

ملاحظات کاربردی در تکثیر و پرورش ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*)

کامیار جاوید رحم‌دل، بهرام فلاحتکار*

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

تاریخ پذیرش: آبان ۱۴۰۰

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۹

چکیده

ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) گونه‌ای ارزشمند با ویژگی‌های مطلوب نظیر رشد سریع و گوشت خوش‌طعم است که آن را برای اهداف آبی‌پروری بسیار مناسب ساخته است و در نتیجه طی ۲ دهه اخیر پرورش آن در بسیاری از کشورهای جهان آغاز شده است. این گونه، بومی حوضه آبریز جنوبی دریای خزر در ایران بوده و ارزش اقتصادی بسیار بالایی در این منطقه دارد، اما متأسفانه صید بی‌رویه و تخریب زیستگاه‌ها منجر به تحلیل رفتن ذخایر طبیعی آن شده است. بنابراین، سازمان شیلات ایران از سال ۱۳۶۸، بازسازی ذخایر این ماهی را آغاز کرده است. همچنین، معرفی این گونه با هدف آبی‌پروری در سیستم‌های پرورشی مختلف شامل استخرهای خاکی، حوضچه‌ها، قفس‌ها و تاسیسات مدار بسته بسیار حائز اهمیت است. تکثیر نیمه‌طبیعی سوف سفید در ایران پیشرفت قابل توجهی داشته است، اما با توجه به اهمیت اقتصادی بالای سوف سفید، به نظر می‌رسد دستیابی به زی‌فن تکثیر مصنوعی و پرورش و همچنین تعیین نیازمندی‌های محیطی و تغذیه‌ای این ماهی نیز بسیار مهم است، چراکه می‌تواند به توفیق بیشتر در احیای ذخایر طبیعی و رشد آبی‌پروری این گونه ارزشمند در آینده منجر شود. بنابراین در مقاله حاضر تلاش شده است تا روش‌های تکثیر و پرورش ماهی سوف سفید مورد بررسی قرار گیرد.

کلمات کلیدی: تکثیر، دریای خزر، زی‌فن، سوف معمولی.

* نویسنده مسئول: falahatkar@guilan.ac.ir

مقدمه

ماهی سوف سفید یکی از گونه‌های خانواده سوف‌ماهیان است که بومی حوضه آبریز جنوبی دریای خزر بوده و ذخایر طبیعی آن در ایران وجود دارد (Falahatkar et al., 2018). این گونه پیشتر با نام علمی *Stezostedion lucioperca* شناخته می‌شد، اما در حال حاضر با نام علمی *Sander lucioperca* نامیده می‌شود (Kestemont et al., 2007). این ماهی سرعت رشد بالا و طعم و کیفیت گوشت بسیار مطلوبی دارد که سبب شده است در حال حاضر توجه زیادی به آبریز پروری این گونه در برخی کشورها وجود داشته باشد (FAO, 2021). در ایران نیز به دلیل افت چشمگیر میزان صید این ماهی در سال‌های اخیر و در معرض خطر قرار گرفتن، سازمان شیلات ایران از سال ۱۳۶۸ با تاسیس مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور سیاهکل در استان گیلان و با رهاسازی

میلیون‌ها قطعه بچه‌ماهی انگشت‌قد سوف سفید به رودخانه‌ها و تالاب‌های حوضه آبریز دریای خزر، در راستای بازسازی ذخایر این گونه با ارزش تلاش می‌کند. در ابتدای برنامه بازسازی ذخایر ماهی سوف سفید در ایران در سال ۱۳۶۸، میزان رهاسازی بچه‌ماهیان انگشت‌قد سوف سفید به پیکره‌های آبی طبیعی در حدود ۱۱۸۰۰۰ قطعه در سال بود که با تمهیدات و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده توسط سازمان شیلات ایران، این رقم افزایش چشمگیری یافته و به ۶۲۳۰۵۰۰ قطعه در سال ۱۴۰۰ رسیده است. جدول ۱ آمار رهاسازی بچه‌ماهیان انگشت‌قد سوف سفید به پیکره‌های آبی حوضه آبریز دریای خزر، توسط سازمان شیلات ایران با هدف بازسازی ذخایر طبیعی این گونه را در بازه زمانی ۱۳۹۹-۱۳۶۸ نشان می‌دهد (عفت‌پناه کمایی و فلاحتکار، ۱۳۹۹).

جدول ۱: آمار رهاسازی بچه‌ماهیان انگشت‌قد سوف سفید (*Sander lucioperca*) به پیکره‌های آبی مرتبط با حوضه آبریز دریای خزر توسط سازمان شیلات ایران در سه دهه فعالیت (عفت‌پناه کمایی و فلاحتکار، ۱۳۹۹)

سال	تعداد	سال	تعداد	سال	تعداد	سال	تعداد
۱۳۶۸	۱۱۸۰۰۰	۱۳۷۶	۳۸۵۰۰۰۰	۱۳۸۴	۱۰۲۱۶۷۴۱	۱۳۹۲	۵۹۳۰۰۰
۱۳۶۹	۱۶۳۰۰۰۰	۱۳۷۷	۳۶۰۰۰۰۰	۱۳۸۵	۹۶۰۱۸۰۰	۱۳۹۳	۱۴۰۳۳۵۰۰
۱۳۷۰	۲۴۰۰۰۰۰	۱۳۷۸	۴۲۰۰۰۰۰	۱۳۸۶	۱۱۵۷۴۲۰۵	۱۳۹۴	۱۲۳۶۷۵۰۰
۱۳۷۱	۱۱۶۰۰۰۰	۱۳۷۹	۳۹۰۰۰۰۰	۱۳۸۷	۱۵۴۴۱۶۲۰	۱۳۹۵	۱۳۸۴۱۰۱۰
۱۳۷۲	۱۸۰۰۰۰۰	۱۳۸۰	۵۲۷۰۰۰۰	۱۳۸۸	۱۵۳۳۹۸۴۵	۱۳۹۶	۲۸۳۵۵۰۰
۱۳۷۳	۲۸۰۰۰۰۰	۱۳۸۱	۵۱۳۰۰۰۰	۱۳۸۹	۱۴۰۴۴۲۲۲	۱۳۹۷	۳۰۷۳۰۰۰
۱۳۷۴	۲۲۶۰۰۰۰	۱۳۸۲	۶۶۰۰۰۰۰	۱۳۹۰	۱۴۹۷۰۴۵۰	۱۳۹۸	۳۲۲۳۰۰۰
۱۳۷۵	۲۴۰۰۰۰۰	۱۳۸۳	۴۳۰۰۰۰۰	۱۳۹۱	۱۶۰۱۴۲۵۰	۱۳۹۹	۴۵۵۹۶۵۰

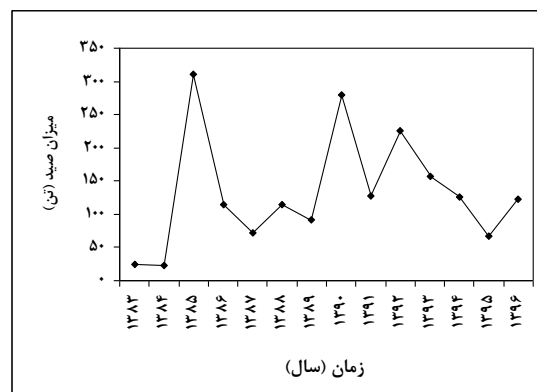
۵ سانتی‌متر به رژیم غذایی ماهیخواری روی می‌آورند و قادرند به ماهیانی با طول کل یک‌پنجم خود یا کوچک‌تر حمله کنند (Paradis *et al.*, 2006). در نتیجه در ماهی‌دار کردن استخرهای خاکی با بچه‌ماهیان سوف سفید باید دقت شود تا کیپورماهیان که گونه اصلی پرورشی هستند اندازه بزرگ‌تری نسبت به سوف سفید داشته باشند (خوال، ۱۳۸۶). با توجه به ارزش اقتصادی بالای این ماهی، شناخت نیازمندی‌های غذایی و دستیابی به زی‌فن تکثیر و پرورش آن در محیط اسارت می‌تواند به گسترش آبی‌پروری این گونه ارزشمند در کشورمان منجر شود. نظر به اهمیت معرفی گونه‌های جدید جهت آبی‌پروری و مطالعات انجام شده در کشور بر روی گونه سوف سفید، در مقاله حاضر مروری اجمالی بر تکنیک‌های تکثیر و پرورش این گونه انجام شده است.

زیست‌شناسی ماهی سوف سفید

ماهی سوف سفید بدنی کشیده و فشرده شده از دو پهلو دارد. طول بدن اغلب بین ۴۰ تا ۸۰ سانتی‌متر متغیر بوده و نمونه‌های صید شده در ایران میانگین وزنی ۳۳۳ گرم دارند (Abdolmalaki and Psuty, 2007). بچه‌ماهیان نوری زئوپلانکتون‌خوار هستند، سپس به شکار بی‌مهرگان کفزی مانند لارو شیرونومیده و گاماروس پرداخته و در نهایت ماهیان جوان و بالغین به ماهیخواری روی می‌آورند (Paradis *et al.*, 2006). سوف سفید عمدتاً در آب شیرین و رودخانه‌ها و دریاچه‌ها زندگی می‌کند، اما امکان زندگی در مناطق مصبی و آب‌های لب‌شور را دارد. حوضه آبریز دریای خزر و دریاچه پشت سد ارس زیستگاه‌های عمده سوف سفید در ایران هستند (Falahatkar *et al.*, 2018).

سوف سفید سالی یک بار در فصل بهار تولیدمثل کرده و نمو تخمدان در اعضای بالغ یک گله همزمان اتفاق می‌افتد (Lappalainen *et al.*, 2003). کسب آمادگی تولیدمثلی مستلزم تحمل دوره سرما بوده و بیشترین کارایی تولیدمثلی در دمای ۱۶-۸ درجه سانتی‌گراد دیده می‌شود (Hermelink *et al.*, 2011). معمولاً مولدین نر در ۳-۲

آسیب به ذخایر طبیعی ماهی سوف سفید در اثر صید بی‌رویه و تخریب زیستگاه‌ها موجب شد تا میزان صید این ماهی در پهنه جنوبی دریای خزر در دهه شصت هجری شمسی به حدود ۵ تن تقلیل یابد (Falahatkar *et al.*, 2018). فعالیت‌های سازمان شیلات ایران در زمینه احیای ذخایر طبیعی ماهی سوف سفید موجب افزایش چشمگیر میزان صید این ماهی در منطقه جنوبی دریای خزر شده است که علیرغم نوسانات موجود در برخی سال‌ها، در مجموع رشد قابل توجهی را نسبت به سال‌های دهه ۶۰ نشان می‌دهد (شکل ۱) (عفت‌پناه کمایی و فلاحتکار، ۱۳۹۹).



شکل ۱: نمودار صید ماهی سوف سفید (Sander lucioperca) در منطقه جنوبی دریای خزر در بازه زمانی ۱۳۸۳-۱۳۹۶ (عفت‌پناه کمایی و فلاحتکار، ۱۳۹۹)

ماهی سوف سفید در برخی کشورهای جهان نظیر جمهوری چک، لهستان، مجارستان، رومانی، اوکراین، دانمارک، هلند و تونس به‌صورت گسترده پرورش داده شده و ارزش اقتصادی فراوانی دارد (FAO, 2021). با این وجود در حال حاضر، پرورش این ماهی در ابعاد تجاری در کشورمان انجام نمی‌شود، اما برخی پرورش‌دهندگان کیپورماهیان، با معرفی تعدادی بچه‌ماهی سوف سفید به استخرهای خود، اقدام به مبارزه زیستی با ماهیان هرز می‌کنند (Falahatkar *et al.*, 2018). باید توجه داشت که سوف‌های سفید جوان خیلی زود و در طول کل بالای

سفيد در محيط اسارت پيشنهاده شده است. در تکثير طبيعي، فرايند جفتگيري طبيعي توسط ماهيان مولد در محيط کنترل شده استخرهاي خاكي انجام شده و تزريق هورمون انجام نمي‌شود. اين روش، مستلزم قرار دادن لانه‌هايي براي تخمريزي مولدين است. ابعاد اين لانه‌ها ۵۰ × ۵۰ سانتی‌متر بوده و جنس آن‌ها معمولا از چمن مصنوعي يا شاخ و برگ و ريشه درختان مختلف است (Falahatkar et al., 2021). تکثير نيمه‌طبيعي مشابه تکثير طبيعي است، اما تزريق هورمون نيز با هدف افزايش بازده توليدمثلي انجام مي‌شود (جدول ۲). براي تزريق هورمون، توزين و تفکيک مولدين نر و ماده حائز اهميت است. نشانه رسيدگي جنسي مولدين ماده، تورم شکم به علت تجمع تخمک‌ها و التهاب و قرمزي ناحيه تناسلي و در نرها باريکي بدن و سياليت اسپرم است (Fontaine et al., 2015). در تکثير مصنوعي، پس از تزريق هورمون، تخمک و اسپرم به‌صورت دستی استحصال و به روش خشک لقاح داده مي‌شوند. به ازاي هر ۱۰۰ گرم تخمک، ۲ ميلي‌ليتر اسپرم اضافه شده و به‌وسيله قاشق پلاستيکي به هم زده مي‌شود. سپس مقدار اندکي آب براي فعال کردن اسپرم‌ها به توده تخم افزوده مي‌شود. براي رفع چسبندگي تخم‌ها از محلول لقاح کارباميد با ترکيب ۴۰ گرم نمک و ۳۰ گرم اوره در ۱۰ ليتر آب (گلمرادي‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱) يا تاننيک اسيد به ميزان ۱۰-۵ گرم در ۱۰ ليتر آب (۱۰۰۰-۵۰۰ قسمت در ميليون) استفاده مي‌شود (Demska-Zakęs et al., 2005).

سالگي و ماده‌ها در ۳-۴ سالگي بالغ مي‌شوند (Feiner and Höök, 2015). همآوري نسبي در مولدين ماده سوف سفيد ۱۵۰-۴۰۰ تخم به ازاي هر گرم وزن بدن بوده و حداکثر همآوري مطلق نيز ۲/۵ ميليون تخم به ازاي هر مولد ماده است (Lappalainen et al., 2003). اندازه تخم‌هاي سوف سفيد پيش از لقاح در حدود ۱/۴-۰/۵ ميلي‌متر و پس از لقاح و آبکشي در حدود ۱/۴-۱/۲۶ ميلي‌متر است (Damska-Zakęs et al., 2005). حجم مني سوف سفيد کمتر از ۱ ميلي‌ليتر است و اين ماهي اسپرم‌هاي ريزي دارد (جاوید رحم‌دل و فلاحتکار، ۱۳۹۹ الف). سوف سفيد مهاجرت توليدمثلي به بالادست رودخانه‌ها انجام داده و با مواد طبيعي موجود در بستر رودخانه مانند شن و سنگريزه لانه‌سازي مي‌کند (Lappalainen et al., 2003). پس از جفتگيري و لقاح، ماده‌ها محل تخمريزي را ترک مي‌کنند، اما نرها تا زمان تفريخ تخم‌ها در محل مانده و از لانه محافظت مي‌کنند (Hermelink et al., 2011). تخم‌هاي لقاح‌يافته سوف سفيد چسبندگي شديدي دارند که از پراکندگي آن‌ها جلوگيري کرده و نرخ بقا را افزايش مي‌دهد. بهترين دما براي انکوباسيون تخم‌هاي سوف سفيد در طبيعت ۲۰-۱۱/۵ درجه سانتی‌گراد است که در اين محدوده دمائي فرايند انکوباسيون تخم‌ها ۱۳-۹ روز طول مي‌کشد (فلاحتکار و جاوید رحم‌دل، ۱۴۰۰).

تکثير ماهي سوف سفيد در محيط اسارت

سه روش تکثير طبيعي در استخرهاي تحت کنترل، تکثير نيمه‌طبيعي و تکثير مصنوعي جهت توليدمثل ماهي سوف

جدول ۲: دوز پیشنهادی و نحوه کاربرد هورمون‌های مختلف برای حصول حداکثر نرخ رسیدگی جنسی در مولدین ماده سوف سفید (*Sander lucioperca*)

منبع	زمان رسیدگی (ساعت-درجه)	نرخ رسیدگی جنسی (%)	فاصله تزریقات (ساعت)	تعداد تزریقات	دوز مورد استفاده (به ازای هر کیلوگرم وزن بدن مولد ماده)	عامل هورمونی
Zakeš and Demska-Zakeš, 2005	۱۱۱۶/۵	۱۰۰	۲۴	۲	۲۰۰ واحد بین‌المللی برای مرحله اول و ۵۰۰ واحد بین‌المللی برای مرحله دوم	HCG
Rónyai, 2007	۱۴۸۸-۱۵۸۴	۱۰۰	۲۴	۲	۳ میلی‌گرم برای مرحله اول و ۳ میلی‌گرم برای مرحله دوم	عصاره هیپوفیز کیپور
Falahatkar <i>et al.</i> , 2009	-	-	۴۸	۲	۳/۵ میکروگرم برای مرحله اول و ۱۰ میکروگرم برای مرحله دوم	LHRHa2
Křište'an <i>et al.</i> , 2013	۲۱۳۹	۱۰۰	-	۱	۲۵ میکروگرم	mGnRHa

HCG برای مولدین نر انجام می‌شود. در صورت افزایش دمای آب کارگاه تکثیر، امکان تخم‌ریزی مولدین با تزریق هورمون HCG به میزان تنها ۲۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم وزن بدن به‌عنوان دوز اولیه و ۱۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم وزن بدن به‌عنوان دوز قطعی برای ماده‌ها وجود دارد. همچنین در این شرایط، مولدین نر نیازمند تزریق هورمون نیستند. پس از اتمام تخم‌ریزی، لانه‌های حاوی تخم تا زمان تفریح در مخازن جفتگیری باقی می‌مانند (Falahatkar *et al.*, 2010). همچنین تجربیات اجرایی اخیر در مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور سیاهکل، موفقیت استفاده از مخازن آبراهه‌ای را برای تکثیر ماهی سوف سفید نشان داده است. در این روش تکثیر نیمه‌طبیعی، تزریق یک‌مرحله‌ای هورمون HCG به میزان ۲۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم وزن بدن برای ماده‌ها انجام می‌شود، اما نرها به دلیل آمادگی تولیدمثلی بیشتر، تیمار هورمونی دریافت نمی‌کنند. نسبت رهاسازی مولدین ماده به نر در این مخازن آبراهه‌ای نیز ۱:۱/۲ است. به‌نظر می‌رسد جریان مداوم آب در این مخازن و ایجاد

برای تکثیر ماهی سوف سفید در کشورمان از روش نیمه‌طبیعی استفاده می‌شود. مولدین وحشی از دریاچه پشت سد ارس صید و به مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور سیاهکل در استان گیلان منتقل می‌شوند (Falahatkar *et al.*, 2018). این مولدین به‌دلیل بهره‌مندی از غذای طبیعی، کیفیت تخم بالاتری نسبت به مولدین پرورشی دارند (Falahatkar and Poursaeid, 2014). زیرا بهترین ماده غذایی برای تغذیه مولدین سوف سفید، ماهی زنده است (Wang *et al.*, 2009a). در این مرکز، ۲ جفت ماهی مولد با نسبت ۱ نر به ۱ ماده درون حوضچه‌های بتونی مدور با قطر ۱۹۵ سانتی‌متر و عمق ۳۰ سانتی‌متر قرار داده می‌شوند و برای هر جفت یک لانه تخم‌ریزی نیز در نظر گرفته می‌شود. تزریق هورمون HCG در قاعده باله سینه‌ای به میزان ۲۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم وزن بدن به‌عنوان دوز اولیه و ۴۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم وزن بدن به‌عنوان دوز قطعی با فاصله ۴۸ ساعته برای مولدین ماده و تزریق یک مرحله‌ای ۲۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم وزن بدن

باشد، انکوباسیون تخم‌ها درون مخازن بتونی یا استخرهای حاکی و روی بسترهای تخم‌ریزی انجام می‌شود، اما در تکثیر مصنوعی، توده تخم به انکوباتورهای ۸ لیتری ویس منتقل می‌شود (فلاحتکار و جاوید رحمدل، ۱۴۰۰). دمای مناسب انکوباسیون در شرایط کارگاه تکثیر، ۱۸-۱۵ درجه سانتی‌گراد است. طول دوره انکوباسیون در این دما حدوداً ۲-۳ روز است. میانگین وزنی لاروهای تازه تفریخ شده سوف سفید ۰/۷-۰/۶ میلی‌گرم بوده و میانگین طول کل نیز ۱۲-۱۳ میلی‌متر است (Falahatkar et al., 2018).

دوران لاروی و بچه‌ماهی

در صورت استفاده از مخازن بتونی یا فایبرگلاس برای انکوباسیون تخم‌های ریخته شده روی لانه‌های تخم‌ریزی، باید بعد از تفریخ، بسترهای تخم‌ریزی از مخازن خارج شوند تا لاروها فضای بیشتری در اختیار داشته باشند. اگر از انکوباتور ویس برای انکوباسیون تخم‌ها استفاده شده باشد، لاروها پس از تفریخ از انکوباتور خارج و به مخازن پرورش لارو منتقل می‌شوند. هدف نهایی این مرحله از پرورش، تولید بچه‌ماهیان انگشت‌قد است که با هدف بازسازی ذخایر، رهاسازی شده یا جهت پروار بندی پرورش داده می‌شوند. در مراحل ابتدایی پرورش لارو و بچه‌ماهی سوف سفید، از روز پنجم پس از تفریخ که تغذیه خارجی آغاز می‌شود، روتیفر و ناپلی آرمیا به‌عنوان غذای زنده مورد استفاده قرار می‌گیرند (Javid Rahmdel and Falahatkar, 2021). جدول ۳ روند زمانی پیشنهادی را برای تغذیه ماهی سوف سفید نشان می‌دهد (Hamza et al., 2007).

سکوت و آرامشی که در این حوضچه‌ها به‌دلیل دوری از مکان رفت و آمد حاکم است، تاثیر مثبتی بر روند رسیدگی جنسی در ماهیان مولد و تحریک آن‌ها به تولیدمثل داشته باشد. بعد از جفتگیری و تخم‌ریزی مولدین بر روی لانه‌های تعبیه شده در حوضچه، لانه‌ها توسط پرسنل کارگاه به‌صورت دستی از محل تخم‌ریزی برداشته شده و با رعایت احتیاط و پوشاندن به‌وسیله پارچه نظیف نمناک، به مخازن گرد کوچک و با قطر ۱۸۵ سانتی‌متری انتقال می‌یابند تا لاروها خارج شوند (فلاحتکار و جاوید رحمدل، ۱۴۰۰).

برای تکثیر سوف سفید می‌توان از تکنیک خارج از فصل نیز استفاده کرد که مزیت آن امکان‌پذیر شدن تولید بچه‌ماهی در طول سال است که یکی از الزامات توسعه آبی‌پروری متراکم محسوب می‌شود (جاوید رحمدل و فلاحتکار، ۱۳۹۹ ب). تکثیر خارج از فصل مستلزم کنترل رژیم نوری-حرارتی است، بنابراین نگهداری گله مولدین در محیط‌های کنترل شده نظیر سیستم‌های مدار بسته ضرورت دارد (فلاحتکار و همکاران، ۱۳۹۹). عنوان شده است که بهترین دما برای تکثیر خارج از فصل ماهی سوف سفید، دمای ۱۲ درجه سانتی‌گراد است (Müller-Beleke and Zienert, 2008; Hermelink et al., 2011). عامل مهم دیگر در القای تخم‌ریزی خارج از فصل در ماهی سوف سفید، دوره نوری یا فتوپریود است. مطالعات انجام شده عمدتاً کاهش ساعات روشنایی را برای القای رسیدگی جنسی در سوف سفید پیشنهاد می‌کنند (Hermelink et al., 2011).

انتخاب شیوه انکوباسیون تخم‌ها به روش تکثیر بستگی دارد. اگر تکثیر کنترل شده یا نیمه‌طبیعی انجام شده

جدول ۳: روند زمانی پیشنهادی برای تغذیه ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) (Hamza et al., 2007)

زمان شروع تغذیه (روز پس از تفریخ)	آیتم غذایی
۵	روتیفر یا ناپلی آرمیا
۱۵	ترکیب ناپلی آرمیا با غذای فرموله شده
۳۶	غذای فرموله شده

وجود دارد (رسولی کارگر و همکاران، ۱۳۹۳). باید در نظر داشت که با توجه به ارزش غذایی پایین‌تر و همچنین

البته علاوه بر آیتم‌های ذکر شده، تجربیاتی در کشورمان در زمینه استفاده از دافنی برای تغذیه لارو سوف سفید

گشایش دهان و هواگیری کیسه شنا انجام شد و لاروها با شروع تغذیه خارجی به بچه‌ماهی نارس تبدیل شدند، به استخرهای حاکی منتقل می‌شوند. مساحت این استخرها در مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور سیاهکل، ۲-۴ هکتار است. تراکم بهینه برای ذخیره‌سازی بچه‌ماهیان نارس در این استخرها ۳۰۰-۴۰۰ هزار قطعه در هر هکتار است (Falahatkar *et al.*, 2018). برای تغذیه بچه‌ماهیان از ژئوپلانکتون‌های طبیعی موجود در محیط مانند روتیفرها، کلادوسرها و ناپلی پاروپایان استفاده می‌شود (غلامی و همکاران، ۱۳۹۷). این دوره با تولید بچه‌ماهیان انگشت‌قد ۵۰ روزه سوف سفید با معدل وزنی ۱-۱/۱ گرم و میانگین طول کل ۴/۸-۵/۳ سانتی‌متر خاتمه می‌یابد (Falahatkar *et al.*, 2018). بچه‌ماهیان انگشت‌قد تولید شده یا برای بازسازی ذخایر طبیعی به پیکره‌های آبی رهاسازی شده و یا برای پروراندی پرورش داده می‌شوند.

پروراندی

پروراندی سوف سفید با پرورش بچه‌ماهی انگشت‌قد ۱-۲ گرمی شروع و با تولید ماهی ۳۰۰-۱۰۰ گرمی تمام می‌شود (Policar *et al.*, 2015) که حداقل وزن بازاری بوده، اما با توجه به ذائقه مصرف‌کنندگان در کشور ما، رساندن ماهی به اوزان بالاتر توصیه می‌شود. این ماهی را می‌توان در استخر حاکی، قفس و یا سیستم مدار بسته پرورش داد. در پرورش سوف سفید در استخرهای حاکی، تغذیه ماهیان عمدتاً وابسته به طعمه‌های طبیعی موجود در استخر است، در نتیجه بازده تولید این سیستم‌ها پایین و دوره پرورش طولانی است. برخی پرورش‌دهندگان کپورماهیان در کشورمان با رهاسازی بچه‌ماهیان سوف سفید به استخرهای خود اقدام به مبارزه بیولوژیک با ماهیان هرز می‌کنند و به‌علاوه با فروش ماهی سوف در انتهای دوره مقداری ارزش افزوده نیز تولید می‌شود (Falahatkar *et al.*, 2018). تلاش‌های انجام شده برای پرورش سوف‌ماهیان در قفس در کشورهای اروپایی اغلب با شکست مواجه شده‌اند که دلیل آن برودت آب در

مسهل بودن دافنی، استفاده صرف از این آیتیم غذایی نتایج خوبی نداشته و بهتر است آن را همراه با ناپلی آرتمیا برای تغذیه لاروها مورد استفاده قرار داد تا بدین وسیله در هزینه بالای مصرف ناپلی آرتمیا نیز صرفه‌جویی شود. تدریجاً و با رشد بیشتر لاروها، غذای مصنوعی جایگزین غذای زنده می‌شود. مهم‌ترین مشکل در پرورش سوف سفید، سختی تطابق بچه‌ماهیان به غذای مصنوعی طی دوره تغذیه مختلط است که موجب بروز تلفات قابل توجهی می‌شود (Kucharczyk *et al.*, 2007). به‌منظور تطابق بچه‌ماهیان به غذای دستی باید دوره گذاری در نظر گرفت و طی این دوره گذار از غذای زنده به غذای فرموله شده، بچه‌ماهیان را با ترکیبی از غذای جانوری غیرزنده مانند لارو منجمد شیرونومیده یا کرم توبیفکس خشک شده و غذاهای فرموله شده تجاری آزادماهیان تغذیه کرد. این روش در ایران (ابراهیمی یوسفی و وهاب‌زاده، ۱۳۹۴؛ صیادبورانی و همکاران، ۱۳۹۷) و سایر کشورها (Baránek *et al.*, 2007; Policar *et al.*, 2013) آزموده شده و نتایج بهتری نسبت به جایگزینی یک‌باره غذای زنده با غذای فرموله شده دربردارد. دوره تطابق را باید ۱۵ روز پس از تفریح آغاز کرد و حداقل ۸-۷ روز یا بیشتر ادامه داد. سپس می‌توان تنها از غذای فرموله شده برای تغذیه بچه‌ماهیان استفاده کرد (Javid Rahmdel and Falahatkar, 2021).

رفتار هم‌نوع‌خواری سوف سفید مشکلات فراوانی در محیط پرورش ایجاد می‌کند. مشاهده شده است که هم‌نوع‌خواری در تراکم‌های پایین‌تر بیشتر است و بالا بردن تراکم می‌تواند این رفتار تهاجمی را مهار کند (Baras *et al.*, 2003). بهترین روش مبارزه با هم‌نوع‌خواری این است که جیره روزانه ماهیان در وعده‌های بیشتر و در تمام واحد پرورش به طور یکنواخت توزیع شود تا تمام بچه‌ماهیان دسترسی کافی به آیتیم‌های غذایی داشته باشند و رشد همسان به دست آید. علاوه بر این، بچه‌ماهیان باید در فواصل زمانی منظم رقبندی شوند. در این صورت ماهیان تفاوت اندازه چندانی نداشته و مجالی برای بروز رفتارهای تهاجمی و هم‌نوع‌خواری نخواهند داشت. پس از ۴-۶ روز که کیسه زرده جذب شد،

۱۲۵ تن در سال ۱۳۹۹ رسیده است که افزایشی حدوداً ۵ برابری را نشان می‌دهد (عفت‌پناه کمایی و فلاحتکار، ۱۳۹۹). یافته‌های اخیر در خصوص مولدسازی این ماهی نشان از به بلوغ رسیدن در دو سالگی و امکان تکثیر در محیط اسارت می‌باشد (یافته‌های منتشر نشده).

تغذیه و رژیم غذایی

متاسفانه تاکنون پژوهش‌های اندکی برای تعیین سطح نیازمندی سوف سفید به انواع مواد مغذی انجام شده است. یکی از بهترین تلاش‌ها در این زمینه توسط شرکت تولید غذای آبزیان Biomar در کشور دانمارک انجام شده است (جدول ۴). اعداد ارائه شده در جدول ۴ مربوط به مراحل مختلف زندگی ماهی سوف سفید است. به موازات افزایش سن، از سطح نیازمندی به پروتئین کاسته شده و به میزان نیازمندی به چربی افزوده می‌شود، به طوری که حداقل سطح پروتئین خام مورد نیاز در جیره ماهی سوف سفید بالغ ۴۳ درصد بوده (Nyina-Wamwiza et al., 2005) و همچنین سطح چربی خام مورد نیاز در این مرحله تا ۱۷ درصد افزایش می‌یابد (Schulz et al., 2007). تعداد بهینه دفعات غذایی در مراحل اولیه ۸ بار در روز است، اما در انتهای دوره پرورش در سیستم‌های مداربسته، به روزی ۳ وعده با فاصله زمانی منظم کاهش می‌یابد (Wang et al., 2009b). دو روش برای تعیین ریتم غذایی وجود دارد. روش اول تغذیه با ریتم ثابت و بر اساس وزن بدن و دمای آب است. در این روش، درصد غذایی در مراحل ابتدایی زندگی و در دمای مطلوب برای رشد ماهی که در حدود ۲۵-۲۳ درجه سانتی‌گراد است، روزانه ۱۰ درصد وزن بدن بوده و در پایان دوره پروراندی به روزانه ۵ درصد وزن بدن کاهش می‌یابد. روش دوم نیز غذایی بر اساس اشتها و تا مرحله سیری است (Schulz et al., 2007).

منطقه اروپای شمالی، نرخ رشد پایین سوف‌ماهیان در سرما و هزینه‌های بالای پرورش ماهی در قفس است. در نتیجه استفاده از این روش در پرورش سوف‌ماهیان منسوخ شده است. البته با توجه به شرایط آب و هوایی متفاوت ایران نسبت به کشورهای اروپایی، ممکن است پرورش سوف سفید در قفس در کشورمان با موفقیت همراه باشد و در حال حاضر نیز ماهی سوف سفید به عنوان یکی از گونه‌های منتخب پرورش در قفس در دریای خزر شناخته می‌شود (فلاحتکار و جاوید رحمدل، ۱۴۰۰). سیستم مداربسته بیشترین سهم را در پرورش سوف سفید دارد. این شیوه پرورش دارای مزایایی از قبیل مصرف بهینه آب و امکان کنترل پارامترهای محیطی است که امکان پرورش ماهی و عرضه مستمر محصول به بازار را در تمام طول سال فراهم می‌کند. میزان تولید ماهی سوف سفید در سیستم مداربسته به ۶۰-۷۰ کیلوگرم در مترمکعب در هر فصل پرورش می‌رسد (Policar et al., 2015). شرایط محیطی مناسب برای پرورش ماهی سوف سفید شامل دمای آب، ۲۲-۲۴ درجه سانتی‌گراد، نرخ اشباعیت آب از اکسیژن، ۷۲-۶۰ درصد، آمونیاک محلول در آب کمتر از ۰/۰۰۲ میلی‌گرم در لیتر، نیتريت محلول در آب کمتر از ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر و شدت نور در محدوده ۱۱۰۰-۲۰۰ لوکس است (Steenfeldt, 2015).

در حال حاضر توجه چندانی به پرورش این گونه در کشورمان نشده و فعالیت‌های انجام شده عمدتاً به تکثیر نیمه‌طبیعی و بازسازی ذخایر معطوف است. تعداد رهاسازی بچه‌ماهیان سوف سفید به پیکره‌های آبی طبیعی از ۱۱۸۰۰۰ قطعه در سال ۱۳۶۸ که برنامه بازسازی ذخایر این ماهی توسط سازمان شیلات ایران آغاز شد، به ۶۲۳۰۵۰۰ قطعه در سال ۱۴۰۰ رسیده است. این تلاش‌ها نتایج ملموسی در احیای ذخایر طبیعی سوف سفید در دریای خزر داشته است، به طوری که میزان صید ماهی سوف سفید از کمتر از ۲۵ تن در سال ۱۳۸۳ به حدود

جدول ۴- محدوده تقریبی نیازمندی‌های غذایی سوف سفید (*Sander lucioperca*) (Biomar, 2021)

سطح نیازمندی در مراحل مختلف پرورش			
شاخص	آغازین	پیش‌پروری	پروری
پروتئین خام (%)	۵۵	۵۴	۴۸
چربی خام (%)	۱۵	۱۸	۱۵
عصاره عاری از ازت (%)	۱۳	۱۲	۲۱
فیبر خام (%)	۰/۹	۰/۹	۲
خاکستر (%)	۸/۳	۱۰	۷/۷
فسفر (%)	۱/۲	۱/۶	۱
انرژی ناخالص (مگاژول/کیلوگرم)	۲۱/۱	۲۱/۸	۲۱/۳
انرژی قابل هضم (مگاژول/کیلوگرم)	۱۸/۴	۱۸/۷	۱۷/۶

سبب شود. بروز این بیماری با کاهش شدید دمای آب ارتباط داشته و بهبود شرایط محیطی و مصرف خوراکی آنتی‌بیوتیک می‌تواند بیماری را کنترل کند. *Flavobacterium columnare* عامل بیماری کلومناریس است. مهم‌ترین عارضه این بیماری، نکروز تیغه‌های آبششی ماهی و در نتیجه کاهش کارایی تنفسی است. برای درمان این بیماری کاربرد همزمان مواد شیمیایی ضد عفونی‌کننده مانند پرمنگنات پتاسیم و سولفات مس با آنتی‌بیوتیک توصیه شده است. *Aeromonas sp.* مهم‌ترین باکتری‌های بیماری‌زا در سوف سفید هستند. علائم عفونت‌های آئروموناسی شامل نکروز باله دم و جراحت روی پهلوها است. صرف حضور باکتری‌های جنس آئروموناس در محیط، منجر به بروز بیماری نمی‌شود و وجود عوامل استرس‌زا مانند مواد آلی و تنش‌های حرارتی برای بیماری‌زایی این باکتری‌ها ضروری است (Rodger and Phelps, 2015).

بیماری‌های ویروسی عموماً قابل درمان نبوده و اصل پیشگیری اهمیت بالایی در کنترل این بیماری‌ها دارد. *Ranavirus* عامل مسبب بیماری همه‌گیری نکروزی بافت‌های خون‌ساز (EHN) است. علائم این بیماری شامل جراحات نکروتیک در اندام‌های داخلی، سستی، ضعف و شنای مارپیچی است. تاکنون واکسن یا درمانی برای این بیماری شناسایی نشده است. بیماری سپتی‌سمی ویروسی بافت‌های خون‌ساز (VHS) توسط *Rhabdovirus* ایجاد می‌شود. علائم این بیماری شامل جراحات توام با خونریزی

یکی از مشکلات موجود در زمینه پرورش تجاری ماهی سوف سفید، عدم وجود جیره اختصاصی برای این ماهی گوشت‌خوار است و در نتیجه تغذیه این ماهی در سیستم‌های متراکم با استفاده از جیره قزل‌آلا یا سایر آزادماهیان انجام می‌شود (Kestemont and Mélard, 2000). ماده غذایی اصلی در جیره‌های آزادماهیان پودر ماهی است. این ماده غذایی ارزشمند دارای خصوصیات مطلوبی از جمله هضم‌پذیری بالا در حدود ۹۰ درصد، خوش‌خوراکی و سطح پایین مواد ضد مغذی است (Javid et al., 2018). نظر به افزایش جهانی تقاضای پودر ماهی در بخش آبی‌پروری و کاهش سطح تولید جهانی به دلیل کمبود ذخایر طبیعی، جست‌وجو برای یافتن اقلام غذایی جدید در جیره این ماهی ضروری است. یکی از مشکلات موجود در این زمینه، رژیم غذایی گوشت‌خوار-ماهی‌خواری سوف سفید است که جایگزینی اقلام ارزان‌قیمت گیاهی را به جای پودر ماهی در جیره این ماهی با مشکل مواجه می‌کند. در نتیجه باید امکان جایگزینی اقلام جانوری ارزان‌قیمت مانند ضایعات کشتارگاهی، پودر کرپل، گاماروس و کرم خاکی به جای پودر ماهی در جیره سوف سفید بررسی شود.

بیماری‌ها

بیماری‌های مختلفی در ماهی سوف سفید گزارش شده است. *Flavobacterium psychrophilum* می‌تواند نکروز آرواره و خوردگی باله‌ها را در سوف‌های سفید جوان

یا سستوها عموماً در دستگاه گوارش ماهی ایجاد مشکل کرده و باعث افت شاخص‌های رشد و کارایی غذا، آسیب به امعاء و احشاء و کاهش کیفیت لاشه می‌شوند. برای درمان عوارض ناشی از کرم‌های نواری، داروی پرازی کوانتل توصیه شده است (Rodger and Phelps, 2015).

نتیجه‌گیری کلی

همان‌طور که اشاره شد، ماهی سوف سفید به لحاظ اقتصادی گونه‌ای بسیار ارزشمند بوده و به دلیل دارا بودن خصوصیاتی از قبیل ارزش غذایی بالا، تراکم‌پذیری و مقاومت نسبتاً بالا به بیماری‌ها واجد ظرفیت فراوان برای گسترش آبی‌پروری است. همچنین با توجه به بومی بودن این گونه در کشورمان و وجود ذخایر طبیعی آن در دریاچه پشت سد ارس، دسترسی به مولدین آن نیز به‌سهولت امکان‌پذیر است که این امر مزیت مهمی در زمینه تکثیر کنترل شده و پرورش این ماهی است. در حال حاضر در کشورمان تکثیر نیمه‌طبیعی این ماهی با هدف بازسازی ذخایر بومی انجام شده و همچنین برنامه اهلی‌سازی سوف سفید در دست اجراست. علیرغم موفقیت‌های به‌دست آمده در این زمینه باید در نظر داشت که دستیابی به توفیق بیشتر در زمینه آبی‌پروری ماهی سوف سفید، مستلزم انجام پژوهش‌های بیشتر در زمینه مسائل زیستی از جمله اکولوژی، ژنتیک، بیماری‌ها، تغذیه و زی‌فن تکثیر و پرورش این گونه ارزشمند است.

توصیه‌های ترویجی

- ۱- با توجه به تاثیر مثبت جریان آب بر رسیدگی جنسی در سوف سفید و در نتیجه کاهش میزان هورمون تزریقی، استفاده از مخازن آبراهه‌ای برای تکثیر نیمه‌طبیعی این ماهی توصیه می‌شود.
- ۲- توصیه می‌شود برای رفع چسبندگی تخم‌های سوف سفید از محلول کاربامید با ترکیب ۴۰ گرم نمک و ۳۰ گرم اوره در ۱۰ لیتر آب استفاده شود.

در پوست، عضلات، چشم و اندام‌های داخلی و ناهنجاری‌های رفتاری مانند اختلال در شناگری است. در حال حاضر درمانی برای این بیماری وجود ندارد. بیماری لیمفوسیتیس توسط ویروس *Lymphocystivirus* ایجاد می‌شود. مهم‌ترین عارضه بیماری، کورک‌های سفیدرنگ روی پوست و باله‌ها است. این بیماری معمولاً کشنده نیست، اما تهاجم عفونت‌های ثانویه به زخم‌های سطح بدن ممکن است سبب مرگ و میر شود (Rodger and Phelps, 2015).

قارچ ساپروولگنیا مهم‌ترین عامل بیماری‌زای قارچی در سوف‌ماهیان محسوب می‌شود. رشته‌های رویشی یا میسلیم‌های قارچ روی سطح بدن و آبشش‌های ماهی رشد کرده و منجر به بروز جراحات نکروتیک روی پوست و آبشش می‌شوند که زمینه را برای تهاجم عفونت‌های ثانویه و حالت خفگی ناشی از کمبود اکسیژن فراهم می‌کند. درمان این بیماری از طریق افزایش شوری آب و همچنین مواد ضدعفونی‌کننده تجاری نظیر فرمالین امکان‌پذیر است (Rodger and Phelps, 2015).

Ichthyobodo necator تک‌یاخته‌تازکداری است که روی پوست و آبشش ماهی یافت می‌شود. مهم‌ترین علامت بالینی بیماری، تحریک لایه موکوسی پوست در سطح بدن است. حمام فرمالین می‌تواند تا حدی بیماری را کنترل کند. *Trichodina sp.* تک‌یاخته‌مژکداری است که می‌تواند باعث تحریک و جراحی پوست و آبشش ماهی شود. استفاده از حمام فرمالین و نمک طعام در کنترل این انگل بسیار موثر است. *Ichthyophthirius multifiliis* تک‌یاخته‌مژکداری است که موجب پدید آمدن نقاط سفیدرنگ و کوچکی روی سطح بدن و آبشش‌های ماهی می‌شود که کیست‌های انگل هستند و پس از مدتی نوزادان انگل از آن‌ها خارج می‌شوند که این زمان مناسب‌ترین موقعیت برای مداوای بیماری است. درمان این بیماری با استفاده از ترکیبات ضدعفونی‌کننده مانند فرمالین انجام می‌شود. کرم‌های برگ‌ی شکل یا ترماتودها به‌ویژه جنس‌های *Gyrodactylus sp.* و *Dactylogyrus sp.* با ایجاد جراحی موجب هجوم عفونت‌های فرصت‌طلب مانند باکتری‌ها و قارچ‌ها به بدن می‌شوند. کرم‌های نواری

تک‌گونه‌ای و متراکم از مرحله انگشت‌قندی تا مرحله ۵۰ گرمی. مجله علوم آبی‌پروری پیشرفته، ۲: ۷۸-۷۱.

عفت‌پناه کمایی ا. و فلاحتکار ب. ۱۳۹۸. گزارش تحلیلی اثرات بازسازی ذخایر ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*) بر روی افزایش نسل و میزان صید آن در سواحل جنوبی دریای خزر. اولین همایش بین‌المللی محیط زیست دریای خزر و توسعه پایدار، ۹-۱۰ مهر، رشت.

غلامی، ش.، فلاحتکار، ب.، عفت‌پناه، ا. و مکت‌خواه، ب. ۱۳۹۷. روند رشد و رژیم غذایی بچه‌ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*) در استخرهای خاکی. نشریه شیلات، ۷۱: ۱۳۹-۱۳۱.

فلاحتکار، ب.، جاوید رحمدل، ک. و پورسعید، س. ۱۳۹۹. اصول مدیریت سیستم‌های آبی‌پروری مداربسته. انتشارات تحقیقات آموزش کشاورزی، تهران، ۱۶۰ ص. فلاحتکار، ب. و جاوید رحمدل، ک. ۱۴۰۰. راهنمای عملی تکثیر و پرورش ماهی سوف سفید. انتشارات دانشگاه گیلان، رشت، ۲۰۲ ص. (در حال چاپ)

گلمرادی‌زاده ا.، سجادی م.، فلاحتکار ب.، عفت‌پناه کمایی ا. و حمزه‌نژاد بانگودی م. ۱۳۹۱. تاثیر هورمون گنادوتروپین انسانی (hCG) و عصاره هیپوفیز کپور بر سطوح هورمون‌های جنسی، شاخص‌های استرس و کیفیت اسپرماتوزوآ در مولدین نر ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca* L.). مجله بهره‌برداری و پرورش آبزیان، جلد ۱، شماره ۳، ص: ۸۴-۶۵.

Abdolmalaki, S. and Psuty, I. 2007. The effects of stock enhancement of pikeperch (*Sander lucioperca*) in Iranian coastal waters of the Caspian Sea. ICES Journal of Marine Science, 64: 973-980.

Baránek, V., Dvořák, J., Kalenda, V., Mareš, J., Zrůstová, J. and Spurný, P. 2007. Comparison of two weaning methods of juvenile pikeperch (*Sander lucioperca*) from natural diet to commercial feed. Ustva Zoologie, 1: 6-13.

۳- برای تطابق دادن لاروهای سوف سفید به غذای فرموله شده، توصیه می‌شود دوره گذاری بین غذای زنده و غذای فرموله شده در نظر گرفته شده و از جایگزینی یک‌باره غذای فرموله شده به جای غذای زنده پرهیز شود.

۴- توصیه می‌شود پرورش سوف سفید در سیستم مداربسته انجام شود تا امکان کنترل پارامترهای محیطی در محدوده مطلوب این ماهی شامل دمای ۲۲-۲۴ درجه سانتی‌گراد، نرخ اشباعیت آب از اکسیژن، ۷۲-۶۰ درصد، آمونیاک محلول کمتر از ۰/۰۰۲ میلی‌گرم در لیتر، نیتريت محلول کمتر از ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر و شدت نور ۱۱۰۰-۲۰۰ لوکس فراهم شود.

منابع

ابراهیمی یوسفی، ا. و وهاب‌زاده، ح. ۱۳۹۴. روند تغییر رژیم غذایی بچه‌ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca* L.) از غذای طبیعی به غذای تجاری. نشریه توسعه آبی‌پروری، ۹: ۱۰-۱.

جاوید رحمدل، ک. و فلاحتکار، ب. ۱۳۹۹ الف. مروری بر بیولوژی تولیدمثل ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*). مجله علوم آبی‌پروری پیشرفته، ۴: ۴۱-۵۳.

جاوید رحمدل، ک. و فلاحتکار، ب. ۱۳۹۹ ب. مروری بر تکثیر و پرورش ماهی سوف حاج طرخان (*Perca fluviatilis*). مجله علوم آبی‌پروری پیشرفته، ۳: ۸۷-۱۰۱.

خوال، ع. ۱۳۸۶. کشت توام ماهی سوف (*Sander lucioperca*) با کپورماهیان چینی. مجله علمی شیلات ایران، ۱۶: ۳۹-۴۸.

رسولی‌کارگر، ا.، رحیمی‌بشر، م. و فلاحتکار، ب. ۱۳۹۳. اثرهای متقابل تراکم و رژیم غذایی در پرورش لارو ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*). نشریه توسعه آبی‌پروری، ۸: ۵۳-۶۳.

صیادبورانی، م.، ولی‌پور، ع.، پورکاظمی، م.، عفت‌پناه، ا.، محمدی‌تبار، ب. و گلشن، م. ۱۳۹۷. پرورش ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) به روش

- spawning performance. Aquaculture International. (in press)
- FAO, 2021. https://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Sander_lucioerca/en.
- Feiner, Z.S. and Höök, T.O. 2015. Environmental biology of Percid fishes. In: Kestemont, P., Dabrowski, K. and Summerfelt, R.C. (eds.). Biology and Culture of Percid Fishes, Principles and Practices. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 61-100.
- Fontaine, P., Wang, N. and Hermelink, B. 2015. Broodstock management and control of the reproduction cycle. In: Kestemont, P., Dabrowski, K. and Summerfelt, R.C. (eds.). Biology and Culture of Percid Fishes, Principles and Practices. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 103-122.
- Hamza, N., M'hetli, M. and 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.
- Hermelink, B., Wuertz, S., Trubiroha, A., Rennert, B., Kloas, W. and Schulz, C. 2011. Influence of temperature on puberty and maturation of pikeperch, *Sander lucioperca*. General and Comparative Endocrinology, 172: 282-292.
- Javid Rahmdel, K., Allaf Noveirian, H., Falahatkar, B. and Babakhani Lashkan, A. 2018. Effects of replacing fish meal with sunflower meal on growth performance, body composition, hematological and biochemical indices of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerlings. Fisheries and Aquatic Life, 26: 121-129.
- Javid Rahmdel, K. and Falahatkar, B. 2021. Adaptation of pikeperch (*Sander*
- Baras, E., Kestemont, P. and Mélard, C. 2003. Effect of stocking density on the dynamics of cannibalism in sibling larvae of *Perca fluviatilis* under controlled conditions. Aquaculture, 219: 241-255.
- Biomar, 2021. <https://www.biomar.com/en/denmark/product-and-species/pike-perch>.
- Demska-Zakęś, K., Zakęś, Z. and Roszuk, J. 2005. The use of tannic acid to remove adhesiveness from pikeperch, *Sander lucioperca*, eggs. Aquaculture Research, 36: 1458-1464.
- Falahatkar, B., Poursaeid, S., Efatpanah, I., Ranaye Akhavan, S., Meknatkhah, B. and Arzboo, Z. 2009. Induction of spawning pikeperch (*Sander lucioperca*) in response to various hormones. Aquaculture Europe 2009, August 15-18, Trondheim, Norway.
- Falahatkar, B., Poursaeid, S., Efatpanah, I., Meknatkhah, B. and Ershad Langroudi, H. 2010. Effects of hormonal treatment on induced spermiation, ovulation and steroids changes in pikeperch *Sander lucioperca*. Aquaculture Europe 2010, October 5-8, Porto, Portugal.
- Falahatkar, B. and Poursaeid, S. 2014. Effects of hormonal manipulation on stress responses in male and female broodstocks of pikeperch (*Sander lucioperca*). Aquaculture International, 22: 235-244.
- Falahatkar, B., Efatpanah, I. and Kestemont, P. 2018. Pikeperch *Sander lucioperca* production in the south part of the Caspian Sea: technical notes. Aquaculture International, 26: 391-401.
- Falahatkar, B., Javid Rahmdel, K., Rasouli Kargar, E. and Gholami, S. 2021. Evaluation of various hCG treatment strategies applied to domesticated pikeperch (*Sander lucioperca*) broodstock on nest-

- Policar, T., Stejskal, V., Kristan, J., Podhorec, P., Svinger, V. and Blaha, M. 2013. The effect of fish size and density on the weaning success in pond-cultured pikeperch (*Sander lucioperca* L.) juveniles. *Aquaculture International*, 21: 869-882.
- Policar, T., Mohagheghi Samarian, A. and Mélard, C. 2015. Culture methods of Eurasian perch during ongrowing. In: Kestemont, P., Dabrowski, K. and Summerfelt, R.C. (eds.). *Biology and Culture of Percid Fishes, Principles and Practices*. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 417-435.
- Rodger, H.D. and Phelps, N.B.D. 2015. Percid fish health and disease. In: Kestemont, P., Dabrowski, K. and Summerfelt, R.C. (eds.). *Biology and Culture of Percid Fishes, Principles and Practices*. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 799-813.
- Rónyai A. 2007. Induced out-off-season and seasonal tank spawning and stripping of pike perch (*Sander lucioperca* L.). *Aquaculture Research*, 38: 1144-1151.
- Schulz, C., Huber, M., Ogunji, J. and Rennert, B. 2007. Effects of varying dietary protein to lipid ratios on growth performance and body composition of juvenile pike perch (*Sander lucioperca*). *Aquaculture Nutrition*, 13: 1-8.
- Steenfeldt, S. 2015. Culture methods of pikeperch early life stages. In: Kestemont, P., Dabrowski, K. and Summerfelt, R.C. (eds.). *Biology and Culture of Percid Fishes, Principles and Practices*. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 295-312.
- Wang, N., Mandiki, S.N.M., Henrotte, E., Bouyahia, A.G., Mairesse, G., Rougeot, C., Mélard, C. and Kestemont, P. 2009. Effect of partial or total replacement of forage fish by a dry diet on the quality of reproduction (*lucioperca*) to formulated diets: A review. *Fisheries and Aquatic Life*, 29: 1-12.
- Kestemont, P. and Mélard, C. 2000. Aquaculture. In: Craig, J.F. (ed.). *Percid Fishes Systematics, Ecology and Exploitation*, Blackwell Science, Oxford, UK, pp. 191-224.
- Kestemont, P., Xueliang, X., Hamza, N., Maboudou, J. and Toko, I.I. 2007. Effect of weaning age and diet on pikeperch larviculture. *Aquaculture*, 264: 197-204.
- Křište'an, J., Alavi, S.M.H., Stejskal, V. and Policar, T. 2013. Hormonal induction of ovulation in pikeperch (*Sander lucioperca* L.) using human chorionic gonadotropin (hCG) and mammalian GnRH analogue. *Aquaculture International*, 21: 811-818.
- Kucharczyk, D., Kestemont, P. and Mamcarz, A. 2007. Artificial reproduction of pikeperch. Polish Ministry of Science, Olsztyn, Poland, 80 p.
- Lappalainen, J., Dorner, H. and Wysujack, K. 2003. Reproduction biology of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) - a review. *Ecology of Freshwater Fish*, 12: 95-106.
- Müller-Beleke, A. and Zienert, S. 2008. Out-of-season spawning of pike perch (*Sander lucioperca* L.) without the need for hormonal treatments. *Aquaculture Research*, 39: 1279-1285.
- Nyina-Wamwiza, L., Xu, X.L., Blanchard, G. and Kestemont, P. 2005. Effect of dietary protein, lipid and carbohydrate ratio on growth, feed efficiency and body composition of pikeperch *Sander lucioperca* fingerlings. *Aquaculture Research*, 36: 486-492.
- Paradis, Y., Bertolo, A., Perot, A., Dias, S. and Magnan, P. 2006. Do benthivory and piscivory result in similar growth in walleye? *Journal of Fish Biology*, 69: 1317-1329.

- in pikeperch, *Sander lucioperca*. Aquaculture Research, 40: 376-383.
- Wang, N., Xu, X. and Kestemont, P. 2009. Effect of temperature and feeding frequency on growth performances, feed efficiency and body composition of pikeperch juveniles (*Sander lucioperca*). Aquaculture, 289: 70-73.
- Zakęś, Z. and Demska-Zakęś, K. 2005. Artificial spawning of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) stimulated with human chorionic gonadotropin (hCG) and mammalian GnRH analogue with a dopamine inhibitor. Archives of Polish Fisheries, 13: 63-75.

Practical remarks on propagation and rearing of pikeperch (*Sander lucioperca*)

Javid Rahmdel K.; Falahatkar B. *

Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran

Received: January 2020

Accepted: October 2021

Abstract

Pikeperch (*Sander lucioperca*) is a valuable species with desired specifications like high growth rate and delicious meat which makes it so appropriate for aquaculture goals and subsequently, its cultivation has begun in many countries around the world during recent two decades. This species is endemic to Iranian southern Caspian Sea basin and has high commercial value in this region, but unfortunately, over harvesting and habitats destruction has led to diminish of its natural stocks. Therefore, Iranian Fisheries Organization has begun stock enhancement of this fish since 1989. Also, introduce of this species for aquaculture purposes in different culture systems such as earthen ponds, raceways, cages and recirculating facilities is very important. Semi-natural spawning of pikeperch exhibited significant progress in Iran, but according to high commercial importance of pikeperch, it looks that access to biotechniques of artificial propagation and rearing as well as determining environmental and nutritional requirements of this fish is too important, so that, it could lead to more success in stock rehabilitation and aquaculture development of this valuable species in future. Therefore, the current paper has tried to review the methods for propagation and rearing of pikeperch.

Keywords: Propagation, Caspian Sea, Biotechnology, Zander.

*Corresponding author: falahatkar@guilan.ac.ir