

## اثرات سه جیره غذایی مختلف بر برخی شاخص‌های رشد و بقاء لارو سفید ماهی اروپایی (*Coregonus lavaretus*)

مهدی شمسایی مهرجان<sup>۱</sup> و سیدپژمان حسینی شکرابی<sup>۲\*</sup>

۱) دانشیار گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۲) استادیار گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. \* رایانامه نویسنده مسئول:

hosseini@srbiau.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۹/۲۸

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۲/۰۸

### چکیده

این آزمایش با هدف مطالعه اثرات سه جیره غذایی مختلف بر برخی شاخص‌های رشد و بقا لارو سفید ماهی اروپایی تا مرحله انگشت قدی انجام شد. تعداد ۱۵۰ عدد بچه ماهی تازه تخم‌گشایی شده (طول اولیه  $4 \pm 0.1$  میلی‌متر) به مدت ۹۰ روز با جیره‌های غذایی شامل روتیفر (*Brachionus plicatilis*)، غذای تجاری و مخلوط نسبت‌های مساوی این دو در ۹ قفس شناور در ایستگاه تحقیقاتی خجیر پرورش یافتند. نتایج ماه اول پرورش نشان داد که تیمارهای غذایی مختلف باعث بروز اختلافات معنی‌داری بین میانگین تمامی صفات مورد مطالعه در لارو ماهیان گردید ( $p < 0.05$ ). بالاترین درصد افزایش وزن تر ( $48.00 \pm 0.231$  درصد)، درصد افزایش طول ( $23/65 \pm 0.116$  میلی‌متر)، نرخ رشد ویژه ( $5/36 \pm 0.102$  درصد)، بازده غذا ( $63/48 \pm 0.539$  درصد) و بقا ( $92/57 \pm 0.292$  درصد) در تیمار غذای زنده و کمترین آنها در تیمار غذای تجاری حاصل شد ( $p < 0.05$ ). صفات اندازه‌گیری شده در ماه دوم پرورش نیز روندی مشابه ماه اول داشت، در حالی که ماهیان تغذیه شده با روتیفر در ماه سوم پرورش درصد بقای بالاتری داشتند. این در حالی بود که ماهیان تغذیه شده با غذای تجاری فاکتورهای رشد بالاتری در مقایسه با غذای زنده نشان دادند ( $p < 0.05$ ). با توجه به صفات رشد مورد آزمایش در این مطالعه تغذیه لارو ماهیان سفید اروپایی با غذای زنده روتیفر تا حداکثر ماه دوم پرورش پیشنهاد می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** روتیفر، رشد، سفید ماهی، غذای تجاری، *Coregonus lavaretus*.

### مقدمه

(2005). سفید ماهی اروپایی (*Coregonus lavaretus*) از خانواده آزاد ماهیان به‌طور وسیعی در شمال اروپا به‌دلیل توانایی بالا در جهت استفاده از منابع غذایی پلاژیک بدنه آبی و همچنین سازگاری با آب‌های ساکن و دریاچه‌ها گسترش یافته است (Amtstaetter, 2000; Papakostas et al., 2012). این ماهی با ارزش بیشتر

گونه‌های سفید ماهیان بیشتر در آب‌های شیرین و به ندرت آب لب شور تا شور زندگی کرده و بسته به فصول سال از تنوع‌زیستی و رژیم غذایی متفاوتی برخوردار هستند. به نحوی که طی فصول گرم سال به آب‌های خنک‌تر (اعماق دریاچه) و در فصول دیگر به قسمت‌های سطحی آب نزدیک می‌شوند (Ostbye et al.,

ژئوپلانکتون خوار بوده و فعالیت تغذیه‌ای آن در پیکره توده آبی می‌تواند به تراکم فیتوپلانکتون‌های محیط بیافزاید (Eloranta et al., 2011).

سفید ماهی اروپایی یکی از گونه‌های غیربومی معرفی شده به ایران بوده که در سال ۱۳۴۶ به صورت انگشت قد به دریاچه سد امیرکبیر در استان تهران معرفی گردید. این گونه از آن هنگام تا کنون تطابق خوبی با شرایط محیطی داشته است، هر چند خشکسالی‌های سال‌های اخیر و کاهش عمق آب دریاچه مذکور سبب شد تا بسترهای مناسب تخم‌ریزی این ماهی در سواحل دریاچه به تدریج از زیر آب خارج شده و هر ساله بسیاری از تخم‌های رها شده توسط این ماهی در آن مناطق از بین برود (Ahmadi et al., 2011). این موضوع به همراه صید بی‌رویه و غیرقانونی ماهی مذکور، تهدید جمعیت آنها را در تنها زیستگاه ایران به دنبال داشته و همین امر سبب گردید تا روند تکثیر مصنوعی و تولید انگشت قد از این ماهی مورد مطالعه قرار گیرد. گونه سفید ماهی اروپایی در قرن گذشته تنها جهت صید تفریحی به بدنه‌های آبی معرفی می‌شد و در نتیجه فعالیت‌های آبی‌پروری روی این گونه متمرکز بر بازسازی ذخایر بود (Winfield et al., 2004) اما امروزه تحقیقات متعددی روی آبی‌پروری تجاری آن در حال انجام است. برای مثال Szczepkowski و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که استفاده از غذای تجاری ماهی آزاد (با ۴۷ درصد پروتئین و ۱۲ درصد چربی) نسبت به سایر غذاهای تجاری سبب بهبود رشد، بقا و شاخص‌های هم‌آوری سفید ماهیان اروپایی مولد نگهداری شده در شرایط اسارت می‌گردد. همچنین در خصوص تکثیر و امکان‌سنجی ارجحیت غذایی لارو ماهی سفید اروپایی به غذای زنده در ایران پژوهشی توسط Mahmoudzadeh و همکاران (۲۰۰۹) انجام شده که نتایج نشان داد لاروهای تازه تخم‌گشایی شده پس از جذب حدود ۷۰ درصدی کیسه زرده شروع به تغذیه

فعال نموده که در این میان روتیفر مناسب‌ترین غذا معرفی گردید.

هدف از این مطالعه تغذیه لارو سفید ماهی اروپایی با استفاده از غذای زنده و تجاری جهت تولید انگشت قدهای این ماهی بوده تا امکان اجرای برنامه‌های آبی بازسازی ذخایر آن در آینده سهل‌تر گردد.

### مواد و روش‌ها تهیه جیره‌های غذایی

در پژوهش حاضر لاروهای تازه به تغذیه افتاده حاصل از لقاح مصنوعی تعداد سه عدد مولد ماده تاسماهی ایرانی (با متوسط وزن ۱/۶۵ کیلوگرم) و یک مولد نر (با وزن ۰/۷۸ کیلوگرم) در ایستگاه تحقیقاتی خجیر انجام گردید.

کشت اولیه روتیفر (*Brachionus plicatilis*) مورد نیاز جهت تغذیه لاروها در داخل لوله‌های آزمایشگاهی با نور فلورسنت ۲۰۰۰ لوکس، هوادهی دمای ۳۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد، اسیدیته ۵/۳-۷/۸ و شوری ۲۵ در هزار انجام شد (Jones et al., 1993).

سه جیره آزمایشی مورد سنجش قرار گرفتند: جیره شماره ۱ (غذای زنده) شامل غذای زنده روتیفر، جیره شماره ۲ (غذای تجاری) شامل غذای تجاری آغازین ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (شرکت چین، تهران) با ترکیب ۵۰ درصد پروتئین، ۱۲ درصد چربی، ۱۱ درصد خاکستر، ۱۶ درصد فیبر خام، ۱/۳ درصد فسفر و ۱۰ درصد رطوبت و جیره شماره ۳ شامل مخلوط مساوی از جیره‌های غذایی ۱ و ۲.

اولین غذادهی ۵ ساعت پس از معرفی لارو ماهیان به محیط پرورش و پیش از جذب کامل کیسه زرده شروع شد تا از مرگ و میر احتمالی ناشی از گرسنگی پس از جذب کیسه زرده جلوگیری شود. مقدار غذادهی در هر وعده ۲۰۰ درصد وزن کل توده زنده ماهیان در هر

(دقت ۰/۰۰۱ گرم) زیست‌سنجی شدند. افزایش وزن (WG درصد)، نرخ رشد ویژه (SGR درصد)، بازده غذایی (FE) و نرخ بقا (SR درصد) نیز به صورت هفتگی در این مطالعه طی مدت ۳ ماه از طریق رابطه‌های زیر محاسبه شدند (Wahli et al., 2003):

$$\text{رابطه (۱)} \quad \text{WG} = \left( \text{وزن اولیه (گرم)} - \text{وزن نهایی (گرم)} \right)$$

$$\text{رابطه (۲)} \quad \text{SGR} = \frac{\ln \text{وزن نهایی} - \ln \text{وزن اولیه}}{\text{روزهای آزمایش}} \times 100$$

$$\text{رابطه (۳)} \quad \text{FE} = \frac{\left( \text{وزن اولیه (گرم)} - \text{وزن نهایی (گرم)} \right)}{\text{غذای مصرفی (گرم)}} \times 100$$

$$\text{رابطه (۴)} \quad \text{SR} = \frac{\text{تعداد نهایی} - \text{تعداد اولیه}}{\text{تعداد اولیه}} \times 100$$

#### تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های مربوط به نتایج با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. ابتدا از تجزیه آنالیز واریانس یک‌طرفه جهت مقایسه میانگین داده‌ها استفاده شد و در مواردی که بین میانگین داده‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشت جهت مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن استفاده گردید. میانگین‌ها در سطح اعتماد ۹۵ درصد ( $p < 0.05$ ) از نظر آماری مقایسه شدند.

#### نتایج

نتایج آنالیز واریانس آزمون دانکن در خصوص صفات اندازه‌گیری شده در بچه ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی سه‌گانه طی ۳ دوره یک ماهه در جدول ۱ خلاصه شده است.

یک از قفس‌های پرورشی و زمان غذادهی هر ۲ ساعت یک‌بار بود (Segner et al., 1993).

#### محیط پرورش و تامین ماهی

محیط پرورش در این مطالعه ۹ قفس توری شناور (۳ تیمار در ۳ تکرار) با ابعاد ۴۰×۳۰×۳۰ سانتی‌متر با چشمه ۰/۵ میلی‌متر در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی بود. محل اجرای پروژه در یکی از آبگیرهای طبیعی به ابعاد تقریبی ۱۲×۳ متر و عمق ۱ متر در ایستگاه تحقیقات منابع طبیعی خجیر (استان تهران) بود و آب در حین حرکت در طول آبگیر (جهت غرب به شرق) از طریق دیوارها و بستر توری درون قفس‌های پرورشی جریان یافت.

در هر یک از قفس‌های پرورشی ۱۵۰ عدد لارو ماهی طبق تراکم پیشنهادی Segner و همکاران (۱۹۹۳) معرفی گردید. وزن متوسط لاروها ۰/۰۰۹ گرم و طول استاندارد آنها ۴ میلی‌متر بود. مقدار غذای مصرفی در هر یک از قفس‌های پرورشی به صورت هفتگی و پس از عملیات زیست‌سنجی تعیین شد، به نحوی که هر هفته ۶ عدد بچه ماهی از هر یک از قفس‌های پرورشی به‌طور تصادفی جدا و پس از بیهوش شدن در اسانس گل میخک (۱۱۰ میلی‌گرم در لیتر) زیست‌سنجی شدند. ۱۰ گرم روتیفر پرورشی به کمک صافی ۱۵۰ میکرونی از محیط کشت انبوه برداشت شد و در خشک‌کن به مدت ۲۴ ساعت در مجاورت دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا رطوبت خود را از دست دهد و جیره‌های غذایی واجد غذای تجاری در سطح قفس‌های پرورشی پخش شدند (Ahmadi et al., 2011). ماهیان پس از بیهوشی با اسانس گل میخک (۱۱۰ میلی‌گرم در لیتر) توسط کولیس دیجیتال (دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر) و ترازو

**جدول ۱. اثر جیره‌های آزمایشی مختلف بر برخی شاخص‌های رشد سفید ماهی اروپایی از مرحله لاروی تا انگشت قدی در پایان ماه اول**

جیره‌های آزمایشی <sup>o</sup>			صفات اندازه‌گیری شده
غذای مخلوط (۳)	غذای تجاری (۲)	غذای زنده (۱)	
۳۴/۴۴±۰/۲۹۶ <sup>b</sup>	۳۱/۳۳±۰/۳۷۱ <sup>c</sup>	۴۸/۰۰±۰/۲۳۱ <sup>a</sup>	درصد افزایش وزن (گرم)
۲۳/۵۸±۰/۴۰۰ <sup>b</sup>	۱۹/۶۳±۰/۴۰۰ <sup>a</sup>	۲۳/۶۵±۰/۱۱۶ <sup>a</sup>	درصد افزایش طول (میلی‌متر)
۴/۱۵±۰/۰۰۲ <sup>b</sup>	۴/۰۶±۰/۰۰۶ <sup>a</sup>	۵/۳۶±۰/۰۰۲ <sup>a</sup>	نرخ رشد ویژه (درصد)
۵۲/۲۶±۰/۲۰۰ <sup>b</sup>	۵۱/۷۲±۰/۲۴۰ <sup>a</sup>	۶۳/۴۸±۰/۵۳۹ <sup>a</sup>	بازده غذا (درصد)
۸۸/۹۵±۰/۲۴۴ <sup>ab</sup>	۸۸/۰۲±۰/۱۷۱ <sup>b</sup>	۹۲/۵۷±۰/۲۹۲ <sup>a</sup>	بقا (درصد)

<sup>o</sup> حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است (p<0.05).

در این دوره میانگین درصد افزایش طول ماهیان تغذیه شده با غذای زنده (۲۴/۲۵±۰/۳۴۰ میلی‌متر) کمتر از میانگین آن در ماهیان تغذیه شده با غذای تجاری (۲۴/۵۷±۰/۳۲۲ میلی‌متر) بود. بنابراین تیمار غذای زنده طی این دوره آزمایش فقط در مورد صفت افزایش طول نسبت به سایر تیمارها مقدار پایین‌تری را کسب کرد و در سایر صفات باقی‌مانده همچنان واجد بالاترین مقدار بود (p<0.05).

تیمارهای غذایی باعث بروز اختلاف معنی‌دار در بین صفات مورد مطالعه طی ماه اول آزمایش شدند (p<0.05). تیمار غذای زنده در این دوره از نقطه‌نظر افزایش وزن (۴۸/۰۰±۰/۲۳۱ گرم)، درصد افزایش طول (۲۳/۶۵±۰/۱۱۶ میلی‌متر)، نرخ رشد ویژه (۵/۳۶±۰/۰۰۲ درصد)، بازده غذا (۶۳/۴۸±۰/۵۳۹ درصد) و بقا (۹۲/۵۷±۰/۲۹۲ درصد) تیمار برتر نسبت به سایر تیمارها بود (p<0.05).

جدول ۲ بیانگر شباهت زیاد رتبه‌بندی تیمار غذای زنده طی ماه دوم آزمایش با ماه اول بود. با این تفاوت که

**جدول ۲. اثر جیره‌های آزمایشی مختلف بر برخی شاخص‌های رشد سفید ماهی اروپایی از مرحله لاروی تا انگشت قدی در پایان ماه دوم**

جیره‌های آزمایشی <sup>o</sup>			صفات اندازه‌گیری شده
غذای مخلوط (۳)	غذای تجاری (۲)	غذای زنده (۱)	
۳۴/۱۵±۰/۱۲۱ <sup>b</sup>	۳۴/۷۱±۰/۱۵۰ <sup>b</sup>	۵۲/۲۸±۰/۳۳۹ <sup>a</sup>	درصد افزایش وزن (گرم)
۲۴/۴۲±۰/۳۲۰ <sup>b</sup>	۲۴/۵۷±۰/۳۲۲ <sup>a</sup>	۲۴/۲۵±۰/۳۴۰ <sup>b</sup>	درصد افزایش طول (میلی‌متر)
۴/۰۳±۰/۰۰۳ <sup>b</sup>	۴/۲۳±۰/۰۰۲ <sup>ab</sup>	۵/۸۵±۰/۰۰۳ <sup>a</sup>	نرخ رشد ویژه (درصد)
۵۰/۷۵±۰/۲۰۰ <sup>b</sup>	۵۳/۱۱±۰/۲۰۰ <sup>b</sup>	۵۸/۳۸±۰/۵۶۴ <sup>a</sup>	بازده غذا (درصد)
۸۱/۱۳±۰/۳۹۷ <sup>ab</sup>	۸۱/۴۰±۰/۲۶۴ <sup>b</sup>	۸۷/۷۹±۰/۴۶۶ <sup>a</sup>	بقا (درصد)

<sup>o</sup> حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است (p<0.05).

شده با غذای تجاری طی این دوره بالاتر از سایر تیمارها بود (p<0.05). درحالی که بالاترین درصد بقا در تیمار غذای زنده (۸۷/۱۳±۰/۴۹۰) به‌دست آمد (p<0.05).

نتایج حاصل از ماه سوم آزمایش حاکی از تفاوت معنی‌دار نتایج این دوره با دوره‌های قبلی بود (جدول ۳). به‌طوری که آزمایش میانگین اکثر صفات در ماهیان تغذیه

**جدول ۳. اثر جیره‌های آزمایشی مختلف بر برخی شاخص‌های رشد سفید ماهی اروپایی از مرحله لاروی تا انگشت قدی در پایان ماه سوم**

صفات اندازه‌گیری شده	غذای زنده (۱)	غذای تجاری (۲)	غذای مخلوط (۳)
درصد افزایش وزن (گرم)	۲۴/۳۲±۰/۳۶ <sup>b</sup>	۳۰/۲۹±۰/۲۷۷ <sup>a</sup>	۲۵/۵۵±۰/۲۸۵ <sup>a</sup>
درصد افزایش طول (میلی‌متر)	۴/۵۰±۰/۱۶۰ <sup>b</sup>	۹/۶۷±۰/۱۰۰ <sup>a</sup>	۸/۹۳±۰/۱۰۹ <sup>a</sup>
نرخ رشد ویژه (درصد)	۳/۱۲±۰/۱۳۹ <sup>b</sup>	۳/۸۳±۰/۱۳۵ <sup>a</sup>	۳/۲۵±۰/۱۹۷ <sup>a</sup>
بازده غذا (درصد)	۴۰/۵۸±۰/۲۶۵ <sup>b</sup>	۴۴/۳۰±۰/۳۴۶ <sup>a</sup>	۴۲/۲۷±۰/۳۷۹ <sup>a</sup>
بقا (درصد)	۸۷/۱۳±۰/۴۹۰ <sup>a</sup>	۷۹/۰۹±۰/۱۱۰ <sup>b</sup>	۸۰/۴۰±۰/۱۱۶ <sup>a</sup>

<sup>a</sup>حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است (p<0.05).

### بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به بروز اختلافات معنی‌دار صفات مورد بررسی طی یک دوره سه ماهه، می‌توان نتیجه گرفت که نحوه زمان‌بندی آزمایش در مقاطع یک ماهه دقت این مطالعه را بیشتر از حالتی نموده که فقط یک مقطع ۳ ماهه مد نظر قرار گیرد.

غذای زنده با توجه به نتایج ماه اول آزمایش به‌عنوان بهترین جیره شناسایی شد که علت آن می‌تواند مربوط به عدم توسعه کافی آنزیم‌های گوارشی لازم برای هضم غذا در بچه ماهیان نارس جهت هضم غذای تجاری باشد. Kuzminski و همکاران (۱۹۹۶) همسو با این نتایج گزارش کردند که در پرورش لاروی سفید ماهیان استفاده از غذای زنده موجب هضم غذا را برای ماهیان فراهم کرده و از وزن ۰/۲ گرم به بالا گوارش ماهیان توسعه یافته و قادر به هضم و جذب غذای تجاری آزاد ماهیان می‌شود. احتمالاً روند افزایشی فاکتورهای رشد طی دوره سه ماهه پرورش در جیره شماره ۲ تسهیل فرآیند هضم غذای تجاری نسبت به غذای زنده توسط ماهیان باشد (Sales, 2011).

نتایج ماه دوم آزمایش مشابه ماه اول بود. با این تفاوت که شاخص افزایش طول در تیمار غذای تجاری بالاتر بود. تکامل دستگاه گوارش ماهیان با توجه به گذشت ۸ هفته از آغاز پرورش در این دوره در جهت امکان استفاده از غذای تجاری و هضم آن بهتر بوده

است. تایید این مطلب نیز یکی به‌دلیل نزدیک بودن مقادیر میانگین صفات ماهیان در تیمارهای غذای تجاری و مخلوط به یکدیگر و دیگری تفاوت معنی‌دار این دو تیمار با تیمار غذای زنده است. Enz و همکاران (۲۰۰۱) همسو با این نتایج با تغذیه بچه سفید ماهیان اروپایی طی ۶ هفته با ناپلیوس آرتمیا و روتیفر نشان دادند که بچه ماهیان تغذیه شده با غذای زنده نسبت به غذای تجاری رشد و بقا بالاتری دارند. این پژوهشگران گزارش کردند که سفید ماهیان تغذیه شده با روتیفر طی مدت ۲ ماه درصد بقا بالاتری نسبت به غذای زنده ناپلیوس آرتمیا داشته که این موضوع شاید دلیلی بر ارجحیت روتیفر بر ناپلیوس آرتمیا جهت تغذیه بچه سفید ماهیان باشد. روتیفرها خوراک بسیار مناسبی جهت تغذیه لاروی ماهیان با توجه به اندازه کوچک، مقاومت به نوسانات دمایی و شوری بوده و آنها را قادر می‌سازد در محدوده زیست‌محیطی وسیعی گسترش پیدا کنند (Kotani *et al.*, 2006; Hagiwara *et al.*, 2007). این ژئوپلانکتون در آب شیرین به مدت حداقل دو ساعت زنده مانده و برای تغذیه لارو ماهی کوی و تیلاپیا استفاده می‌شود (Lim *et al.*, 2003).

نتایج ماه سوم از آزمایش نشان داد که جیره مخلوط با تجاری در برخی صفات فاقد اختلاف معنی‌دار بوده، اما تیمار غذای زنده در رتبه پایین‌تری به‌جز در خصوص شاخص بقا قرار داشت. به‌طور احتمالی کاهش اثر غذای

### سیاسگزاری و قدردانی

انجام این مطالعه بدون همکاری مسئولین محترم اداره محیط‌زیست استان تهران و شهرستان البرز و نیز مسئولین محترم ایستگاه تحقیقات منابع طبیعی خجیر به ویژه آقای دکتر کاوس نظری میسر نبود که بدین وسیله نهایت تشکر را از آنها داریم.

### منابع

- Ahmadi, M.R., Mahmoudzadeh, H., Babaei, M. and Shamsaei-Mehrjan, M. (2011) Prediction of survival rate in European whitefish (*Coregonus lavaretus*) fry on three different feeding regimes. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 10(2): 188-211.
- Amtstaetter, F. (2000) Lake trout and lake whitefish summer diet study. Ontario Ministry of Natural Resources, Lake Simcoe Fisheries Assessment Unit Update, 1(2).
- Eloranta, A.P., Siwertsson, A., Knudsen, R. and Amundsen, P.A. (2011) Dietary plasticity of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) facilitates coexistence with competitively superior European whitefish (*Coregonus lavaretus*). Ecology of Freshwater Fish, 20(4): 558-568.
- Enz, C.A., Schäffer, E. and Müller, R. (2001) Importance of diet type, food particle size, and tank circulation for culture of lake Hallwil whitefish larvae. North American Journal of Aquaculture, 63(2001): 321-327.
- Hagiwara, A., Suga, K., Akazawa, A., Kotani, T. and Sakakura, Y. (2007) Development of rotifer strains with useful traits for rearing fish larvae. Aquaculture, 268(2007): 44-52.
- Harris, K.C. and Hulsman, P.F. (1991) Intensive culture of lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) from larvae to yearling size using dry feeds. Aquaculture, 96(3-4): 255-268.
- Heikineheimo, O., Miinalainen, M. and Peltonen, H. (2000) Diet, growth and competitive abilities of sympatric whitefish forms in a dense introduced population: results of a stocking experiment. Journal of Fish Biology, 57(3): 808-827.
- Jones, D.A., Kamarudin, M. and Vay, L.L. (1993) The potential for replacement of

زنده در ایجاد بهترین رتبه برای میانگین صفات رشد مورد تحقیق به عدم تامین تمام نیازهای غذایی بچه ماهیان در مرحله انگشت قد توسط این تک نوع غذا بوده و شاید این ضعف با استفاده از سایر جوامع زئوپلانکتون برطرف گردد (Sales, 2011). نتایج مطالعه‌های Heikineheimo و همکاران (۲۰۰۰) مطابق با نتایج این مطالعه، نشان داد چرا که بچه ماهیان سفید اروپایی با استفاده از غذای زئوپلانکتونی طی ۲ سال اول زندگی رشد بسیار کندی نسبت به ماهیان تغذیه شده با غذای تجاری داشتند.

همچنین درصد بقای حاصله در این مطالعه مطابق با نتایج ارایه شده توسط Luczynski و همکاران (۱۹۸۶) است، به طوری که تغذیه سفید ماهیان از زئوپلانکتون‌ها دلیلی بر بقا بیشتر آنها نسبت به تغذیه از جیره تجاری است. علت بهبود درصد بقا در ماهیان تغذیه شده با غذای زنده احتمالاً به دلیل وجود ویتامین‌های ضروری بالا و افزایش کارایی سیستم ایمنی است (Harris & Hulsman, 1991).

این مطالعه نشان داد که صفات اندازه‌گیری شده در پرورش لاروی سفید ماهی اروپایی تا اندازه انگشت قد به مدت ۳ ماه با جیره‌های آزمایشی متفاوت در ماه دوم پرورش روندی مشابه ماه اول داشت، در حالی که در ماه سوم پرورش استفاده از روتیفر درصد بقای بیشتری را به همراه داشت.

با این وجود ماهیان تغذیه شده با غذای تجاری در صفات رشد مورد اندازه‌گیری در مقایسه با غذای زنده رشد بالاتری نشان دادند. پرورش سفید ماهی علی‌رغم اختلاف نظرها و توجیهاتی که در زمینه استفاده از غذای زنده در منابع گوناگون دارد، در حال حاضر محدود به محیط‌های مستعد طبیعی بوده و تکثیر و پرورش ابتدایی آن فقط به منظور افزایش یا بازسازی ذخایر در محیط‌های مختلف انجام می‌شود (Amtstaetter, 2000).

- Papakostas, S., Vasemaegi, A.N.T.I., Vaha, J.P., Himberg, M., Peil, L. and Primmer, C.R. (2012) A proteomics approach reveals divergent molecular responses to salinity in populations of European whitefish (*Coregonus lavaretus*). *Molecular Ecology*, 21(14): 3516-3530.
- Sales, J. (2011). First feeding of freshwater fish larvae with live feed versus compound diets: A meta-analysis. *Aquaculture International*, 19(6): 1217-1228.
- Segner, H., Rösch, R., Verreth, J. and Witt, U. (1993) Larval nutritional physiology: studies with *Clarias gariepinus*, *Coregonus lavaretus* and *Scophthalmus maximus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 24(2): 121-134.
- Szczepkowski, M., Szczepkowska, B., Krzywosz, T., Wunderlich, K. and Stabiński, R. (2010) Growth rate and reproduction of a brood stock of European whitefish (*Coregonus lavaretus* L.) from Lake Gaładuś under controlled rearing conditions. *Archives of Polish Fisheries*, 18(1): 3-11.
- Wahli, T., Verlhac, V., Girling, P., Gabaudan, J. and Aebischer, C. (2003) Influence of dietary vitamin C on the wound healing process in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 225(2003): 371-386.
- Winfield, I.J., Fletecher, J.M. and James, J.B. (2004) Modelling the impacts of water level fluctuations on the population dynamics of whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.) in Haweswater, U.K. *Ecology and Hydrobiology*, 4(2004): 409-416.
- live feeds in larval culture. *Journal of the World Aquaculture Society*, 24(2): 199-210.
- Kotani, T., Ihara, K. and Hagiwara, A. (2006) Cross-mating of euryhaline rotifer *Brachionus plicatilis* strains as a means to develop useful strains for larval food. *Aquaculture*, 261(2006): 495-500.
- Kuzminski, H., Dobosz, S., Pelczarski, W. and Koziol, M. (1996) Attempt to determine the suitability of three artificial feeds for the feeding of Baltic whitefish larvae (*Coregonus lavaretus* L. forma baltica) in the conditions of Salmonid Research Laboratory in Rutki. *Archives of Polish Fisheries*, 4(1996): 57-68.
- Lim, L.C., Dhert P. and Sorgeloos, P. (2003) Recent development in the application of live feeds in the freshwater ornamental fish culture. *Aquaculture*, 227(2003): 319-331.
- Luczynski, M., Majkowski, P., Bardega, R. and Dabrowski, K. (1986) Rearing of larvae of four coregonid species using dry and live food. *Aquaculture*, 56(1986): 179-185.
- Mahmoudzadeh, H., Ahmadi, M.R. and Shamsaei, M. (2009) Comparison of rotifer *Brachionus plicatilis* as a choice of live feed with dry feed in rearing *Coregonus lavaretus* fry. *Aquaculture Nutrition*, 15(2): 129-134.
- Ostbye, K., Bernatchez, L., Naesje, T.F., Himberg, M. and Hindar, K. (2005) Evolutionary history of the European whitefish *Coregonus lavaretus* (L.) species complex as inferred from mtDNA phylogeography and gill-raker numbers. *Molecular Ecology*, 14(2005): 4371-4387.

## Effects of Three Different Diets on Some Growth Performances and Survival Rates of European Whitefish (*Coregonus lavaretus*) Larvae

Mehdi Shamsaei Mehrjan<sup>1</sup> and Seyed Pezhman Hosseini Shekarabi<sup>2\*</sup>

- 1) Associated Professor, Department of Fisheries Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
- 2) Assistant Professor, Department of Fisheries Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. \* Corresponding Author Email Address: hosseini@srbiau.ac.ir

Date of submission: 2016/04/27    Date of Acceptance: 2016/12/18

### Abstract

The aim of this study is to define some growth performances and survival rate of European whitefish larvae when they were fed with three different feeding regimes until fingerlings stage. One hundred and fifty newly hatched white fish fry ( $4\pm 0.01$  mm initial total length) randomly stocked into nine rearing net cages in a natural pond of Khojir research center, and nourished for 90 days with three kinds of food including rotifer (*Brachionus plicatilis*), rainbow trout commercial diet and a compound of rainbow trout commercial diet with live feed in a mixture of 50% of each. First month of rearing revealed that different feeding regimes cause significant differences between all groups ( $p<0.05$ ). The highest body gain ( $48.00\pm 0.231$  %), length gain ( $23.65\pm 0.116$  mm), specific growth rate ( $5.36\pm 0.002\%$ ) and feed efficiency ( $63.48\pm 0.539\%$ ) was obtain in the fish fed with live food in the first month of trial ( $p<0.05$ ). Also the same trend was observed in the second month of growing. However, in the third month of growing all growth indices except survival rate are improved in commercial diet in comparison to other groups ( $p<0.05$ ). According to results, whitefish larvae fed with rotifers as a live feed is recommended up to two months of rearing.

**Keywords:** *Coregonus lavaretus*, Commercial diet, Growth, Rotifer, Whitefish.