌شود، در تیمار تغذیه شده از دافنی ماگنا سطح بیشتری داشت. در مغایرت با نتایج این پژوهش، لارو تاس ماهی ایرانی تغذیه شده با دافنی ماگنا نسبت کارایی پروتئین کمتری را (۱/۴۳) در مقایسه با لاروهای تغذیه شده از ناپلی آرتمیا (۴/۰۲) و مخلوط دافنی و آرتمیا داشت (۴/۲۲) (Jafaryan *et al.*, 2009c). در حالی که لاروهای ماهی چالباش در خصوص کارایی ابقاء پروتئین که که میزان پروتئین خام ابقاء شده در لاشه لاروهای ماهی که از اختلاف پروتئین خام لاشه لاروهای ماهی در ابتدا و انتهای دوره آزمایش بدست می‌آید، نسبت به پروتئین خام غذای زنده خورده شده، در سطح بالاتری (۷۲/۲۹ درصد) بود و این نشان می‌دهد که نسبت بیشتری از پروتئین خام غذای زنده خورده شده (مخلوط دافنی و آرتمیا) قابل ذخیره‌سازی در بدن لارو ماهی چالباش است. در حالی که با وجود بالا بودن سطح میزان پروتئین خام در لاشه ناپلی آرتمیا، روند ذخیره‌سازی در بدن لارو ماهی چالباش تغذیه شده از آن، نسبت کمتری (۳۶/۳۰ درصد) داشت. در مشابهنه با یافته‌های این پژوهش، لاروهای ماهی ازون برون نشان دادند که بالاترین نسبت کارایی پروتئین (۱۲/۲۵ درصد) در لاروهای ماهی تغذیه شده با دافنی و بیشترین میزان پروتئین خام (۷۵/۶۸ درصد) و بیشترین کارایی ابقاء پروتئین (۹۴/۰۰ درصد) را در تغذیه با مخلوط دافنی ماگنا و ناپلی آرتمیا اورمیا داشتند (Jafaryan *et al.*, 2011). مقایسه این یافته‌های علمی نشان می‌دهد که لارو ماهی چالباش و ماهی ازون برون در بهره‌برداری از غذاهای زنده ذکر شده عملکرد مشابهی دارند.

بالاترین میزان نسبت کارایی چربی نیز در لاروهای ماهی تغذیه شده با ناپلی آرتمیا مشاهده شد. در حالی که بالاترین میزان کارایی ابقاء چربی در لاروهای تغذیه شده از مخلوط دافنی ماگنا و ناپلی آرتمیا به‌دست آمد. لاروهای ماهی چالباش تغذیه شده از ناپلی آرتمیا و دافنی نشان دادند که در خصوص کارایی ابقاء چربی عملکرد بالایی دارند. در این لاروها مشخص شد که به ازای هر واحد وزنی از چربی خام غذای زنده خورده شده، میزان وزن بیشتری از ماهی به‌دست آمده است. در حالی که در ارتباط با کارایی چربی ابقاء شده، لاروهای ماهی تغذیه شده با مخلوط دافنی و ناپلی آرتمیا عملکرد بهتری داشتند.

این یافته، نشان می‌دهد که میزان انرژی خام ابقاء شده در لاشه لاروهای ماهی که از اختلاف انرژی لاشه لاروهای ماهی در ابتدا و انتهای دوره آزمایش به‌دست می‌آید، نسبت به انرژی خام غذای خورده شده بالا بوده، در نتیجه مقادیر بالاتری از انرژی خام موجود در لاشه مخلوط دافنی و ناپلی آرتمیای خورده شده توسط لاروهای ماهی چالباش در بدن آنها ذخیره شده است. با توجه به اینکه ترکیبات تقریبی لاشه ناپلی آرتمیای اورمیان، دافنی و نیز مخلوط آنها با یکدیگر متفاوت بود، بر همین مبنا، نتایج به‌دست آمده تفاوت معنی‌داری داشتند.

یکی از دلایل عملکرد بهتر در افزایش میزان بهره‌برداری از ناپلی آرتمیای توسط لارو ماهی چالباش و افزایش کارایی ابقاء چربی، عملکرد آنزیم لیپاز دستگاه گوارش این ماهی است؛ ولی تاکنون گزارشی در این خصوص ارائه نشده است و تحقیقات بعدی می‌تواند بسیاری از این یافته‌ها را به اثبات برساند. در برخی از تاس‌ماهیان، شواهد علمی نشان می‌دهد که فعالیت آنزیم لیپاز نسبت به آنزیم پروتئاز بالاتر است. در این باره، جعفریان و همکاران (Jafaryan *et al.*, 2006; Jafaryan *et al.*, 2007a; Jafaryan *et al.*, 2012) نشان دادند که که سطوح فعالیت آنزیم‌های گوارشی لیپاز و پروتئاز در لارو تاس‌ماهی ایرانی در مرحله شروع تغذیه فعال به ترتیب $1/52 \text{ IU/mg protein}$ و $0/45 \text{ IU/mg protein}$ بود و زمانی که لاروهای این ماهی از ناپلی آرتمیای تغذیه شدند، در ابقاء چربی کارایی بالایی داشتند. همچنین این لاروها در افزایش میزان پروتئین خام لاشه در تغذیه از مخلوط دافنی و ناپلی آرتمیای نسبت به دو تیمار غذایی دیگر موفق‌تر بوده‌اند؛ به‌طوری‌که میانگین میزان پروتئین خام لاشه به سطحی معادل $75/68$ درصد رسید. در حالی که مقدار پروتئین خام لاشه لاروهای ماهی تغذیه شده از ناپلی آرتمیای اورمیان با وجود بالا بودن میزان پروتئین خام ناپلی آرتمیای نسبت به دو ترکیب غذایی دیگر، از آنها کمتر بود و این نشان می‌دهد توانایی لاروهای ماهی چالباش در ذخیره‌سازی پروتئین لاشه در زمان تغذیه از ناپلی آرتمیای کمتر است. در یک پژوهش، لاروهای تاس‌ماهی ایرانی از ناپلی آرتمیای اورمیان تغذیه شدند؛ به‌طوری‌که میزان پروتئین و چربی خام لاشه آن به ترتیب $67/93$ و $2/67$ درصد تعیین گردید (Jafaryan *et al.*, 2006).

به‌هر حال گونه‌های مختلف ماهی با توجه به مکانیزم هضم و جذب غذا و نیز دارا بودن سطوح مختلفی از فعالیت ویژه آنزیم‌های گوارشی، عملکردهای متفاوتی در نرخ بهره‌برداری از غذاهای زنده داشتند (Conceicao *et al.*, 2007). در این باره، جعفریان و همکاران (۲۰۱۲)، نتایج مشابهی در تغذیه لارو تاس‌ماهی ایرانی از دافنی ماگنا به دست آوردند و میزان پروتئین خام لاشه به $77/08$ درصد رسید. همچنین، حافظیه و همکاران (۲۰۱۰) در ارتباط با میزان پروتئین خام لاشه لارو تاس‌ماهی ایرانی تغذیه شده از آرتمیای اورمیان نتایج هم‌سویی به‌دست آوردند. این پژوهشگران، دریافتند که میزان پروتئین خام لاشه لارو تاس‌ماهی ایرانی در تغذیه از ناپلی آرتمیای اورمیان در یک دوره ۲۰ روزه به سطحی معادل $69/93$ درصد رسید که نسبت به لارو ماهی چالباش ($73/37$ درصد) در سطح کمتری بود. در حالی که در مقایسه

با نتایج مطالعات این پژوهشگران، لارو ماهی چالباش عملکرد کمتری (۹/۱۶ درصد) در ابقاء میزان چربی خام لاشه نسبت به لارو تاس ماهی ایرانی (۱۷/۳۷ درصد) داشت. در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که عملکردهای متفاوتی از تغذیه لاروهای ماهی چالباش با ناپلی آرتمیا، دافنی ماگنا و مخلوط آنها به‌دست آمد. همچنین نتایج نشان داد که لاروهای ماهی چالباش تغذیه شده از مخلوط دافنی ماگنا و آرتمیا اورمیا در ارتباط با معیارهای کارایی ابقاء پروتئین، چربی و انرژی نسبت به دو تیمار دیگر عملکرد بهتری داشتند.

منابع

- AOAC 1990. In: W.Horwitz (ed). Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Vol. 1, 15th ed. Assoc. Official Analytical Chemists, Washington.
- Billard R. Lecointre G. 2001. Biology and conservation of sturgeon and paddlefish. Reviews in Fish Biology and Fisheries. 10: 355-392.
- Çelikkalel M.S., Timur M., Memis D. Ercan E. 2002. Influence of Acclimation to the Cold Water on Growth Rate of Russian Sturgeon Juveniles (*Acipenser gueldenstaedtii*, Brandt & Ratzenburg, 1833). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2: 137-140.
- Giri S.S., Shoo S.K., Sahu B.B., Sahu A.K., Mohanty S.N., Mohanty P.K. Ayyappan S. 2002. Larval survival and growth in Walago att (Bloch and Schneider) : effects of light, photoperiod and feeding regims. Aquaculture. 213: 157-161.
- 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 franciscana*). Applied Environmental microbiology. 64: 2318- 2322.
- Conceição L.E.C., Morais S. Rønnestad I. 2007. Tracers in fish larvae nutrition: A review of methods and applications. Aquaculture. 267: 62–75.
- 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(1): 61-72.
- Jafaryan H. 2006. The effects of bacillus bacteria as a probiotic on the growth factors, survival rate and digestive enzymes activity in the Persian sturgeon larvae by enrichment of *Artemia urmiana* nauplii. Ph.D. Thesis of Fishery. Gorgan University of Agriculture Science and Natural. Resource. 103 pp.
- Jafaryan H., Azari Takami G., Kamali A., Soltani M., Habibirezaei M. 2007a. The use of probiotic bacillus bioencapsulated with *Artemia urmiana* nauplii for the growth and survival in *Acipenser persicus* larvae. Agriculture Science and Natural Resources. 14: 77-87.

- Jafaryan H., Habibi Rezaei M., Ghamsary M. 2009a. The role of bioencapsulated *Artemia urmiana* nauplii with probiotic *Bacillus* sp. on the enhancement of digestive- enzymes activity in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) larvae. *Artemia* 2009. 13-14 December. Urmia-Iran. 265-269.
- Jafaryan H., Makhdomi M., A. Aminzadeh, A. 2009b. Growth performance of Beluga (*Huso huso*) larvae fed with two live foods, *Artemia urmian* and *Daphnia magna*. International symposium /workshop on Biology and Distribution of *Artemia*. 13-14 December. Urmia-Iran. 279-281.
- Jafaryan H. Makhdomi, N. 2011. The potential of *Acipenser stellatus* in exploitation of *Artemia urmian* in comparison with *Daphnia* sp. and its mixture. European aquaculture 2011. 18-21 October. Rhodes-Greece. 493- 494.
- Jafaryan H. Morovat R. Shirzad H. 2008. The use of bioencapsulated *Daphnia magna* by probiotic bacillus and their effect on the growth of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) larvae. *Iranian Journal of Biology*. 21: 24-35.
- Jafaryan H., Makhtomi M., Shahi G. 2009c. 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*. 13-14 December 2009. Urmia-Iran. 294-297.
- Jafaryan H., Shahii Gh. Yazdani A. R. 2010a. The effect of probiotics on the feeding efficiency and larval growth of three species of Caspian sturgeon. *Journal of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 16: 38-49.
- Jafaryan H., Soltani M. 2012. The effects of probiotic Baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) for promotion of growth and feeding performance of Persian Sturgeon (*Acipenser persicus*) larvae in exploitation of bioencapsulated *Daphnia magna*. *Iranian Journal of Veterinary Medicine*. 6:13-18.
- Jafaryan H. Soltani M. Abedian A. 2007b. The influence of some of the probiotic bacillus on feeding efficiency and nutrient body composition of Beluga (*Huso huso*) larvae. *Journal of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 14: 60-71.
- Jafaryan H., Taati M. Makhtoumi N. 2010b. 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.
- Kumar S. Srivastava A. Chakrabarti R. 2005. Study of digestive proteinases and proteinase inhibitors of *Daphnia carinata*. *Aquaculture*. 243: 367-372.
- 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.
- Michels E. Mesters D. 1998. The influence of food quality on the phototactic behaviour of *Daphnia magna* Straus. *Hydrobiologia*. 379: 199-206.

- Naess T., Germain-Henry M., Naas K.E. 1995. First feeding of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) using different combinations of *Artemia* and wild zooplankton. *Aquaculture*. 130: 235–250.
- Segner H., Storch V., Reinecke M., Kloas W., Hanke W. 1994. The development of functional digestive and metabolic organs in turbot, *Scophthalmus maximus*. *Marin Biology*. 119: 471-486.
- Shabanpoor B. 1998. Determination of food conversion ratio of *Daphnia* and *Artemia* nauplius in feeding of *Acipenser persicus* larvae. M.Sc. Thesis of fishery. Gorgan University of Agri. Sci. Natur. Resour. 71 pp.
- Shields R.J. 2001. Larviculture of marine finfish in Europe. *Aquaculture*. 200: 55-88.

