شیلات، مجله منابع طبیعی ایران

دوره ۷۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۷

صفحات ۱۳۹-۱۳۱

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

شاهپور غلامی[۱]، بهرام فلاحتکار[۲]، ایرج عفت‌پناه[۱]، بهمن مکنت خواه[۱]*

۱. کارشناس مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور، سیاهکل، ایران.
۲. استاد گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، 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 یوسف‌پور 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. نمونه‌برداری 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 بچه‌ماهی سوف معمولی شامل روتیفر، دافنی، سیکلوپس و شیرونومید می‌شد. در دوره لاروی، روتیفر و دافنی‌های ریز جزو غذای اصلی آن به‌حساب آمدند. در دومین دوره نمونه‌برداری (روز سی‌ام)، 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 می‌شدند 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 می‌دهد. در هر نمونه‌برداری، شاخص‌های رشد مثل رشد روزانه (GR)، نرخ رشد ویژه (SGR) و ضریب چاقی (CF) اندازه‌گیری 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 می‌توان بیان نمود که غذای زنده با اندازه‌های 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 به‌تدریج 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 می‌تواند به مدیریت بهتر استخرهای پرورش و تولید بچه‌ماهیان سوف با وزن بالاتر در زمان کوتاه‌تر کمک قابل توجهی نماید.

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

* نویسنده مسئول: ایمیل: falahatkar@guilan.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

۱. مقدمه

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 به‌صورت 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، به‌طوری که با تغذیه مناسب و شرایط محیطی مطلوب مشکلاتی از 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، به‌طوری 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 پرواربندی 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 می باشد.

۲. مواد و روش‌ها

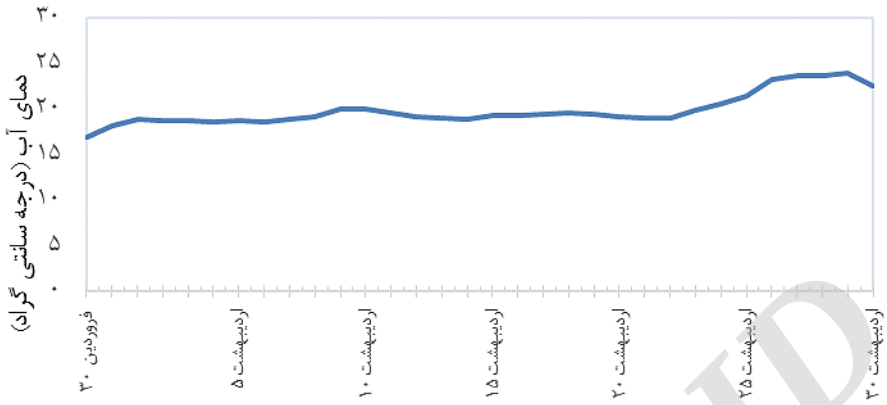
این تحقیق در مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور واقع در ۳۲ کیلومتری جنوب شرقی رشت و در فاصله ۱۲ کیلومتری شهرستان سیاهکل انجام گردید. یک فصل پرورش به مدت ۴۵ روز در استخرهای خاکی این مرکز

Archive of SID

www.SID.ir

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

تاریخ نمونه‌برداری	دمای آب (درجه سانتی‌گراد)	اکسیژن محلول (میلی‌گرم در لیتر)	pH
۹۶/۱/۳۰	۱۵/۲ ± ۱/۸	۸/۷ ± ۰/۳	۷/۹ ± ۰/۳
۹۶/۲/۱۵	۱۹/۰ ± ۰/۲	۸/۸ ± ۰/۲	۸/۱ ± ۰/۴
۹۶/۲/۳۰	۲۱/۲ ± ۳	۷/۷ ± ۰/۱	۷/۷ ± ۰/۵



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

جهت پرورش بچه ماهیان سوف به‌منظور 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 ارگانیسمهای 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 به‌ترتیب 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، به‌طوری 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 پرورش متغیر بود (جدول ۱).

نمونه‌برداری از بچه ماهیان سوف هر ۱۵ روز یک بار با ۳ تکرار و با استفاده از ترال دستی با دهانه ۹۰ × ۱۰۰ سانتی‌متر و چشمه تور با اندازه ۳ میلی‌متر 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:

$$GR\ (mg/day) = (Wf - Wi)/T$$
$$SGR\ (\%\ /\ day) = 100\times[(Ln\ Wf - Ln\ Wi)/T]$$
$$CF = 100 \times (W/L^3)$$

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

Archive of SID

www.SID.ir

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

تاریخ نمونه‌برداری	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

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

برای تعیین طعمه‌های اصلی، فرعی و اتفاقی از فرمول $F_P = \frac{NP}{NI} \times 100$ استفاده شد (Biswass, 1993)، به‌طوری که F_P فراوانی طعمه، NP تعداد معده‌های پر که دارای طعمه مورد نظر باشند و NI تعداد معده‌های مورد بررسی می‌باشند که اگر ٪۵۰ < F_P باشد طعمه اصلی، اگر ٪۵۰ > F_P > ٪۱۰ باشد طعمه فرعی و اگر ٪۱۰ > F_P باشد طعمه اتفاقی محسوب می‌شود. جهت بررسی اطلاعات به‌دست آمده از محتویات دستگاه گوارش بچه‌ماهیان، شاخص شدت تغذیه (IF) محاسبه شد (Esquivel *et al*., 1997).

$$IF = \frac{\text{وزن توده غذایی معده و روده ماهی (گرم یا میلی گرم)}}{\text{وزن ماهی (گرم یا میلی گرم)}} \times ۱۰۰۰۰$$

کلیه داده‌های جمع آوری شده با استفاده از نرم-افزار Excel پردازش گردیدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار 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 نمونه‌برداری (با میانگین وزن ۴۵۶±۱۰ میلی‌گرم) روتیفر و دافنی از غذاهای اصلی و ناپلیوس سیکلوپس از غذای فرعی صرف شده بودند. در سومین دوره نمونه‌برداری (با میانگین وزن ۱۰۲۲±۴۵ میلی‌گرم) دافنی، سیکلوپس و شیرونومید جزو غذاهای اصلی محسوب می‌شدند 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 محسوسی در میزان آن مشاهده نشد (جدول ۲).

میانگین بیوماس ارگانیسم‌های غذایی در استخرهای مورد مطالعه از ابتدای دوره پرورش تا انتهای آن سیر نزولی را طی می‌کرد به‌طوری که بالاترین میزان آن برابر با ۵۱/۵±۲/۵ گرم در متر مکعب در نمونه‌برداری اول و کمترین میزان آن برابر با ۲۰/۳±۱/۹ گرم در متر مکعب در نمونه‌برداری 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 زیست‌سنجی میانگین وزن ماهی ۱۹۵±۴ میلی‌گرم و میانگین طول ۲/۵±۰/۲۱ سانتی‌متر و در انتهای دوره میانگین وزن ماهی ۱۰۲۲±۴۵ میلی‌گرم و میانگین طول ۵±۰/۵۸ سانتی‌متر بود. رشد روزانه با افزایش اندازه و وزن بچه ماهیان در طول دوره پرورش افزایش چشمگیری داشت. میانگین رشد روزانه در اولین نمونه‌برداری ۱۲/۹۳±۱۲ میلی‌گرم در روز و در سومین نمونه‌برداری

Archive of SID

www.SID.ir

۳۷/۷۳±۲۳ میلی‌گرم در روز بود. نرخ رشد ویژه در زیست‌سنجی اول بالاترین مقدار (۰/۱۷±۳۵/۱۵ درصد در روز) و به‌مرور زمان در پایان دوره پرورش به کمترین مقدار (۰/۲۹±۵/۳۸ درصد در روز) رسید (جدول ۳). ضریب چاقی در ماهیان ریز در نمونه‌برداری اول (مورخ ۹۵/۱/۱۵) بالاترین مقدار و معادل ۰/۴۱±۱/۲۵ بود و در نمونه‌برداری سوم به میزان ۰/۱۲±۰/۸۲ رسید.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که روتیفر غذای اصلی دوره لاروی ماهی سوف معمولی محسوب می‌شود. روتیفرها از کوچکترین متازورهای جانوری هستند که نقش بسیار مهمی در زنجیره های غذایی دارند. آن‌ها در تغذیه لارو ماهیان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (Herzing, 1987; Wallace *et al.*, 2006) و به‌عنوان یکی از غذاهای زنده مهم در تغذیه لاروی بکار می‌روند. غذاهای زنده باعث افزایش رشد، بقای بالاتر و القای آنزیم های خارجی برای گوارش می‌شوند (Cahu and Zambonino Infante, 2001). آنزیم-هایی که در غذای زنده وجود دارد، حمایت‌کننده فعالیت‌های گوارشی در دستگاه ناقص لارو است و استفاده از غذای زنده در تغذیه باعث افزایش شاخصهای رشد می‌گردد. کارآیی بالاتر غذای زنده برای لارو ماهی سوف به وجود آنزیم‌های گوارشی در غذای زنده نسبت داده شده که به فرآیند گوارش غذا کمک می‌کند. غذاهای زنده همچنین باعث تکمیل آنزیم‌های خارجی برای گوارش یا حضور فعالیت‌های پیش آنزیمی در روده لارو می‌گردند. پرورش لارو ماهی سوف بر پایه غذاهای زنده (ناپلی آرتمیا و یا زئوپلانکتون‌های آب‌شیرین) دارای مشکل مهمی نمی-باشد (Schlumpberge *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 می‌باشد (Wang *et al.*, 2009). غذاهای اصلی بچه‌ماهیان با میانگین وزن ۴۵۶ میلی گرم، روتیفر و دافنی بوده که در این مرحله ناپلیوس سیکلوپس از غذای فرعی مورد مصرف این بچه‌ماهی بوده است. در آخرین دوره پرورش با میانگین وزن ۱۰۲۲ میلی‌گرم مشاهده گردید که دافنی، سیکلوپس 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، می‌توان 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 می‌شود و وزن و رشد را در ماهیان افزایش می‌دهد. Bodis و همکاران (۲۰۰۷)، سه منبع غذای زنده شیرونومید، توبیفکس و دافنی را به‌عنوان مکمل برای عادت‌دهی به غذای کنسانتره در بچه‌ماهیان سوف که پس از تفریخ، ۵ هفته را در استخرهای نوزادگاهی گذرانده بودند، استفاده کردند که به‌ترتیب بیشترین ضریب رشد به‌دست آمده مربوط به تیمار شیرونومید، توبیفکس، پلت و دافنی بوده است. آن‌ها 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 نمونه‌برداری دوم زمانی که وزن بچه ماهی به ۴۵۶ میلی‌گرم رسیده یک سیر صعودی داشته و بعد از زیست‌سنجی دوم کاهش محسوسی در IF در انتهای دوره پرورش مشاهده شد. با توجه به میزان پر و خالی بودن روده در ماهیان می‌توان به این نتیجه رسید که هر چه میزان IF بیشتر باشد، نشان‌دهنده تغذیه خوب در لارو و بچه‌ماهیان 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 به‌طوری 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 می‌رسد افزایش یا کاهش IF می‌تواند با افزایش یا کاهش توده زنده در استخرهای مورد مطالعه در طول دوره پرورش مرتبط باشد. بنابراین می‌توان 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

Archive of SID

www.SID.ir

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. به‌طور 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 طرخان *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 به‌نظر 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 مقدار و در پایان دوره پرورش کمترین مقدار را نشان داد. به‌طور کلی نرخ رشد ویژه و ضریب چاقی در زیست‌سنجی اول نسبت به سایر زیست‌سنجی ها 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 ارگانیسم‌های 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 هم زمان 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 می باشد و

Archive of SID

www.SID.ir

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 بازسازی ذخایر این گونه ارزشمند کمک شایان توجهی نماید.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری بی‌دریغ معاونت پژوهشی دانشگاه گیلان و کارکنان محترم مرکز بازسازی 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.

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., Vlavonou, 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.I., 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. Vorlaufiger 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.

Tsqlolikin, S.J., 1995. Key to freshwater invertebrates of Russia and adjacent land. pp: 34-37.

Archive of SID

www.SID.ir

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.

Archive of SID

www.SID.ir