



تکثیر کنترل شده ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*) پرورشی؛ اولین گام در راستای اهلی شدن

بهرام فلاحتکار^{۱،۲*}، ایرج عفت پناه^۱، شاپور غلامی^۳، اسحق رسولی کارگر^۳

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

۲. گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان، ایران

۳. مرکز بازرسی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسفپور، سیاهکل، گیلان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۲۷

تاریخ ارسال: ۱۳۹۹/۰۷/۰۷

چکیده

یکی از مهمترین مراحل اهلی سازی یک گونه، نگهداری آن در محیط پرورشی و رسیدن به بلوغ و تولیدمثل در این شرایط است. این مطالعه با هدف تکثیر کنترل شده ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*) پرورش یافته در محیط اسارت انجام شد. برای این موضوع، دو گروه ماهی شامل گروه کنترل (بدون تزریق هورمون) و گروه القای هورمونی (تزریق HCG به مقدار ۲۰۰ IU/kg)، و هر گروه شامل دو تکرار و ۵ ماهی در هر مخزن در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد ماهیان پس از ۷۴ تا ۹۰ ساعت تخم‌ریزی کردند و اختلاف بین دو گروه در این خصوص معنی‌دار نبود. زمان رسیدگی جنسی از نقطه نظر ساعت-درجه در مولدین تزریق نشده $157/2 \pm 1396/9$ و در مولدین تزریق شده $1261/5 \pm 34/2$ ساعت-درجه تعیین گردید ($P = 0/356$). درصد پاسخ دهی ماهیان در مولدین تزریق نشده $17/7 \pm 87/5$ و در مولدین تزریق شده $75 \pm 0/0$ ساعت بود ($P = 0/423$). کیفیت لانه‌ها نیز در هر دو گروه اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. درصد لقاح در ماهیان بدون تزریق $3/5 \pm 87/3$ و در ماهیان تزریق شده $5/4 \pm 82/7$ درصد بود ($P = 0/412$). با توجه به نتایج کسب شده می‌توان اذعان داشت به دلیل تطابق کامل ماهی پرورشی با محیط اسارت، امکان تکثیر سوف معمولی بدون القای هورمونی و صرفاً در درجه حرارت مطلوب با حضور بستر مناسب تخم‌ریزی نیز وجود خواهد داشت.

واژگان کلیدی: اهلی سازی، تکثیر مصنوعی، مولد، HCG، تخم‌ریزی، سوف معمولی



Controlled reproduction of pikeperch (*Sander lucioperca*); First step to domestication process

Bahram Falahatkar^{1,2*}, Iraj Efatpanah¹, Shapoor Gholami³, Eshagh Rasooli Kargar³

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

2. Department of Marine Sciences, The Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Guilan, Iran

3. Dr. Yousefpour Marine Fishes Restocking and Genetic Conservation Center, Siahkal, Guilan, Iran

Received: 29-Sep-2020

Accepted: 18-Aug-2021

Abstract

One of the most important stages of domestication in each species is to maintain the animal in a rearing condition up to reaching to maturity and reproduction. Therefore, this study was performed with the aim of reproducing the pikeperch (*Sander lucioperca*) grown in a captivity condition. For this purpose, two groups of fish including control group (without hormone injection) and hormone induction group (HCG injection at 200 IU/kg) were considered and each group consisted of two replicates and 5 fish in each tank. The results showed that the fish spawned after 74 to 90 hours, but the difference between the two groups in this regard was not significant. The latency time was determined in case of degree-hour in non-injected breeders to 1396.9 ± 157.2 and in injected breeders to 1261.5 ± 34.2 degree-hours ($P = 0.356$). The response rate of fish in non-injected breeders was $87.5 \pm 17.7\%$ and in injected breeders was $75 \pm 0.0\%$ ($P = 0.423$). The quality of nests did not show any significant difference between the two groups. Fertilization rate was $87.3 \pm 3.5\%$ in non-injected fish and $82.7 \pm 5.4\%$ in injected fish ($P = 0.412$). According to the obtained results, it can be concluded that due to the complete adaptation of farmed fish to the captive rearing condition, it can be possible to propagate pikeperch without hormonal induction while the desired temperature and suitable spawning ground are available.

Keywords: Domestication, Artificial reproduction, Broodstock, HCG, Spawning, Pikeperch

۱. مقدمه

کافی از محیط‌های طبیعی و انتقال آن به مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف پور سیاهکل که با هدف تولید بچه ماهی سوف فعالیت می‌نماید است. این در حالی است که حدود نیمی از مولدین انتقال داده شده از محیط طبیعی به دلیل فقدان اطلاعات مربوط به وضعیت بلوغ و رسیدگی جنسی و همچنین استرس‌های ناشی از صید و انتقال به مرکز تکثیر، به هورمون تراپی و تکثیر کنترل شده پاسخ نمی‌دهند.

اهلی سازی یکی از اهداف مدنظر آبی پروری در پرورش و تکثیر کنترل شده برخی گونه‌ها است. طبق تعریف، اهلی سازی گونه‌های وحشی به منظور تولید غذا شامل تولیدمثل، مراقبت و نگهداری و تغذیه موجودات تحت شرایط کنترل شده است (Hale, 1969; Duarte *et al.*, 2007). مزایای مختلفی از جمله افزایش رشد (کمیت و کیفیت لاشه)، تولیدمثل (تنظیم زمان بندی تکثیر و هیبریدگیری) و هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری (طول زمان کاری و کارگری) در پرورش حیوانات اهلی شده و امکان کنترل بهتر یا دستکاری آنها، عواملی محسوب می‌شوند که اهلی سازی جانوران را توجیه می‌کند (Liao and Huang, 2000). در ماهیان، با کنترل تولیدمثل، نسل‌های متمادی بطور موفقیت آمیزی در محیط اسارت ایجاد شده است. لذا، سطح اهلی سازی بر اساس کارهای انجام شده روی ماهیان پرورشی می‌تواند متفاوت باشد (Teletchea and Fontaine, 2014).

در علم آبی پروری و تولید آبیان، ایجاد تنوع تولید دارای اهمیت فراوانی است. این در حالی است که ۸۵ درصد تولید جهانی ماهیان متعلق به ۱۵ گونه است (Bostock *et al.*, 2010). در راستای تنوع بخشی گونه‌ای، در پروژه اهلی سازی ماهی سوف، در آغاز راه شروع به تکثیر کنترل شده مولدین وحشی این ماهی و نگهداری بچه ماهیان و سازگاری آنها با غذای دستی شد. ماهیان سوف تا رسیدن به سن بلوغ در شرایط پرورشی نگهداری شدند و پس از ۲ سال، مولدین نر و ماده به سن بلوغ رسیدند (Falahatkar, unpublished data). با انجام

ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*) یکی از گونه‌های مهم در محیط‌های طبیعی محسوب می‌شود، چرا که بعنوان یک کنترل کننده اکولوژی یک جمعیت‌های ماهیان و آبیان مختلف تلقی شده و همچنین در برخی نقاط جهان بعنوان یک ماهی با ارزش در صید تفریحی در نظر گرفته می‌شود (Kubecka *et al.*, 2009; Blecha *et al.*, 2016). متأسفانه عوامل متعددی از جمله صید بی رویه، نابودی مناطق تخم‌ریزی، موانع موجود در مسیر مهاجرت و آلودگی‌های زیست محیطی، سبب کاهش جمعیت‌های طبیعی این ماهی در مناطق مختلف جهان از جمله دریای خزر شده است (Falahatkar *et al.*, 2018).

این ماهی طی دو دهه اخیر مورد توجه آبی پروران قرار گرفته است، چرا که دارای سرعت رشد قابل قبول، گوشت لذیذ و کم استخوان و قیمت مناسب در بازار است. همچنین بصورت متراکم در سیستم‌های پیشرفته قابل پرورش است (Fontaine, 2009). ماهی سوف هم‌اکنون در استخرهای خاکی و حوضچه‌های بتونی در برخی کشورهای اروپایی پرورش داده می‌شود. همچنین این ماهی با هدف بازسازی ذخایر در کشورهای مختلفی مورد تکثیر و رهاسازی در دریاچه‌ها و منابع آبی قرار می‌گیرد. این ماهی در بسیاری از رودخانه‌های بزرگ و دریاچه‌های اروپا و برخی مناطق نظیر روسیه و شمال ایران نیز بصورت طبیعی پراکنش دارد ولی طی سال‌های اخیر به شمال آفریقا (مراکش و تونس) و برخی منابع آبی شمال اسپانیا، ایتالیا و همچنین انگلستان معرفی شده است (Schlumberger and Proteau, 1996; Steinfeldt *et al.*, 2015).

از سال ۱۳۶۸ و به دلیل کاهش بسیار زیاد ذخایر این ماهی در دریای خزر، شیلات ایران با هدف بازسازی و حفظ ماهی سوف اقدام به تکثیر و رهاسازی بچه ماهیان ۱-۲ گرمی به منابع آبی مختلف نموده است. در این بین، یکی از تنگناهای موجود، صید مولدین مناسب و با تعداد

مثلی راحت تر صورت گیرد و بعضاً حتی ممکن است نیاز به القای هورمونی نباشد، به گونه ای که تجربیاتی راجع به دستکاری نوری-دمایی برای القای ماهی سوف نیز گویای این مساله است (Hermelink et al., 2016). بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی نحوه القای تولید مثل ماهی سوف دو ساله پرورش یافته در محیط اسارت بر عملکرد تولید مثلی انجام پذیرفت.

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱. پرورش ماهی و سیستم نگهداری

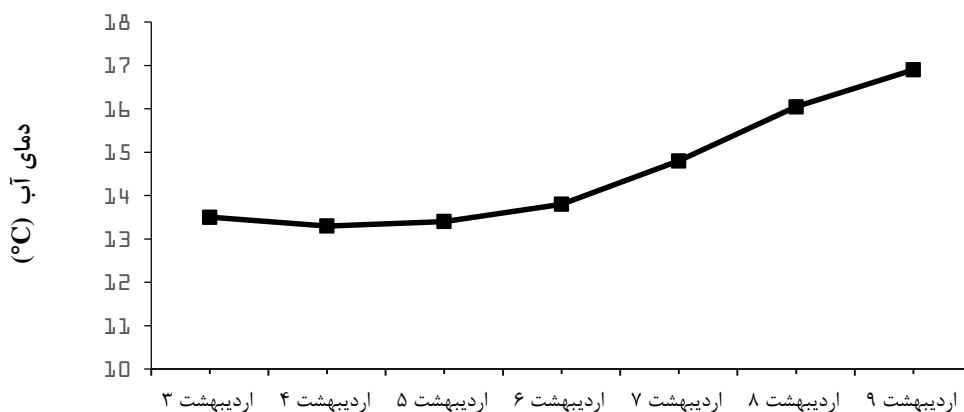
پس از تکثیر نیمه مصنوعی مولدین سوف وحشی انتقال یافته از دریاچه پشت سد ارس در سال ۱۳۹۶، لاروهای حاصله به استخرهای خاکی منتقل و پس از ۴۵ روز پرورش به وزن ۲-۳ گرم رسیدند و همزمان با رهاسازی بچه ماهیان، بخشی از آنها به حوضچه‌های بتونی با قطر ۱۸۵ سانتیمتر و عمق آبگیری ۴۰ سانتیمتر انتقال داده شدند و طبق روش‌های معمول با غذای دستی تطابق (اطلاعات منتشر شده) و به مدت ۲ سال در این حوضچه‌ها نگهداری و تغذیه شدند. آب مخازن در طول این دوره از رودخانه دیسام تامین شد. ماهیان تحت شرایط یکسان و فتوپریود طبیعی قرار داشتند. در طول دوره آزمایش القای تکثیر، میزان دما، اکسیژن محلول و pH به ترتیب $1/4 \pm 14/5$ °C درجه سانتیگراد، $9/3 \pm 0/5$ mg/L میلی‌گرم در لیتر و $7/9 \pm 0/3$ بود. نوسانات دمای آب طی دوره آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است.

با بررسی وضعیت رسیدگی جنسی ماهیان و اطمینان از رسیدن به سن بلوغ با استفاده از مطالعات هیستولوژیک (اطلاعات منتشر شده)، ماهیان نر و ماده از همدیگر جدا گردیدند. تعیین جنسیت بر اساس حجم ناحیه شکمی در ماده‌ها، فشار به ناحیه شکمی و خروج اندکی اسپرم و شکم کمی تیره تر در نرها انجام شد.

اینگونه فعالیت‌ها، مولدین اهلی شده به عنوان جایگزین مناسبی برای مولدین وحشی در برنامه‌های تکثیر در تفریخگاه‌ها می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. این امر در خصوص برخی از ماهیان نظیر باس (*Morone saxatilis*) نیز پیش‌تر به انجام رسیده است (Hodson and Sullivan, 1993). لذا، با توجه به مزایای متعددی که در گام‌های اهلی سازی یک گونه وجود دارد، به نظر می‌رسد امکان سازگاری مولدین با محیط پرورش، و ایجاد رشد حداکثری در بچه ماهیان تولیدشده از مولدین پرورشی برای نیل به اهداف مختلف پرورش در سیستم‌های آبی پروری وجود خواهد داشت. در این بین، درک مناسب از چگونگی تکثیر و تعیین نیازمندی‌های مدنظر از اولویت‌های انجام بهینه تکثیر کنترل شده مولدین پرورش یافته در محیط اسارت تلقی می‌گردد.

قدیمی‌ترین روش در تکثیر سوف معمولی، تخم‌ریزی طبیعی ماهی در استخرهای خاکی است (Steffens et al., 1996) که دارای معایبی از جمله کاهش نرخ لقاح و بقا و عدم امکان پیش‌بینی تولید لارو و بچه ماهی حاصله است (Zakęś and Demska-Zakęś, 2009). اما در حال حاضر، عمدتاً تکثیر کنترل شده و نیمه مصنوعی در شرایط تفریخگاهی انجام می‌شود (Schlumberger and Proteau, 1996)، بطوری که بیشتر مولدین با و یا بدون استفاده از هورمون و با قرار دادن بسترهای مناسب طبیعی و مصنوعی در محیط پرورش، تحریک به تخم‌ریزی می‌شوند (Kucharczyk et al., 2007).

مطالعات متعددی در ارتباط با چگونگی تکثیر مولدین وحشی سوف معمولی با هدف تعیین نوع هورمون و دوز مناسب تزریق و نیازمندی‌های انکوباسیونی این ماهی انجام شده است (Falahatkar et al., 2009; Zakęś and Demska-Zakęś, 2009; Golmoradizadeh et al., 2011, 2012; Ershad Langroudi et al., 2012; Falahatkar and Poursaeid, 2014)، اما مطالعه‌ای در مورد تحریک به تخم‌ریزی در مولدین پرورشی وجود ندارد. نظر به تطابق مولدین پرورشی با محیط اسارت، بنظر می‌رسد در این گونه از ماهیان کنترل محور تولید



شکل ۱- نمودار نوسانات دمای آب در طول دوره آزمایش در تحقیق حاضر

اول، ماهیان با سرم فیزیولوژی ۰/۹ در صد و در گروه دوم با هورمون HCG (کارما، تهران، ایران) به میزان IU/kg ۲۰۰ (واحد بر کیلوگرم وزن ماهی) در ناحیه باله سینه ای و بصورت داخل صفاقی تزریق شدند. برای هر تیمار نیز دو تکرار (مخزن) لحاظ گردید. ماهیان قبل از تزریق با دوز ۱۵۰ ppm میلی‌گرم در لیتر عصاره پودر گل میخک بیهوش شدند.

۲.۲. طراحی آزمایش

در هر حوضچه بتونی گرد ۴ عدد ماهی ماده و ۵ عدد ماهی نر معرفی شد. بدین ترتیب، نسبت جنسی مورد استفاده ۱/۲۵ نر به ۱ ماده در نظر گرفته شد (Schlumberger and Proteau, 1996). وزن متوسط مولدین نر و ماده در جدول ۱ آورده شده است. برای این مطالعه دو گروه (تیمار) در نظر گرفته شد که در گروه

جدول ۱- میانگین وزن (گرم) مولدین نر و ماده سوف معمولی (*Sander lucioperca*) پرورشی در دو گروه آزمایشی

تعداد	توزیع نشده	توزیع شده
نر	۱۱۶/۵ ± ۲۵/۷	۱۰۹/۳ ± ۱۷/۵
ماده	۱۱۹ ± ۲۶/۴	۱۳۰ ± ۲۰/۲

درجه-ساعت تا زمان تخم‌ریزی و درصد موفقیت تخم‌ریزی با مشاهده تعداد لانه‌های حاوی تخم در هر حوضچه ثبت گردید. همچنین کیفیت تخم‌ریزی روی لانه‌ها با مشاهده وضعیت توده تخم پخش شده روی لانه و بر اساس سه شاخص لانه خوب (۱۰۰ درصد)، لانه متوسط (۷۵ درصد) و لانه ضعیف (۲۵ درصد) ارزیابی شد (Pourhosein Sarameh et al., 2012). برای تعیین درصد لقاح، ۲۴ ساعت پس از تخم‌ریزی، تعدادی تخم به همراه

۲.۳. عملکرد تکثیر

ماهی‌ها پس از تزریق به حوضچه‌های مربوطه بازگردانده شدند و دو روز پس از تزریق، به ازای هر جفت مولد، یک عدد لانه مصنوعی ساخته شده با چمن مصنوعی به ابعاد ۰/۷ × ۰/۷ m در حوضچه‌ها قرار داده شد. ماهی‌ها تا زمان تخم‌ریزی در مخازن نگهداری شدند و پس از اطمینان از تخم‌ریزی از حوضچه‌ها خارج شدند. طول مدت زمان رسیدگی نهایی پس از تزریق هورمون،

۹۵ درصد بررسی شد. کلیه تحلیل‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ (SPSS, Armonk, NY, USA) انجام پذیرفت.

۳. نتایج

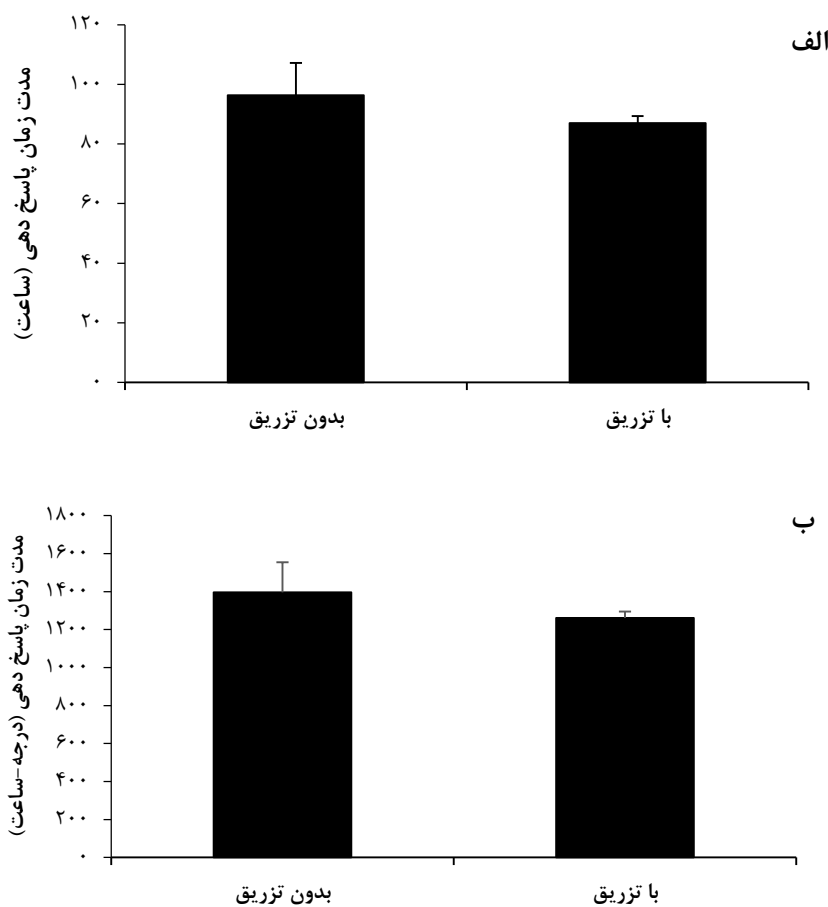
مدت زمان رسیدگی ماهیان از ۷۴ تا ۹۰ ساعت به طول انجامید، بطوری که در مولدین تزریق نشده این مقدار بطور میانگین $10/8 \pm 96/3$ و در مولدین تزریق شده $2/4 \pm 87$ ساعت بود (شکل ۲ الف؛ $P = 0/356$). طول این زمان از نقطه نظر ساعت-درجه نیز در مولدین تزریق نشده $157/2 \pm 1396/9$ و در مولدین تزریق شده $34/2 \pm 1261/5$ ساعت-درجه تعیین گردید (شکل ۲ ب؛ $P = 0/356$).

پوشش لانه برداشته شد و تعداد تخم‌های لقاح یافته و نیافته درون پتری دیش در زیر لوپ شمارش و درصد لقاح بوسیله فرمول زیر محاسبه گردید:

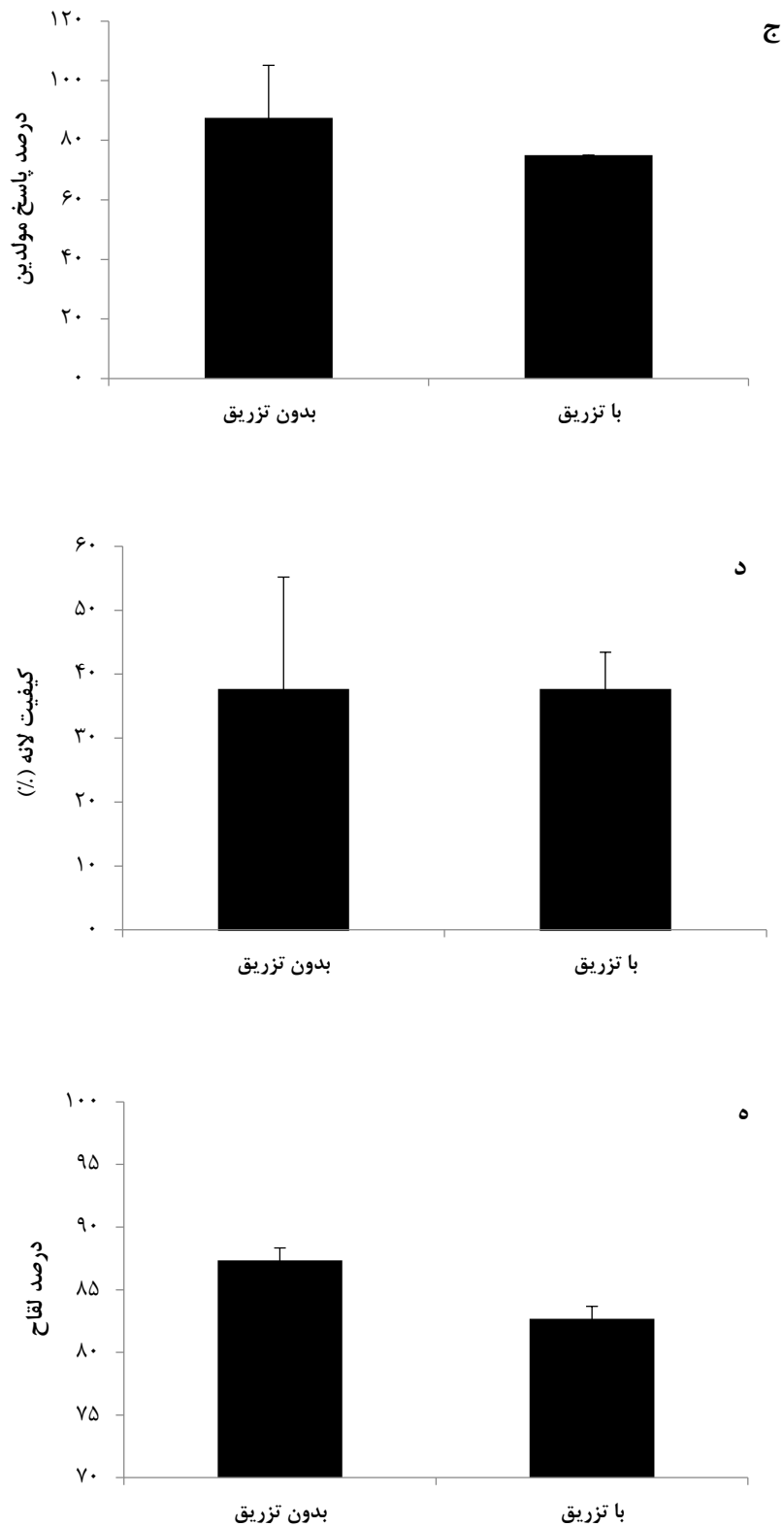
$$\text{درصد لقاح} = \frac{\text{تعداد تخم‌های لقاح نیافته} - \text{تعداد تخم‌های لقاح یافته}}{\text{تعداد کل تخم‌ها}} \times 100$$

۲.۴. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

در ابتدا از داده‌های بصورت درصد Arcsin گرفته شد و نرمال بودن آن‌ها با آزمون Kolmogorov-Smirnov و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون Levene کنترل شد. پس از اطمینان از شروط فوق، مقایسه دو تیمار با استفاده از آزمون Independent Samples t-test در سطح



شکل ۲- نمودارهای مدت زمان رسیدگی جنسی (الف)، درجه-ساعت تا زمان رسیدگی جنسی (ب)، درصد پاسخ دهی مولدین (ج)، کیفیت لانه‌ها (د) و درصد لقاح (ه) در مولدین ماهی سوف (*Sander lucioperca*) پرورشی تزریق شده و نشده در فصل تکثیر.



ادامه شکل ۲

درصد بود (شکل ۲ ج؛ $P = 0/423$). کیفیت لانه‌ها در هر دو گروه مولدین تزریق شده و تزریق نشده یکسان و برابر

درصد پاسخ دهی ماهیان در مولدین تزریق نشده $87/5 \pm 17/7$ و در مولدین تزریق شده $75 \pm 0/0$

گزارش شده است که تحت شرایط مناسب و دمای مطلوب، تولید مثل می‌تواند در برخی مناطق جنوبی فرانسه در ۲ سالگی نیز مشاهده شود (Schlumberger and Proteau, 1996). در مطالعه فعلی نیز ماهیان با وزن میانگین ۱۲۰ گرمی در ۲ سالگی به سن بلوغ رسیدند که نشان از وضعیت مطلوب رسیدگی جنسی این ماهی در شرایط پرورشی دارد.

تهیه مولدین مناسب یکی از دغدغه‌های برنامه تکثیر و بازسازی ذخایر بسیاری از گونه‌ها از جمله سوف معمولی است. عمده مولدین ماهی سوف جهت تکثیر مصنوعی از مناطق طبیعی صید می‌شوند، اما در برخی مناطق، ماهیان وحشی نگهداری شده در استخرهای خاکی نیز می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند (Zakęś and Demska-Zakęś, 2009). ماهیان عموماً در دو فصل پاییز یا نزدیک بهار صید می‌شوند. شایان ذکر است که مولدین صید شده در فصل تخم‌ریزی مستقیماً قابل استفاده در تکثیر مصنوعی خواهند بود، اما مولدین صید شده در پاییز را باید در استخرهای خاکی یا مخازن بتونی تا زمان ایجاد شرایط مناسب نگهداری کرد و مورد تغذیه قرار داد (Horvath *et al.*, 1984; Szczepekowski and Zakęś, 2003) که احتمالاً این شیوه نگهداری ممکن است روی کارایی تولیدمثل اثر منفی بگذارد. معمولاً مولدین ماده وحشی در محیط اسارت بدون تزریق هورمون اولیه یا دارای تخمک‌های سیال نمی‌شوند (Zakęś and Szczepekowski, 2004; Kucharczyk *et al.*, 2007; Kříst'an *et al.*, 2013). این خصوص اطلاعاتی در مورد ماهی‌نر وجود ندارد. تجربیات قبلی نشان می‌دهند در ماده‌های نگهداری شده در محیط اسارت که بوسیله هورمون تحریک نشده‌اند، تخمک گذاری دیده نمی‌شود (Zakęś and Szczepekowski, 2004) و یا تعداد بسیار محدودی تخمک گذاری می‌نمایند (Salminen *et al.*, 1992). همچنین گزارش شده است که دلیل محیط پرتنش اسارت و فقدان بستر مناسب تخم‌ریزی و رژیم نوری-حرارتی ایده آل، ماهی سوف قادر به تخم‌ریزی نیست (Kucharczyk *et al.*, 2007) و به

با ۳۷/۵ درصد تعیین شد (شکل ۲ د؛ $P = 0/898$). درصد لقاح تخم‌ها در گروه ماهیان بدون تزریق $3/5 \pm 87/3$ و در گروه مولدین تزریق شده $5/4 \pm 82/7$ درصد بود و اختلاف معنی داری را نشان نداد (شکل ۲ ه؛ $P = 0/412$).

۴. بحث و نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان از موفقیت تحریک تولیدمثل مولدین پرورشی سوف معمولی ۲ ساله با استفاده از تزریق داخل صفاقی هورمون HCG بود. ماهیان تزریق نشده نیز با وجود لانه مصنوعی تخم‌ریزی نمودند. عوامل متعددی در رسیدن ماهی به سن بلوغ و رسیدگی جنسی نقش دارند که از این موارد می‌توان به ژنتیک، اندازه بدن، شرایط زیست محیطی و تغذیه ای ماهی اشاره کرد. ماهیان سوف اهلی شده و تطابق یافته با شرایط پرورشی در تحقیق حاضر اندازه ای در حدود ۱۲۰ گرم داشتند و پس از ۲ سال به سن بلوغ و شرایط رسیدگی جنسی نایل شدند. مطالعه قبلی در آب‌های فرانسه نشان می‌دهد اندازه این ماهی در اولین سن بلوغ در نرها به ۳۵ و در ماده‌ها به ۴۰ سانتیمتر می‌رسد (Goubier, 1975). شاخص گنادی بر اساس اندازه ماهی ماده بین ۲۲-۱۵ درصد در نزدیکی زمان تخم‌ریزی می‌رسد، اما این مقدار در نرها به حدود یک درصد در همان زمان خواهد رسید (Schlumberger and Proteau, 1996). در مطالعه حاضر، این میزان در ماهیان ماده ۷/۵ درصد و در ماهیان نر نزدیک به یک درصد بود (اطلاعات منتشر نشده) که بنظر می‌رسد ماهیان رشد مناسب گنادی را در این سن سپری کرده باشند.

در بسیاری از مناطق، بیشتر از مولدین ۳-۴ ساله برای عملیات تکثیر استفاده می‌شود که نرها وزنی حداقل در حد ۰/۶ و ماده‌ها در حد ۰/۸ کیلوگرم دارند. اولین تخم‌ریزی معمولاً در سومین سال زندگی مشاهده می‌شود، این درحالی است که در شرایط تکثیر مولدین سوف وحشی در ایران نیز عمدتاً سن ماهیان مورد استفاده بالای ۴ سال و وزنی بیش از یک کیلوگرم می‌باشد.

(Blecha *et al.*, 2016)، گو اینکه برخی مطالعات نیاز به تزریق در ماهیان نر را چندان موثر نمی‌دانند (از Zakęś and Demska-Zakęś, 2009). نتایج تحقیق Blecha و همکاران (۲۰۱۶) در ماهی سوف وحشی نشان داد تزریق هر دو جنس اثرات مثبت بیشتری بر عملکرد تولیدمثلی شامل درصد پاسخ دهی مولدین، درصد لقاح، نرخ تفریح و تعداد لاروهای حاصله به ازای هر مولد نسبت به تزریق صرفاً جنس ماده دارد بطوری که در نرها نیز کیفیت و حجم اسپرم تحت تاثیر هورمون تراپی افزایش می‌یابد. این در حالی است که در صد لقاح با تزریق هر دو جنس نر و ماده برابر ۸۰/۴ درصد (Blecha *et al.*, 2016) تا ۸۷ درصد (Ronyai, 2007) گزارش شده است اما عدم تزریق هورمون به جنس نر سبب کاهش این مقدار به ۷۱/۶ درصد در مطالعه Blecha و همکاران (۲۰۱۶) و ۸۴/۲ درصد در مطالعه Křit'an و همکاران (۲۰۱۳) شد. درصد لقاح در مطالعه حاضر نیز در محدوده ۸۲/۷ تا ۸۷/۳ درصد قرار داشت که برای مولدین پرورشی در مقایسه با مولدین وحشی دامنه مطلوبی تلقی می‌گردد. مدت زمان رسیدگی در هر دو گروه تقریباً یکسان و فاقد اختلاف معنی دار بود. این مدت با مطالعات مشابه روی سوف وحشی با یک مرحله تزریق HCG (Křit'an *et al.*, 2013) و یا دو مرحله تزریق (Ronyai, 2007) نیز مشابه بود. همچنین مدت زمان رسیدگی جنسی با تزریق ۵۰۰ IU/kg به مولدین وحشی سوف در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد ۹۴ ساعت گزارش شده است (Blecha *et al.*, 2016).

نرخ اوولاسیون و پاسخ دهی در سوف وحشی تحت تیمار HCG به صورت میانگین ۸۸/۵ درصد (Křit'an *et al.*, 2013) و ۹۳ درصد (Kucharczyk *et al.*, 2007) و در تحقیق حاضر بین ۷۵ درصد در مولدین پرورشی تزریق نشده و ۸۷/۵ درصد در مولدین تزریق شده بود که تقریباً مشابه با سایر نتایج به دست آمده است. با توجه به پاسخ دهی بالای مولدین پرورشی تحقیق حاضر بدون تزریق هورمون، می‌توان این مورد را به تطابق کامل با شرایط پرورش و اسارت، سطح

همین دلیل استفاده از هورمون برای تکثیر الزامی است. در مطالعه حاضر تفاوتی در تزریق یا عدم تزریق مولدین در القای تولید مثل ایجاد نشد و عمده ماهیان تخم‌ریزی کرد. همچنین نتایج این مطالعه نشان داد امکان استفاده از ماهیان پرورش یافته در محیط اسارت در تکثیر کنترل شده وجود دارد. عدم وجود استرس‌های ناشی از صید، حمل و نقل و دستکاری‌های متعدد روی مولدین پرورشی در مقایسه با مولدین وحشی می‌تواند کارایی تولید مثل را افزایش دهد (Schreck, 2010)، چراکه پیش ساز سنتز هورمون‌های جنسی در پاسخ به استرس صرف تولید کورتیزول می‌شود و به این شکل می‌تواند سبب توقف رسیدگی جنسی و کاهش کیفیت گامت‌ها گردد (Falahatkar and Poursaeid, 2014; Źarski *et al.*, 2020). هورمون‌ها قادر به تحریک هیپوتالاموس، هیپوفیز و گنادها هستند و رسیدگی نهایی و همزمانی اوولاسیون را در ماهی القا می‌کنند. در بین هورمون‌های مورد استفاده، مناسب‌ترین آنها برای سوف HCG تشخیص داده شده است (Zakęś and Demska-Zakęś, 2009). این هورمون مشابه LH عمل کرده و می‌تواند سبب القای تخم‌ریزی بسیاری از ماهیان گوشتخوار خصوصاً راسته سوف ماهیان و از جمله سوف معمولی شود. از مزایای این هورمون می‌توان به کارایی بالا در تحریک و همزمانی تولید مثل و نیمه عمر طولانی تر در جریان خون نسبت به سایر هورمون‌ها اشاره کرد (Ohta and Tanaka, 1997). در مطالعه حاضر نیز نظیر سایر مطالعات انجام شده روی سوف ماهیان، HCG موجب پاسخ مناسب القای تکثیر در سوف معمولی پرورشی گردید. بنظر می‌رسد HCG با اثر مستقیم بر سطح گناد می‌تواند سبب تحریک اوولاسیون یا سیال شدن تخمک‌ها در حفره شکمی شود و نیازی به ذخیره LH و یا فعالیت گنادوتروپین‌های هیپوفیز نیست (Zohar and Mylonas, 2001).

در این تحقیق هر دو گروه ماهیان تزریق شده و تزریق نشده به خوبی و با وجود لانه مصنوعی تخم‌ریزی نمودند. مطالعات قبلی نشان دهنده نیاز به تزریق هر دو جنس در مولدین وحشی سوف در تکثیر مصنوعی بود

اندازه گیری شده و عملکرد تولید مثل در سوف پرورشی ۲ ساله تزریق شده و یا کنترل مشاهده نشد و نظر به استرس زا بودن تزریق هورمون، هزینه بالای تهیه هورمون ها، وقت گیر بودن پروسه تزریق و نیروی کار درگیر در آن، پیشنهاد می شود در اینگونه مولدین با تنظیم دمای مناسب و حضور جنس مخالف، با تهیه بستر مناسب برای تخم ریزی، القای تولید مثل با این روش ایجاد شود. جهت درک بهتر عملکرد فیزیولوژیک محور هیپو تالاموس-هیپوفیز-گناد، تغییرات رخ داده با تهیه بستر مناسب در هنگام اوولاسیون و تخم ریزی در این ماهی می تواند در مطالعات بعدی بررسی شود. ضمناً برای دستیابی به موفقیت های بیشتر در تشکیل گله های مولدین پرورشی در آینده، باید به خاستگاه ژنوتیپی، سن و اندازه مولد و همچنین اندازه تخم، مدیریت لقاح، تغذیه مولدین و مسائل بهداشتی نیز توجه نمود.

تشکر و قدردانی

این مطالعه در راستای پروژه اهلی سازی ماهی سوف و با حمایت های مالی و تجهیزاتی معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه گیلان و اداره کل شیلات استان گیلان انجام پذیرفت که لازم است از حمایت های این دو مجموعه در انجام این تحقیق تشکر نماییم. همچنین در این پروژه، پرسنل بسیاری از مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف پور سیاهکل یاری رسان ما بودند که از زحمات این افراد نیز قدردانی می گردد.

استرس پایین و تولید میزان گنادوتروپین ها در حد مناسب، برای سپری شدن طول دوره تکامل جنسی در این گروه نسبت داد که تنها با بروز دمای مطلوب برای تکثیر و وجود بستر تخم ریزی، سبب القای تولیدمثل در این گروه گردید. دمای آب در بروز کیفیت مناسب تخم ریزی می تواند بسیار تاثیرگذار باشد. دمای مناسب تولیدمثل برای ماهی سوف وحشی 14°C - 16°C گزارش شده است (Kucharczyk et al., 2007). بنابراین، القای تخم ریزی در این دما می تواند به راندمان تکثیر و حتی موفقیت تخم ریزی بدون تزریق هورمون نیز کمک نماید. در مطالعه حاضر القای ماهیان پرورشی در دمای $9/3^{\circ}\text{C}$ - $16/13^{\circ}\text{C}$ انجام شد که شاید یکی از دلایل پاسخ دهی مناسب مولدین بدون تزریق نیز این مورد، در کنار تطابق مناسب ماهیان با شرایط پرورش و وجود بستر مناسب برای تخم ریزی باشد.

در حال حاضر، این امکان به لحاظ تکنیکی یا فناورانه، مالی و آموزشی در بسیاری از مزارع تکثیر برای تهیه و تولید ماهیان اهلی شده وجود ندارد و باید این شرایط در مسیر توسعه برای همه علاقمندان فراهم شود. اطلاعات چندانی در ارتباط با رسیدگی ماهی سوف معمولی در سیستم های مختلف پرورشی وجود ندارد و موفقیت در این شرایط، برای دستیابی به مولدین مورد نیاز برای تکثیر و تولید بچه ماهی از مرحله پرورش لاروی، یکی از نکات اساسی در دستیابی به فازهای نخست اهلی سازی سوف و تولید پایدار لارو و بچه ماهی با کیفیت مناسب محسوب می شود.

با توجه به اینکه هیچگونه اختلافی در شاخص های

۵. منابع

References

- Blecha, M., Samarin, A.M., Krist'an, J., Policar T. 2016. Benefits of hormone treatment of both sexes in semi-artificial reproduction of pikeperch (*Sander lucioperca* L.). *Czech Journal of Animal Science* 61(5), 203-208.
- Bostock, J., McAndrew, B., Richards, R., Jauncey, K., Telfer, T., Lorenzen, K., Little, D., Ross, L., Handisyde, N., Gatward, I., Corner, R. 2010. Aquaculture: global status and trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society: B-Biological Sciences* 365(1554), 2897-2912.

- Duarte, C.M., Marbá, N., Holmer, M. 2007. Rapid domestication of marine species. *Science* 316(5823), 382-383.
- Ershad Langroudi, H., Poursaeid, S., Falahatkar, B., Efatpanah, I., Meknatkhah, B. Akhavan, S.R. 2012. Induced reproduction of pikeperch (*Sander lucioperca*) using pituitary extract, hCG and LHRHa2. *Shilat Azadshahr* 6(1), 77-84. (in Persian)
- Falahatkar, B., Poursaeid, S., Efatpanah, I., Ranaye Akhavan, S., Meknatkhah, B., Arzboo, Z. 2009. Induction of spawning pikeperch (*Sander lucioperca*) in response to various hormones. *Aquaculture Europe* 2009. 15-18 August, Trondheim, Norway.
- Falahatkar, B., 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., Kestemont, P. 2018. Pikeperch *Sander lucioperca* production in south part of the Caspian Sea: technical notes. *Aquaculture International* 26, 391-401.
- Fontaine, P. 2009. Development of European inland fish culture and domestication of new species. *Cahiers Agricultures* 18(2), 144-147.
- Golmoradizadeh, A., Sajjadi, M.M., Falahatkar, B., Efatpanah Komaei, I. 2011. Spawning induction of pikeperch (*Sander lucioperca*) by hCG and carp pituitary extract and effect on fertilization indices. *Marine and Science Technology* 9(4), 18-27. (in Persian)
- Golmoradizadeh, A., Sajjadi, M.M., Falahatkar, B., Efatpanah Komaei, I., Hamzehnezhad Bangoudi, M. 2012. Effect of human chorionic gonadotropin (HCG) and carp pituitary extract (CPE) on plasma sex steroid hormones, stress parameters levels and spermatozoa quality in *Sander lucioperca* (pikeperch). *Journal of Utilization and Cultivation of Aquatics* 1(3), 65-84. (in Persian)
- Gouhier, J. 1975. Biogtographie, biomtttrie et biologie du sandre (*Lucioperca lucioperca* L.). Thesis University Science Lyon. 275 p.
- Hale, E.B. 1969. Domestication and the evolution of behavior. In: Hafez, E.S.E. (Ed.), *The Behaviour of Domestic Animals*, 2nd edn. Bailliere, Tindall and Cassell, London, pp. 22-42.
- Hermelink, B., Kleiner, W., Schulz, C., Kloas, W., Wuertz, S. 2016. Photo-thermal manipulation for the reproductive management of pikeperch *Sander lucioperca*. *Aquaculture International* 25, 1-20.
- Hodson, R.G., Sullivan, C.V. 1993. Induced maturation and spawning of domestic and wild striped bass, *Morone saxatilis* (Walbaum), broodstock with implanted GnRH analogue and injected HCG. *Aquaculture Research* 24(3), 389-398
- Horvath, L., Tamas, G., Tislg, I., 1984: *Special methods in pondfish husbandry*, Seattle: J.E. Halver Corporation. 147 p.
- Křist'an, J., Alavi, S.M.H., Stejskal, V., Policar, T. 2013. Hormonal induction of ovulation in pikeperch (*Sander lucioperca* L.) using human chorionic gonadotropin (HCG) and mammalian GnRH analogue. *Aquaculture International* 21(4), 811-818.
- Kubecka, J., Hohaurova, E., Matena, J., Peterka, J., Amarasinghe, U.S., Bonar, S.A., Hateley, J., Hickley, P., Suuronen, P., Tereschenko, V., Welcomme, R., Winfield, I.J. 2009. The true picture of a lake or reservoir fish stock: A review of needs and progress. *Fisheries Research* 96(1), 1-5.
- Kucharczyk, D., Kestemont, P., Mamcarz, A. 2007. *Artificial Reproduction of Pikeperch*. Polish Ministry of Science, Olsztyn, Poland.
- Liao, I.C., Huang, Y.S. 2000. Methodological approach used for the domestication of potential candidates for aquaculture. *Cahiers Options Méditerranéennes* 47, 97-107.
- Ohta, H., Tanaka, H. 1997. Relationship between serum levels of human chorionic gonadotropin (hCG) and 11-ketotestosterone after a single injection of hCG and induced maturity in the male Japanese eel, *Anguilla japonica*. *Aquaculture* 153(1-2), 123-134.

- Pourhosein Saramah, S., Falahatkar, B., Azari Takami, G., Efatpanah, I. 2012. Effects of different photoperiods and handling stress on spawning and reproductive performance of pikeperch *Sander lucioperca*. *Animal Reproduction Science* 132(3-4), 213-222.
- Ronyai, A. 2007. Induced out-of-season and seasonal tank spawning and stripping of pike perch (*Sander lucioperca* L.). *Aquaculture Research* 38(11), 1144-1151.
- Salminen, M., Ruuhijarvi, J., Ahlfors, P. 1992. Spawning of wild zander (*Stizostedion lucioperca* (L.)) in cages. In: Adamek Z., Flajshans M. (eds): Proceeding of Scientific Conference in Fish Reproduction '92, Vodňany, Czechoslovakia, pp. 42-47.
- Schlumberger, O., Proteau, J.P. 1996. Reproduction of pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) in captivity. *Journal of Applied Ichthyology* 12(3-4), 149-152.
- Schreck, C.B. 2010. Stress and fish reproduction: the role of allostasis and hormesis. *General and Comparative Endocrinology* 165(3), 549-556.
- Steenfeldt, S., Fontaine, P., Overton, J.L., Policar, T., Toner, D., Falahatkar, B., Horváth, A., Ben Khemis, I., Hamza, N., Mhetli, M., 2015. Current status of Eurasian percid fishes Aquaculture. In: Kestemont, P., Dabrowski, K., Summerfelt, R.S. (Eds.), *Biology and Culture of Percid Fishes*. Springer Science, Dordrecht, pp. 817-841.
- Steffens, W., Geldhauser, F., Gerstner, P., Hilge, V. 1996. German experiences in the propagation and rearing of fingerling (*Stizostedion lucioperca*). *Annales Zoologici Fennici* 33(3-4), 627-634.
- Szczepkowski, M., Zakęś, Z. 2003. Principles for handling pikeperch spawners prepared for artificial reproduction under controlled conditions. In: Zakęś, Z., Demska-Zakęś, K., Krzywosz, T., Wolnicki, J. (eds). *Predatory fish. Reproduction, rearing, prophylactics*. Wyd. IRS, Olsztyn, pp. 21-26 (in Polish)
- Teletchea, F., Fontaine, P. 2014. Levels of domestication in fish: implications for the sustainable future of aquaculture. *Fish and Fisheries* 15(2), 181-195.
- Zakęś, Z., Demska-Zakęś, K. 2009. Controlled reproduction of pikeperch *Sander lucioperca* (L.): a review. *Archive of Polish Fisheries* 17(4), 153-170.
- Zakęś Z., Szczepkowski M. 2004. Induction of out-of-season spawning of pikeperch, *Sander lucioperca* (L.). *Aquaculture International* 12, 11-18.
- Žarski, D., Ben Ammar, I., Bernáth, G., Baekelandt, S., Bokor, Z., Palińska-Žarska, K., Fontaine, P., Horváth, Á., Kestemont, P., Mandiki, S.N.M. 2020. Repeated hormonal induction of spermiation affects the stress but not the immune response in pikeperch (*Sander lucioperca*). *Fish and Shellfish Immunology* 101, 143-151.
- Zohar, Y., Mylonas, C.C. 2001. Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes. *Aquaculture* 197(1-4), 99-136.