

روند رشد و رژیم غذایی بچه ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*) در استخرهای خاکی

شاهپور غلامی^۱، بهرام فلاحتکار^{۲*}، ایرج عفت پناه^۱، بهمن مکننت خواه^۱

۱. کارشناس مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف پور، سیاهکل، ایران.

۲. استاد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۴/۲۲ تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۶/۱۹

چکیده

این تحقیق به مدت ۴۵ روز در مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف پور سیاهکل واقع در استان گیلان انجام گرفت. در این مطالعه عادات غذایی بچه ماهیان سوف معمولی تا وزن ۱ گرمی در ۴ استخر خاکی ۴ هکتاری مورد بررسی قرار گرفت. نمونه برداری از لارو و بچه ماهیان هر ۱۵ روز یکبار انجام شد و در مجموع تعداد ۳۲۰ قطعه بچه ماهی از استخرها صید و محتویات شکمی آنها مورد بررسی قرار گرفت. محتویات دستگاه گوارش در بچه ماهی سوف معمولی شامل روتیفر، دافنی، سیکلوپس و شیرونومید می شد. در دوره لاروی، روتیفر و دافنی های ریز جزو غذای اصلی آن به حساب آمدند. در دومین دوره نمونه برداری (روز سی ام)، روتیفر و دافنی از غذاهای اصلی و ناپلیوس سیکلوپس از غذاهای فرعی مصرف شده بودند. در پایان دوره آزمایش دافنی، سیکلوپس و شیرونومید جزو غذاهای اصلی محسوب می شدند و روتیفر غذای اتفاقی بود. نتایج نشان داد که بیومس غذای زنده در استخرهای مورد مطالعه در ابتدای دوره پرورش افزایش ولی در انتهای آن سیر نزولی را نشان می دهد. در هر نمونه برداری، شاخص های رشد مثل رشد روزانه (GR)، نرخ رشد ویژه (SGR) و ضریب چاقی (CF) اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد که GR با افزایش اندازه و وزن بچه ماهیان در طول دوره پرورش افزایش داشته است. همچنین کاهش SGR و CF در انتهای دوره تنها به کاهش غذای زنده در استخرها بستگی داشت. بر اساس مطالعه حاضر می توان بیان نمود که غذای زنده با اندازه های مختلف در طول دوره آزمایش، سبب رشد مطلوب ماهیان گردیده و پس از عبور از مرحله لاروی و هم زمان با روند رشد، تمایل بچه ماهیان به تغذیه از غذاهای زنده با اندازه بزرگ (شیرونومید و دافنی) افزایش یافته و به تدریج از مصرف روتیفرها کاسته شده است. بنابراین تولید غذای زنده از طریق کوددهی و غنی سازی استخرها، از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه بوده و می تواند به مدیریت بهتر استخرهای پرورش و تولید بچه ماهیان سوف با وزن بالاتر در زمان کوتاه تر کمک قابل توجهی نماید.

واژگان کلیدی: سوف معمولی، رژیم غذایی، محتویات روده، شاخص های رشد، بازسازی ذخایر.

۱. مقدمه

قبیل عدم رشد، بیماری و کمبود رشد اتفاق نمی‌افتد. اطلاعات در مورد نیازهای دوران لاروی ماهیان سوف محدود بوده (Kestemont *et al.*, 1996) و برای پرورش موفقیت آمیز آن‌ها نیاز به بهبود تکنیک پرورش لارو می‌باشد، بنابراین مطالعات در زمینه خصوصیات دوران لاروی، امری مهم و بسیار اساسی محسوب می‌شود (Baranek *et al.*, 2007).

متأسفانه جمعیت این ماهی به دلایل مختلف از جمله صید بی‌رویه و تخریب زیستگاه‌های تخم‌ریزی با کاهش همراه بوده، به طوری که میزان صید سوف معمولی در چند دهه اخیر کاهش شدیدی یافته است. بنابراین توجه ویژه‌ای به امر تکثیر و بازسازی ذخایر آن شده است، به طوری که همه ساله تعداد زیادی مولد از دریاچه پشت سد ارس صید و پس از انتقال به مرکز شادروان دکتر یوسف‌پور سیاهکل به صورت نیمه‌مصنوعی مورد تکثیر قرار می‌گیرند (Falahatkar *et al.*, 2017). لارو بچه ماهیان سوف در استخرهای خاکی مورد پرورش قرار گرفته و پس از رسیدن به وزن ۱/۵-۱ گرم در منابع آبی مناسب برای بازسازی ذخایر، رهاسازی می‌گردند، اما توجه به کیفیت بچه ماهیان رهاسازی شده در منابع آبی حائز اهمیت است. یکی از این موارد در نظر گرفتن کمیت و کیفیت تغذیه‌ای این ماهی در شرایط نگهداری و پروراندی در استخرهای خاکی است تا بتوان با تولید غذای مناسب در استخرها علاوه بر کاهش زمان پرورش، بچه ماهی با اوزان بالاتری تولید و رهاسازی نمود. با توجه به اهمیت ماهی سوف به‌عنوان یک گونه با ارزش در ایران، تاکنون مطالعه دقیقی در مورد تغذیه این ماهی با غذای زنده در استخرهای خاکی صورت نگرفته است. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی رژیم غذایی بچه‌ماهی سوف معمولی در استخرهای خاکی در مراحل مختلف رشد تا زمان رهاسازی می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق در مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور واقع در ۳۲ کیلومتری جنوب شرقی رشت و در فاصله ۱۲ کیلومتری شهرستان سیاهکل انجام گردید. یک فصل پرورش به مدت ۴۵ روز در استخرهای خاکی این مرکز

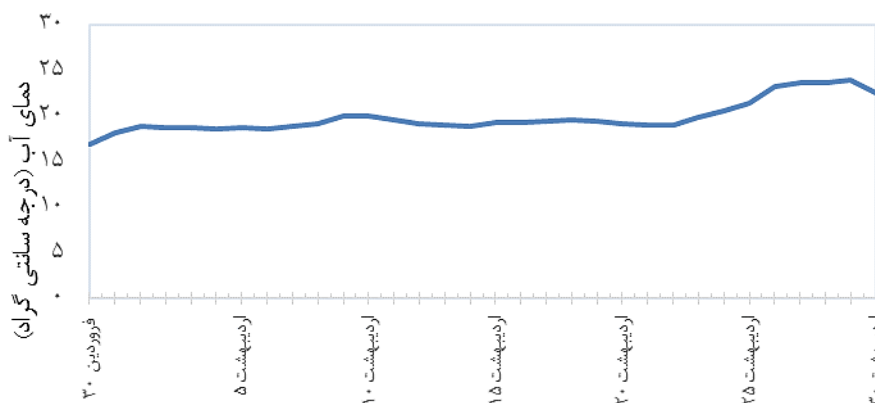
ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*) از ماهیان مهم و با ارزش دریای خزر بوده که اهمیت زیادی در چرخه اکولوژیک و اقتصاد شیلاتی دارد. سوف معمولی بیشترین میزان رشد را در بین خانواده سوف ماهیان دارد (Hilge and Steffens, 1996). زیستگاه آن آب‌های شیرین داخلی، نواحی مصبی و آب لب‌شور دریاها با شوری کمتر از ۱۲ قسمت در هزار می‌باشد (Koed *et al.*, 2000). این گونه به آب‌های داخلی چندین کشور اروپایی مانند هلند، ترکیه، فرانسه، ایتالیا، اسپانیا، سوئد و فنلاند و بخش‌هایی از آفریقای شمالی (تونس و مصر) نیز معرفی شده است (Hamza *et al.*, 2007). پراکنش این ماهی به صورت طبیعی در ایران مربوط به رودخانه ارس و کلیه نواحی ساحلی دریای خزر از آستارا تا رودخانه اترک می‌باشد (عبدلی، ۱۳۷۸).

پرورش سوف معمولی چندین دهه است که در تعدادی از کشورهای اروپایی نظیر آلمان، لهستان، هلند، مجارستان انجام می‌گیرد (Kestemont *et al.*, 2007)، اما علاقه به پرورش این ماهی در چند سال اخیر افزایش درخور توجهی داشته است. بازارپسندی بالا، رشد سریع و گوشت با کیفیت از علل علاقمندی برای پرورش این گونه محسوب می‌شود (Kestemont and Melard, 2000; Falahatkar *et al.*, 2017). این ماهی در سنین مختلف به‌طور اتفاقی و یا انتخابی اقدام به خوردن انواع مختلف غذاهای زنده می‌نمایند. منابع غذایی زنده برای پرورش این ماهی به‌ویژه در مراحل لاروی ضروری هستند.

مرگ و میر اولیه لارو در پرورش ماهیان، یکی از بزرگترین مشکلات پرورش آبزیان به حساب می‌آید و تحت تأثیر عوامل زنده و غیرزنده، شکار شدن به‌وسیله موجودات دیگر، گرسنگی، حمل و نقل و شرایط نامناسب فیزیکی و شیمیایی آب قرار دارد (Houde, 1987). بنابراین می‌توان با غذادهی اولیه مطلوب لارو و نگهداری در محیط مناسب، مرگ و میر اولیه در پرورش لاروی را کاهش داد. به‌طور کلی غذا نقش مهمی در رشد و نگهداری، تولید مثل، مقاومت و سلامت موجودات زنده ایفا می‌کند، به طوری که با تغذیه مناسب و شرایط محیطی مطلوب مشکلاتی از

جدول ۱- نام فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب استخرهای مورد بررسی در طول مدت پرورش.

| pH | اکسیژن محلول (میلی گرم در لیتر) | دمای آب (درجه سانتی گراد) | تاریخ نمونه برداری |
|-----------|---------------------------------|---------------------------|--------------------|
| ۷/۹ ± ۰/۳ | ۸/۷ ± ۰/۳ | ۱۵/۲ ± ۱/۸ | ۹۵/۱/۳۰ |
| ۸/۱ ± ۰/۴ | ۸/۸ ± ۰/۲ | ۱۹/۰ ± ۰/۲ | ۹۵/۲/۱۵ |
| ۷/۷ ± ۰/۵ | ۷/۷ ± ۰/۱ | ۲۱/۲ ± ۳ | ۹۵/۲/۳۰ |



شکل ۱- روند تغییرات درجه حرارت آب در طول دوره پرورش بچه ماهی سوف در استخرهای خاکی.

پرورش متغیر بود (جدول ۱).

نمونه برداری از بچه ماهیان سوف هر ۱۵ روز یک بار با ۳ تکرار و با استفاده از ترال دستی با دهانه ۹۰ × ۱۰۰ سانتی متر و چشمه تور با اندازه ۳ میلی متر در سه نقطه ابتدا، وسط و انتهای استخرها انجام گردید. سپس نمونه‌ها در فرمالین ۴ درصد تثبیت و به آزمایشگاه منتقل گردید (Sourina, 1978). در مجموع تعداد ۳۲۰ قطعه بچه ماهی در اوزان متفاوت جهت بررسی‌های لازم جمع‌آوری شد.

در آزمایشگاه طول و وزن هر ماهی به طور انفرادی اندازه‌گیری شده و سپس شکم ماهیان شکافته و محتویات دستگاه گوارش با ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. فاکتورهای مربوط به رشد شامل رشد روزانه (GR)، نرخ رشد ویژه (SGR) و ضریب چاقی یا فاکتور وضعیت (CF) از رابطه‌های زیر محاسبه گردید:

$$GR (mg/day) = (W_f - W_i)/T$$

$$SGR (\% / day) = 100 \times [(Ln W_f - Ln W_i)/T]$$

$$CF = 100 \times (W/L^3)$$

در معادلات مذکور L طول (سانتی‌متر)، W وزن (گرم)، W_f میانگین وزن پایانی (گرم)، W_i میانگین وزن اولیه (گرم) و T تعداد روزهای پرورش می‌باشد. برای تعیین فراوانی موجودات بلعیده شده محتویات شکمی به صورت جداگانه در زیر میکروسکوپ (Nikon, Tokyo, Japan) با بزرگنمایی ۴۰× مورد

جهت پرورش بچه ماهیان سوف به منظور رهاسازی به دریا، حفظ و بازسازی ذخایر ماهیان اختصاص یافت. در این تحقیق عادات غذایی لارو و بچه ماهیان سوف معمولی تا وزن تقریبی یک گرم در چهار استخر ۴ هکتاری مورد بررسی قرار گرفت. برای تولید ارگانوسمهای غذایی، قبل از آبگیری، به میزان ۲ تن در هکتار کود گاوی به بستر اضافه و شخم و دیسک زده شد و پس از آبگیری، به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم شیرابه کود گاوی به استخرها داده شد و سپس در کل دوره بسته به میزان مورد نیاز براساس شفافیت آب، مقدار ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره و ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفات به استخرها اضافه گردید.

بعد از دو هفته و تولید غذای زنده در استخرها، لاروهای ۵ روزه با تراکم ۴۰۰۰۰۰ قطعه در هکتار به استخرها معرفی شدند. پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب شامل دما، اکسیژن محلول و pH آب استخرها در هر روز یک بار به ترتیب با استفاده از دماسنج دیجیتالی و دستگاه اکسی-پی اچ متر دیجیتال (WTW 340, Weilheim, Germany) اندازه‌گیری و ثبت شد. دمای آب استخرهای مورد مطالعه در طول دوره پرورش با افزایش نسبی همراه بود، به طوری که از ۱۵/۲ تا ۲۱/۲ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت. روند تغییر درجه حرارت آب در طول دوره پرورش در شکل ۱ نشان داده شده است. اکسیژن محلول از ۷/۷ تا ۸/۸ میلی‌گرم در لیتر و pH از ۷/۷ تا ۸/۱ در طول دوره

جدول ۲- روند تغییرات بیومس غذای زنده، شاخص شدت تغذیه و فراوانی طعمه در نمونه برداری های مختلف.

| تاریخ نمونه برداری | بیومس غذای زنده در استخر (گرم در متر مکعب) | شاخص شدت تغذیه (IF) | غذای اصلی | غذای فرعی | غذای اتفاقی |
|--------------------|--|---------------------|--------------------------------|------------------|-------------|
| ۹۶/۱/۳۰ | ۵۱/۵ ± ۲/۵ | ۲۳/۶ ± ۱/۱۷ | روتیفر، دافنی ریز | - | - |
| ۹۶/۲/۱۵ | ۴۸/۷ ± ۰/۴ | ۳۵۶/۲ ± ۳۸/۲۹ | روتیفر، دافنی | ناپلیوس، سیکلوپس | - |
| ۹۶/۲/۳۰ | ۲۰/۳ ± ۱/۹ | ۲۵۹/۶ ± ۴۴/۵ | دافنی، سیکلوپس، لارو شیرونومید | - | روتیفر |

جدول ۳- نتایج بررسی شاخص های رشد بچه ماهی سوف معمولی در استخرهای خاکی در طول دوره آزمایش.

| تاریخ نمونه برداری | وزن ماهی (میلی گرم) | طول ماهی (سانتی متر) | میانگین رشد روزانه (میلی گرم در روز) | نرخ رشد ویژه (درصد در روز) | ضریب چاقی |
|--------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------------|-------------|
| ۹۶/۱/۳۰ | ۱۹۵ ± ۴ | ۲/۵ ± ۰/۲۱ | ۱۲/۹۳ ± ۱۲ | ۳۵/۱۵ ± ۰/۱۷ | ۱/۲۵ ± ۰/۴۱ |
| ۹۶/۲/۱۵ | ۴۵۶ ± ۱۰ | ۳/۷ ± ۰/۲۳ | ۱۷/۴۰ ± ۱۲ | ۵/۶۶ ± ۰/۲۹ | ۰/۹ ± ۰/۲۸ |
| ۹۶/۲/۳۰ | ۱۰۲۲ ± ۴۵ | ۵ ± ۰/۵۸ | ۳۷/۷۳ ± ۲۳ | ۵/۳۸ ± ۰/۲۹ | ۰/۸۲ ± ۰/۱۲ |

۱۰ ± ۴۵۶ میلی گرم) روتیفر و دافنی از غذاهای اصلی و ناپلیوس سیکلوپس از غذای فرعی شده بودند. در سومین دوره نمونه برداری (با میانگین وزن ۱۰۲۲ ± ۴۵ میلی گرم) دافنی، سیکلوپس و شیرونومید جزو غذاهای اصلی محسوب می شدند و روتیفر غذای اتفاقی بود. میزان IF از ابتدا تا تاریخ ۹۵/۲/۱۵ سیر صعودی را نشان داد ولی در انتهای دوره پرورش، افزایش محسوس در میزان آن مشاهده نشد (جدول ۲).

میانگین بیوماس ارگانیسیم های غذایی در استخرهای مورد مطالعه از ابتدای دوره پرورش تا انتهای آن سیر نزولی را طی می کرد به طوری که بالاترین میزان آن برابر با ۵۱/۵ ± ۲/۵ گرم در متر مکعب در نمونه برداری اول و کمترین میزان آن برابر با ۲۰/۳ ± ۱/۹ گرم در متر مکعب در نمونه برداری سوم مشاهده شد (جدول ۲).

پارامترهای رشد بچه ماهیان سوف معمولی در جدول ۳ نشان داده شده است. بر اساس نتایج، میانگین وزن و طول بدن ماهیان در کل دوره پرورش افزایش داشته است به طوری که در اولین زیست سنجی میانگین وزن ماهی ۱۹۵ ± ۴ میلی گرم و میانگین طول ۲/۵ ± ۰/۲۱ سانتی متر و در انتهای دوره میانگین وزن ماهی ۱۰۲۲ ± ۴۵ میلی گرم و میانگین طول ۵ ± ۰/۵۸ سانتی متر بود. رشد روزانه با افزایش اندازه و وزن بچه ماهیان در طول دوره پرورش افزایش چشمگیری داشت. میانگین رشد روزانه در اولین نمونه برداری ۱۲/۹۳ ± ۱۲ میلی گرم در روز و در سومین نمونه برداری

بررسی قرار گرفت. ارگانیسیم های غذایی در روده شناسایی و سپس شمارش شدند. جهت شناسایی ارگانیسیم های غذایی از کلید شناسایی معتبر استفاده گردید (Tsqliolikin, 1995).

برای تعیین طعمه های اصلی، فرعی و اتفاقی از فرمول $F_p = \frac{NP}{NI} \times 100$ استفاده شد (Biswass, 1993). به طوری که F_p فراوانی طعمه، NP تعداد معده های پر که دارای طعمه مورد نظر باشند و NI تعداد معده های مورد بررسی می باشند که اگر $F_p > 50\%$ باشد طعمه اصلی، اگر $F_p < 50\%$ باشد طعمه فرعی و اگر $F_p < 10\%$ باشد طعمه اتفاقی محسوب می شود. جهت بررسی اطلاعات به دست آمده از محتویات دستگاه گوارش بچه ماهیان، شاخص شدت تغذیه (IF) محاسبه شد (Esquivel et al., 1997).

$$IF = \frac{\text{وزن توده غذایی معده و روده ماهی (گرم یا میلی گرم)}}{\text{وزن ماهی (گرم یا میلی گرم)}} \times 10000$$

کلیه داده های جمع آوری شده با استفاده از نرم افزار Excel پردازش گردیدند. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۷ (SPSS, Chicago, IL, USA) صورت گرفت.

۳. نتایج

مقدار بیومس غذای زنده در استخر، شاخص شدت تغذیه (IF) و همچنین غذاهای اصلی، فرعی و اتفاقی در جدول ۲ نشان داده شده است. روتیفر و دافنی ریز در دوره لاروی ماهی سوف معمولی جزو غذای اصلی آن بود. در دومین دوره نمونه برداری (با میانگین وزن

و شیرونومید جزو غذاهای اصلی و روتیفر غذای اتفاقی آنها بود. با توجه به اینکه اندازه دهان در بچه ماهی به حدی رسیده بود که بتواند از شیرونومید تغذیه کند اما در این دوره شیرونومید به تعداد کمی در استخرها وجود داشت که با توجه به مشاهده همان میزان کم در روده بچه ماهیان، می توان دریافت این ماهی در این مرحله از رشد تمایل بالایی برای تغذیه از شیرونومید دارد. در این راستا Steffens و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که شیرونومید یکی از قابل توجه ترین منابع غذای زنده برای بسیاری از ماهیان از جمله بچه ماهی سوف سفید محسوب می شود و وزن و رشد را در ماهیان افزایش می دهد. Bodis و همکاران (۲۰۰۷)، سه منبع غذای زنده شیرونومید، توبیفکس و دافنی را به عنوان مکمل برای عادت دهی به غذای کنسانتره در بچه ماهیان سوف که پس از تفریخ، ۵ هفته را در استخرهای نوزادگاهی گذرانده بودند، استفاده کردند که به ترتیب بیشترین ضریب رشد به دست آمده مربوط به تیمار شیرونومید، توبیفکس، پلت و دافنی بوده است. آن ها علت این موضوع را به متفاوت بودن رنگ و طعم دو نوع غذای زنده (شیرونومید و توبیفکس) نسبت دادند.

نتایج نشان داد شاخص شدت تغذیه از ابتدای دوره تا نمونه برداری دوم زمانی که وزن بچه ماهی به ۴۵۶ میلی گرم رسیده یک سیر صعودی داشته و بعد از زیست سنجی دوم کاهش محسوسی در IF در انتهای دوره پرورش مشاهده شد. با توجه به میزان پر و خالی بودن روده در ماهیان می توان به این نتیجه رسید که هر چه میزان IF بیشتر باشد، نشان دهنده تغذیه خوب در لارو و بچه ماهیان است (Esquivel et al., 1997). همچنین میانگین بیومس غذای زنده در استخرهای مورد مطالعه از ابتدای دوره پرورش افزایش ولی در انتهای آن سیر نزولی را نشان داد به طوری که بالاترین میزان آن برابر با ۵۱/۵ گرم در متر مکعب در ابتدای دوره و کمترین میزان آن معادل ۲۰/۳ گرم در متر مکعب در انتهای دوره مشاهده شد. به نظر می رسد افزایش یا کاهش IF می تواند با افزایش یا کاهش توده زنده در استخرهای مورد مطالعه در طول دوره پرورش مرتبط باشد. بنابراین می توان به این نکته پی برد که دلیل افزایش IF در ابتدای دوره پرورش، وجود غذای زنده فراوان در استخرها در ابتدای دوره پرورش بوده و

۳۳±۳۷/۷۳ میلی گرم در روز بود. نرخ رشد ویژه در زیست سنجی اول بالاترین مقدار (۳۵/۱۵±۰/۱۷) درصد در روز) و به مرور زمان در پایان دوره پرورش به کمترین مقدار (۵/۳۸±۰/۲۹) درصد در روز) رسید (جدول ۳). ضریب چاقی در ماهیان ریز در نمونه برداری اول (مورخ ۹۵/۱/۱۵) بالاترین مقدار و معادل ۱/۲۵±۰/۴۱ بود و در نمونه برداری سوم به میزان ۰/۸۲±۰/۱۲ رسید.

۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که روتیفر غذای اصلی دوره لاروی ماهی سوف معمولی محسوب می شود. روتیفرها از کوچکترین متازورهای جانوری هستند که نقش بسیار مهمی در زنجیره های غذایی دارند. آن ها در تغذیه لارو ماهیان از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند (Herzing, 1987; Wallace et al., 2006) و به عنوان یکی از غذاهای زنده مهم در تغذیه لاروی بکار می روند. غذاهای زنده باعث افزایش رشد، بقای بالاتر و القای آنزیم های خارجی برای گوارش می شوند (Cahu and Zambonino Infante, 2001). آنزیم های که در غذای زنده وجود دارد، حمایت کننده فعالیت های گوارشی در دستگاه ناقص لارو است و استفاده از غذای زنده در تغذیه باعث افزایش شاخصهای رشد می گردد. کارایی بالاتر غذای زنده برای لارو ماهی سوف به وجود آنزیم های گوارشی در غذای زنده نسبت داده شده که به فرآیند گوارش غذا کمک می کند. غذاهای زنده همچنین باعث تکمیل آنزیم های خارجی برای گوارش یا حضور فعالیت های پیش آنزیمی در روده لارو می گردند. پرورش لارو ماهی سوف بر پایه غذاهای زنده (ناپلی آرتیمیا و یا زئوپلانکتون های آب شیرین) دارای مشکل مهمی نمی باشد (Schlumpberger et al., 1980). دوره لاروی ماهیان مرحله بسیار حساس و مهمی است و مرحله گذار از تغذیه داخلی به خارجی اتفاق می افتد و همچنین این امر با توسعه اندام های مرتبط با فعالیت گوارشی مرتبط می باشد (Wang et al., 2009). غذاهای اصلی بچه ماهیان با میانگین وزن ۴۵۶ میلی گرم، روتیفر و دافنی بوده که در این مرحله ناپلیوس سیکلوپس از غذای فرعی مورد مصرف این بچه ماهی بوده است. در آخرین دوره پرورش با میانگین وزن ۱۰۲۲ میلی گرم مشاهده گردید که دافنی، سیکلوپس

مقدار و در پایان دوره پرورش کمترین مقدار را نشان داد. به طور کلی نرخ رشد ویژه و ضریب چاقی در زیست‌سنجی اول نسبت به سایر زیست‌سنجی‌ها بالاتر بود. غالباً زیست‌شناسان ماهی از نرخ رشد ویژه و ضریب چاقی، به عنوان شاخصی برای تعیین سلامت جمعیت ماهیان استفاده می‌کنند. اگر در ماهیان یک جمعیت، نرخ رشد ویژه و مقدار CF بالا باشد، می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً غذای فراوانی برای رشد بدنی در دسترس بوده است. از طرفی میانگین مقدار ارگانیسیم‌های غذایی در استخرها نشان داد که در ابتدای دوره پرورش، غذای زنده فراوان در استخرها وجود داشته است که می‌تواند سبب سرعت رشد و سلامت بیشتر ماهیان گردد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که دانستن رژیم غذایی لارو و بچه ماهیان سوف معمولی در مراحل ابتدایی (که حساس‌ترین بخش پرورش محسوب می‌شود) می‌تواند به مدیریت مطلوب‌تر کوددهی، غنی‌سازی استخر و تأمین غذای زنده مناسب منجر شود تا در شرایط تکثیر نیمه‌مصنوعی و پرورش در کارگاه بتوان نیازهای غذایی ماهیان را تأمین و در نتیجه لارو و بچه‌ماهیان با کیفیت جهت پرورش و یا بازسازی ذخایر تولید نمود.

بر اساس نتایج کسب‌شده می‌توان بیان کرد که استفاده از غذاهای زنده در ابتدای شروع تغذیه لاروی و بچه ماهی سوف معمولی امری ضروری بوده و در غیر این صورت از میزان رشد و بقای لارو به شدت کاسته می‌شود. در تحقیق حاضر غذای زنده با اندازه‌های مختلف در طول دوره آزمایش، سبب رشد مطلوب ماهیان گردید و کاهش نرخ رشد ویژه و ضریب چاقی در انتهای دوره به کاهش غذای زنده در استخرها بستگی داشت. با توجه به رفتار و عادات غذایی سوف، این ماهی پس از گذشتن از مرحله لاروی و هم‌زمان با روند رشد، به دنبال غذاهای زنده با اندازه بزرگ‌تر می‌باشد. بچه ماهیان به دلیل اندازه درشت‌تر و رنگ جذابی که دافنی و شیرونومید دارند، تمایل بیشتری به مصرف این نوع مواد غذایی از خود نشان دادند. این مسئله با توجه به تولید آسان، قیمت نسبتاً مناسب و ارزان در تولید غذای زنده از طریق کوددهی و غنی‌سازی استخرها در پرورش مرحله لاروی تا وزن یک گرم، از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه می‌باشد و

بر عکس دلیل کاهش IF، کمبود غذای زنده در استخرها در انتهای دوره پرورش می‌باشد.

مقایسه نتایج شاخص رشد روزانه بیان می‌کند که میزان رشد روزانه بچه ماهیان تغذیه شده در کل دوره پرورش، با افزایش همراه بود. داده‌های اندکی در خصوص نرخ رشد روزانه در این مرحله از رشد بچه ماهیان سوف معمولی موجود است. در این مطالعه کمترین میزان رشد روزانه در زیست‌سنجی اول مشاهده شد که شاید بتوان این موضوع را به کامل نبودن دستگاه گوارش، میزان کم آنزیم‌ها و کارایی کم این لاروها در هضم و جذب غذا نسبت داد. به طور کلی نتایج نشان داد که GR با افزایش اندازه و وزن بچه ماهیان در طول دوره پرورش افزایش داشته است. نتایج مشابهی توسط محققین دیگر به ثبت رسیده است. رسولی و همکاران (۱۳۹۳) نشان دادند که غذای زنده از نوع مخلوط (غذای زنده و مصنوعی) و دافنی با تراکم ۵۰ و ۷۵ عدد در لیتر باعث افزایش شاخص‌های رشد لاروها شده و میزان بقای لاروها در تراکم پایین و با تغذیه دافنی و مخلوط بالاتر بود. مطالعه آن‌ها حاکی از این مطلب است که در مورد تغذیه دوران لاروی ماهی سوف معمولی، تیمارهایی که در آن‌ها لاروها از تغذیه با غذای زنده یا مخلوط (غذای زنده و مصنوعی) استفاده می‌کردند بهترین میزان رشد را داشتند. در مطالعاتی که بر روی رشد لاروهای سوف حاج طرحان (*Perca fluviatilis* Kestemont et al., 1996)، سوف چشم مات (*Stizostedion vitreum* Colesante et al., 1986) و سوف زرد (*P. flavescens* Kolkovski et al., 1997) با دو جیره غذایی مصنوعی و غذای زنده انجام شده، استفاده از غذای زنده در تغذیه، رشد مناسبی را ایجاد نموده و اختلاف آن نسبت به غذاهای مصنوعی معنی‌دار بود. این قضیه در لارو ماهی سوف معمولی نیز مشاهده شد و استفاده از غذای زنده در تغذیه ابتدایی بهترین میزان رشد را نشان داده است (Kestemont and Melard, 2000). بنابراین به نظر می‌رسد این گونه در مراحل ابتدایی رشد و نمو کاملاً وابسته به غذای زنده می‌باشد.

نرخ رشد ویژه در ابتدای دوره آزمایش بالاترین مقدار و به مرور زمان در پایان دوره کمترین مقدار بود. همچنین ضریب چاقی در نمونه‌برداری اول بالاترین

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری بی‌دریغ معاونت پژوهشی دانشگاه گیلان و کارکنان محترم مرکز بازرسی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور به ویژه از آقایان مهندس اسحق رسولی، یوسف شادپور و بهروز کریمی کمال تشکر و قدردانی را داریم.

می‌تواند به مدیریت بهتر استخرهای پرورش و تولید بچه ماهیان سوف با وزن بالاتر در زمانی کوتاه‌تر و با مقاومت و سلامت بیشتر برای افزایش راندمان در بازرسی ذخایر این گونه ارزشمند کمک شایان توجهی نماید.

References

- Abdoli, A., 1999. The Inland Water Fishes of Iran. Iranian Museum of Nature and Wildlife, Tehran, 378 p. (In Farsi)
- Baranek, V., Dvorak, J., Kalenda, V., Mares, J., Zrustova, J., Spurny, P., 2007. Comparison of two weaning methods of juvenile pikeperch (*Sander lucioperca*) from natural diet to commercial feed. *Ustva Zoologie* 1, 6-13.
- Biswass, S.P., 1993. Manual of methods in fish biology. South Asia Publishers PVT, LYD. New Delhi. 57 p.
- Bodis, M., Kucska, B., Bercsényi, M., 2007. The effect of different diets on the growth and mortality of juvenile pikeperch (*Sander lucioperca*) in the transition from live food to formulated feed. *Aquaculture International* 15, 83-90.
- Cahu, C., Zambonino-Infante, J., 2001. Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. *Aquaculture* 200, 161-180.
- Colesante, R.T., Youmans, N.B., Ziolkoski, B., 1986. Intensive culture of walleye fry with live food and formulated diets. *The Progressive Fish Culturist* 48, 33-37.
- Esquivel, B.M., Esquivel, J.R. Zanibonifilho, E., 1997. Effects of stocking density on growth of channel catfish fingerlings in southern Brazil. *Journal of Applied Aquaculture* 7, 1-6.
- Falahatkar, B., Efatpanah, I., Kestemont, P., 2017. Pikeperch *Sander lucioperca* production in south part of the Caspian Sea: Technical notes. *Aquaculture International* 26, 391-401.
- Hamza, N., Mhetli, M., Kestemont, P., 2007. Effects of weaning age and diets on ontogeny of digestive activities and structures of pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae. *Fish Physiology and Biochemistry* 33, 121-133.
- Hilge, V., Steffens, W., 1996. Aquaculture of fry and fingerling of pikeperch (*Stizostedion lucioperca* L.). *Journal of Applied Ichthyology* 12, 167-170.
- Houde, E.D., 1987. Fish early life dynamics and recruitment variability. *American Fisheries Society Symposium* 2, 17-29.
- Herzing, A., 1987. The analysis of planktonic population: a plea for long term investigation. *Hydrobiologia* 147, 163-180.
- Kestemont, P., Melard, C., Fiogbe, E., Vlavourou, R., Masson, G., 1996. Nutritional and animal husbandry aspect of rearing early stages of Eurasian perch *Perca fluviatilis*. *Journal of Applied Ichthyology*, 12, 157-165.
- Kestemont, P., Melard, C., 2000. Aquaculture, In: Craig, J.F. (Ed.). *Percid Fishes; Systematics, Ecology and Exploitation*. Blackwell Science, Oxford. pp: 191-224.
- Kestemont, P., Xueliang, X., Hamza, N., Maboudou, J., Toko, I.L., 2007. Effect of weaning age and diet on pikeperch larviculture. *Aquaculture* 264, 197-204.
- Koed, A., Mejlhede, P., Balleby, K., Aarestrup, K., 2000. Annual movement and migration of adult pikeperch in a lowland river. *Journal of Fish Biology* 57, 266-279.
- Kolkovski, S., Dabrowski, K., Yackeyu, C., 1997. Larval rearing of yellow perch, *Perca flavescens* spawned out of the season. In: Creswell, L., Harache, Y. (Eds.). *Island Aquaculture and Tropical Aquaculture*. European Aquaculture Society, Oostende, Belgium, pp: 335-336.
- Rasooli, A., Rahimibashar, M.R., Falahatkar, B., 2014. Effects reciprocal of density and food regime in pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae culture. *Journal of Aquaculture Development* 3, 53-63. (In Farsi)
- Schlumpberger, W., Schmidt, K., 1980. Vorläufiger Stand der Technologie zur Aufzucht von vorgestreckten Zandern, (*Stizostedion lucioperca* L.). *Z Binnenfischerei DDR*, 27, 284-286. (In German)
- Sourina, A., 1978. *Phytoplankton manual*. United Nations Educational, Scientific & Culture Organization. 337 p.
- Steffens, W., Geldhauser, F., Gerstner, P., Hilge, V., 1996. German experiences in the propagation and rearing of fingerling pike perch (*Stizostedion lucioperca*). Finnish Zoological and Botanical Publishing Board. *Fennici* 33, 627-634.
- Tsqliolikin, S.J., 1995. Key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent land. pp: 34-37.

- Wallace, R.L., Snell, T.W., Ricci, C., Nogrady, T., 2006. Rotifera Part 1: Biology, Ecology and Systematics. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Kenobi productions Gent/Backhuys, The Netherlands. 299 p.
- Wang, Y., Hu, M., Wang, W., Cao, L., 2009. Effects on growth and survival of loach (*Misgurnus anguillicaudatus*) larvae when co-fed on live and microparticle diets. *Aquaculture Research* 40, 385-394.