مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

اثر نوع بستر و دمای تخم‌ریزی بر عملکرد تکثیر ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*)

بهرام فلاحتکار[۱،۲*]، ایرج عفت پناه[۳،۱]، اسحق رسولی کارگر[۳]

[۱] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، گیلان

[۲] گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی خزر، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان

[۳] مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف پور، سیاهکل، گیلان

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۸/۰۹/۰۲
اصلاح: ۹۹/۰۴/۳۰
پذیرش: ۹۹/۰۶/۰۷

کلمات کلیدی:
تخم‌ریزی
سوف معمولی
لانه مصنوعی
لقاح
مولدین

چکیده

بستر تخم‌ریزی و دمای آب از فاکتورهای مهم در تولید مثل ماهیان ارزشمندی نظیر سوف ماهیان می‌باشند. در مطالعه حاضر، دو نوع بستر مصنوعی (چمن مصنوعی) و طبیعی (ریشه درخت بید) در دو دمای متفاوت ۱۱ و ۱۲/۶ درجه سانتی‌گراد در تخم‌ریزی ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*) مورد مقایسه قرار گرفت. ماهیان پس از تزریق هورمون در مخازن بتونی معرفی شدند و به ازای هر جفت مولد، یک عدد لانه نصب گردید. پس از تخم‌ریزی، لانه‌ها به حوضچه‌های کوچک‌تر با شرایط کنترل شده برای طی مراحل انکوباسیونی منتقل شدند. تخم‌ها فارغ از نوع بستر تفریخ شدند و تفاوتی بین زمان انکوباسیون وجود نداشت. نتایج نشان داد تقابل بین نوع بستر و دما معنی‌دار نبود. تفاوت معنی‌داری در عملکرد تولید مثلی ماهیان بر اساس نوع بستر وجود نداشت اما در دمای بالاتر ماهیان بیشتری تخم‌ریزی نمودند ($p<0.05$). در دمای بالاتر عمده مولدین طی ۳ تا ۴ روز و در دمای کمتر طی ۴ تا ۷ روز تخم‌ریزی کردند. تفاوتی در خصوص ترجیح ماهی نسبت به تخم‌ریزی روی بستر مشخص در زمان تخم‌ریزی مشاهده نشد. نتایج این مطالعه نشان داد تخم‌ریزی در محدوده دمایی مناسب و بر روی بستر مصنوعی در مجموع دارای عملکرد بالاتری بوده و استفاده از بستر تخم‌ریزی در هنگام تولید مثل نیمه مصنوعی ماهی سوف وحشی برای بازسازی ذخایر، دارای اهمیت فراوانی است.

مقدمــه

انتخاب مکان مناسب، بستر و عمق تخم‌ریزی برای موفقیت در تولیدمثل و احیای جمعیت‌های آبزیان بسیار حائز اهمیت است. در این بین، نقش دما در انتخاب محل و بستر تخم‌ریزی نیز از پارامترهای ضروری می‌باشد به‌طوری که با افزایش دما، محل‌های تخم‌ریزی در برخی گونه‌ها نظیر سوف حاج طرخان (*Perca fluviatilis*) به مناطق با عمق بیشتر تغییر می‌یابد (Čech *et al*., 2012). در بین فاکتورهای متعددی نظیر عمق، باد، امواج و درجه حرارت، نوع بستر نیز نقش مهمی در پراکنش تخم‌ها در ماهیان بازی می‌کنند (Čech *et al*., 2012).

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: falahatkar@guilan.ac.ir

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1399.10.3.8.8]

فقدان مناطق مناسب برای تخم‌ریزی ماهیان در محیط‌های طبیعی سبب شده است تا از زیستگاه‌های مصنوعی در سیستم‌های دریایی و آب شیرین استفاده شود و به این طریق شانس بقای موجودات آبزی افزایش یابد. استفاده از ساختارهای مصنوعی برای ایجاد مناطق تخم‌ریزی در هنگام فقدان گیاهان آبزی به عنوان یک بستر مناسب برای تولیدمثل در برخی مناطق اروپا در گونه‌هایی نظیر سوف حاج طرخان، اردک‌ماهی (*Esox lucius*) و کلمه (*Rutilus rutilus*) مورد توجه قرار گرفته است (Gillet and Dubios, 1995). در کلیه گونه‌های اشاره شده، ثابت شده است که ساختار وجودی این بسترها مهم‌تر از نوع ترکیب آن‌ها برای تخم‌ریزی است، به‌طوری که شبکه‌های متراکمی از مواد برای ماهیانی نظیر کلمه و اردک‌ماهی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است و نتایج نشان می‌دهند بسترهای مصنوعی نسبت به انواع طبیعی ترجیح داده می‌شوند.

استفاده از بسترهای تخم‌ریزی با دو هدف اصلی صورت می‌گیرد. یکی از اهداف مورد نظر در استفاده از این بسترها به‌دلیل تخریب زیستگاه‌های طبیعی است. هدف دوم، القای تخم‌ریزی و تولیدمثل ماهی در شرایط کنترل شده است چرا که برخی از ماهیان برای تخم‌ریزی نیازمند یک بستر مناسب می‌باشند. در این بین، نتایج مطالعات قبلی نشان می‌دهند که حتی اندازه، شکل و جنس بستر و همچنین تجمع رسوب بر روی بستر در موفقیت یا عدم موفقیت تخم‌ریزی در گونه‌های مختلف می‌تواند تأثیرگذار باشد (Dustin and Jacobson, 2003; Farrell, 2011; Crane and Farrell, 2013).

دمای آب یکی از پارامترهای مهم در تولیدمثل آبزیان محسوب می‌شود. در این بین، تخم‌ریزی ماهیان در محدوده مناسب دمایی می‌تواند منجر به افزایش لقاح و راندمان انکوباسیون و تفریخ گردد. به نظر می‌رسد عوامل مختلفی نظیر ترجیح تخم‌ریزی بر روی بسترهای مختلف، بستگی مستقیم به دمای آب داشته باشد؛ چراکه برخی مطالعات نشان داده‌اند در درجه حرارت‌های مختلف، برخی ماهیان بر روی بسترها و عمق‌های متفاوتی تخم‌ریزی می‌کنند (Probst, *et al*., 2009).

ماهی سوف معمولی یا سفید (*Sander lucioperca*) یکی از گونه‌های ارزشمند در آبزی‌پروری و صید از محیط‌های طبیعی محسوب می‌گردد چراکه دارای گوشت با کیفیت بوده و تقاضای زیادی در بازار برای مصرف آن وجود دارد و هر ساله مقدار تولید آن در سیستم‌های مختلف پرورشی رو به افزایش است (Steenfeldt *et al*., 2015; FAO, 2018). متأسفانه، صید از محیط‌های طبیعی به منظور تامین تقاضای بازار در کنار عوامل دیگری از جمله آلودگی‌ها و تخریب مناطق تخم‌ریزی، سبب کاهش ذخایر طبیعی این ماهی شده است. به همین دلایل، برخی کشورها خصوصاً در حوزه اروپای شرقی اقدام به تولیدمثل کنترل شده ماهیان وحشی برای بازسازی ذخایر نموده‌اند.

این ماهی در زیستگاه‌های مختلفی اعم از آب شیرین یا لب شور رودخانه‌ها و دریاچه‌هایی نظیر خزر و سیاه زندگی می‌کند و به‌عنوان یک ماهی فیتوفیلوس یا لیتوفیلوس، برای ساخت لانه از ریشه‌ها، گیاهان، شن و ماسه و چمن به‌عنوان بستر تخم‌ریزی استفاده می‌کند (Balon *et al*., 1977; Lappalainen *et al*., 2003; Feiner and Höök, 2015). تخم‌ریزی سوف معمولی در محدوده دمایی ۸ تا ۱۶ درجه سانتی‌گراد و در اعماق یک تا سه متر انجام می‌شود (Lappalainen *et al*., 2003; Lehtonen *et al*., 2006).

نظر به تولید انبوه بچه ماهی سوف معمولی با هدف بازسازی ذخایر توسط شیلات ایران، استفاده از روش‌ها و تکنیک‌های مختلف که بتواند منجر به افزایش عملکرد تولیدمثل و تولید بچه ماهی گردد می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد. در این خصوص، استفاده از روش‌های هورمون‌تراپی (Falahatkar *et al*., 2009, 2010) و بهبود شرایط نگهداری با هدف ارتقای عملکرد تولیدمثلی و اهدافی نظیر اهلی‌سازی مولدین سوف معمولی (اطلاعات منتشر نشده) منجر به افزایش عملکرد تولید این ماهی ارزشمند شده است.

با توجه به کاهش ذخایر ماهی سوف در منابع طبیعی و ذکر این نکته که این گونه گوشت‌خوار و شکارچی بوده و یک کنترل‌کننده بیولوژیک برای سایر گونه‌ها محسوب می‌شود؛ ضرورت تکثیر مصنوعی و رهاسازی بچه ماهیان برای بازسازی ذخایر، بیش از گذشته احساس می‌شود. به همین دلیل، احیای مناطق تخم‌ریزی و به‌کارگیری سایت‌هایی برای تولیدمثل طبیعی این ماهی در منابع آبی برای حفظ جمعیت‌های سوف ضروری است (Lehtonen *et al*., 2006).

تاکنون مطالعات محدودی راجع به انتخاب بستر مناسب تخم‌ریزی در ماهی سوف انجام شده که همراه با نتایج متفاوتی بوده است (Lethonen *et al*., 2006; Čech *et al*., 2012; Crane and Farrell, 2013; Malinovskyi *et al*., 2018). در شرایط

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1399.10.3.8.8]

طبیعی، فقدان آب‌های کم‌عمق با پوشش گیاهی از عوامل محدودکننده تولیدمثل در بسیاری از گونه‌ها تلقی می‌گردد. در این شرایط، استفاده از بسترهای مصنوعی برای تخم‌ریزی می‌تواند سبب افزایش راندمان تولیدمثل ماهیانی نظیر سوف معمولی و کمک به بازسازی ذخایر گونه‌های تجاری گردد. این موضوع می‌تواند به حفظ جمعیت‌های طبیعی ماهی سوف و تولید بیشتر در شرایط تولیدمثل کنترل شده در آبزی‌پروری نیز کمک کند. همچنین این‌گونه اطلاعات می‌تواند کمک شایان توجهی به شناخت بهتر از اکولوژی تولیدمثل ماهی در اهداف بازسازی ذخایر نماید. در این بین، عوامل محیطی و به‌خصوص دما در انتخاب بستر تخم‌ریزی و عملکرد تولیدمثل بسیار حائز اهمیت است. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی ترجیح مولدین ماهی سوف معمولی برای بستر تخم‌ریزی و اثر بسترهای طبیعی و مصنوعی در محدوده دمایی مناسب و در دو دمای مختلف بر عملکرد تولیدمثل و انکوباسیون تخم این ماهی در شرایط کنترل شده انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

ماهی و شرایط نگهداری

مولدین سوف مورد نظر از دریاچه پشت سد ارس در اوایل اسفند ماه توسط تور پره صید و به‌وسیله کامیون مجهز به سیستم تأمین اکسیژن به مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف پور سیاهکل منتقل شدند. ماهیان نر و ماده به‌طور جداگانه تا قبل از القای هورمونی و تولیدمثل، در مخازن بتونی گرد با حجم آبگیری ۸۰۰ لیتر نگهداری شدند. وزن مولدین نر به‌طور متوسط ۱۶۵۰ گرم و مولدین ماده ۱۹۰۰ گرم بود. با نزدیکی به فصل تولیدمثل، ماهیان نر و ماده به حوضچه‌های بتونی مستطیلی شکل با ابعاد ۱/۱ × ۳/۰۸ × ۱۳ متر معرفی شدند.

طراحی آزمایش

در این آزمایش در هر مخزن ۲۸-۲۶ عدد ماهی (۱۶-۱۴ عدد نر و ۱۴-۱۲ عدد ماهی) با دو تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد. به ازای هر جفت مولد یک عدد لانه با ابعاد ۵۰ ×۵۰ سانتیمتر (Horvath *et al*., 1984) در عمق ۸۵ سانتیمتری و با فاصله ۲۵ سانتیمتری از کف حوضچه نصب گردید. دو نوع لانه برای این تحقیق در نظر گرفته شد، به‌طوری که در گروه اول لانه با زمینه ریشه درخت بید و در گروه دوم با زمینه چمن مصنوعی نصب شد. آزمایش در دو دمای ۱۱ و ۱۲/۶ درجه سانتی‌گراد انجام شد.

القای هورمونی و تعیین شاخص‌های تکثیر

پیش از معرفی ماهی به حوضچه‌ها، مولدین ماده با ۲۰۰ IU/kg هورمون hCG (Karma-hCG, Tehran, Iran) مورد تزریق یک مرحله‌ای در ناحیه باله سینه‌ای قرار گرفتند. ابتدا هورمون hCG با یک میلی‌لیتر سرم فیزیولوژی به ازای هر کیلوگرم وزن مولدین به حجم رسانده شد و سپس عملیات تزریق انجام گرفت. به مولدین نر به دلیل اینکه در مرحله اسپرم ریزی بودند، هورمونی تزریق نشد. دمای آب در طول دوره نگهداری و تکثیر ماهیان ۱۳/۹-۱۰/۵ درجه سانتی‌گراد ثبت شد. همچنین میانگین اکسیژن ۰/۸ ± ۱۱/۱ میلی‌گرم در لیتر، pH ۷/۴-۷/۱ و دوره نوری ۱۲L:۱۲D بود. تخم‌ریزی ماهیان از روز ۲۳ اسفند تا یکم فروردین به طول انجامید.

در طی دوره پس از تزریق، حوضچه‌ها به منظور مشاهده تخم‌ریزی احتمالی ماهی‌ها از روز دوم تا هفتم پس از تزریق، هر ۱۲ ساعت یک‌بار بررسی می‌شدند. در صورت مشاهده تخم‌ریزی هر ماهی، زمان تخم‌ریزی ثبت می‌شد. مدت زمان رسیدگی مولدین، درصد جواب‌دهی به تزریق و درصد لقاح به‌وسیله فرمول‌های زیر محاسبه شدند (Pankhurst *et al*., 1996):

درصد جواب‌دهی مولدین = (تعداد ماهی‌های تزریق شده / تعداد ماهی‌های تخم‌ریزی کرده) × ۱۰۰

درصد لقاح = (تعداد کل تخم‌ها / تعداد تخم‌های لقاح یافته) × ۱۰۰

انکوباسیون

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1399.10.3.8.8]

با مشاهده تخم‌ریزی روی لانه‌ها، لانه مورد نظر به مخازن بتونی مدور با قطر ۱۸۵ سانتیمتر، مساحت ۲/۷ متر مربع و ارتفاع ۵۰ سانتیمتر برای طی دوره انکوباسیون تخم‌ها منتقل شد. ارتفاع آب در حوضچه‌ها ۴۰ سانتیمتر و میزان دبی آب ۱۰-۵ لیتر در دقیقه بود. ۲۴ ساعت پس از تخم‌ریزی، درصد لقاح با شمارش تعداد تخم‌های لقاح یافته و تخم‌های لقاح نیافته در نمونه برداشت شده از هر لانه محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

قبل از آنالیز آماری، از داده‌های درصدی arcsine گرفته شد. برای تعیین نرمال بودن داده‌ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov و برای همگنی واریانس‌ها از آزمون Levene استفاده شد. پس از اطمینان از دو شرط فوق، با وجود دو متغیر دمای آب و بستر تخم‌ریزی، از آزمون Two-Way ANOVA برای تعیین اثر متقابل آن‌ها بر روی داده‌های تولیدمثلی استفاده گردید. داده‌های مذکور در هر بخش به‌صورت جداگانه (دما و بستر) با استفاده از Independent Samples t-test در سطح اطمینان ۹۵٪ مورد مقایسه قرار گرفتند. تمام آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۲۲؛ IBM, Armonk, USA) انجام شد و نتایج به‌صورت میانگین ± انحراف معیار تنظیم گردید.

نتایـج

ماهی سوف از هر دو نوع بستر برای تخم‌ریزی استفاده نمود (شکل ۱). در طی مدت آزمایش مجموعاً از ۱۰۴ ماهی تعداد ۸۶ عدد از آن‌ها تخم‌ریزی نموده و در مجموع ۸۲/۷ درصد از ماهیان موفق به تخم‌ریزی شدند.

نتایج مربوط به اثر نوع بستر و دمای آب بر درصد موفقیت تخم‌ریزی، درصد لانه‌های حاوی تخم و درصد لقاح در جدول ۱ ارائه شده است. اثر متقابل نوع بستر و دما در هیچ‌یک از پارامترهای اندازه‌گیری شده معنی‌دار نبود ($p>0.05$). در دمای بالاتر تعداد بیشتری از نرها در تخم‌ریزی و تولیدمثل مشارکت داشتند ($p<0.05$). این مورد در ماهیان ماده نیز مشاهده شد اما اختلاف معنی‌دار نبود ($p>0.05$). درصد موفقیت تخم‌ریزی و لانه‌های حاوی تخم در دمای بالاتر نسبت به دمای پایین بیشتر بود اما اختلافی در درصد لقاح بین دماها و بسترهای مختلف مشاهده نشد.

در زمان تخم‌ریزی نیز اختلافی بین بسترها و دماهای مختلف مشاهده نشد، گو اینکه مدت زمان جواب‌دهی مولدین در دمای ۱۱ درجه سانتی‌گراد در حدود ۷-۴ روز و در دمای ۱۲/۶ درجه سانتی‌گراد در محدوده ۴-۳ روز ثبت گردید.

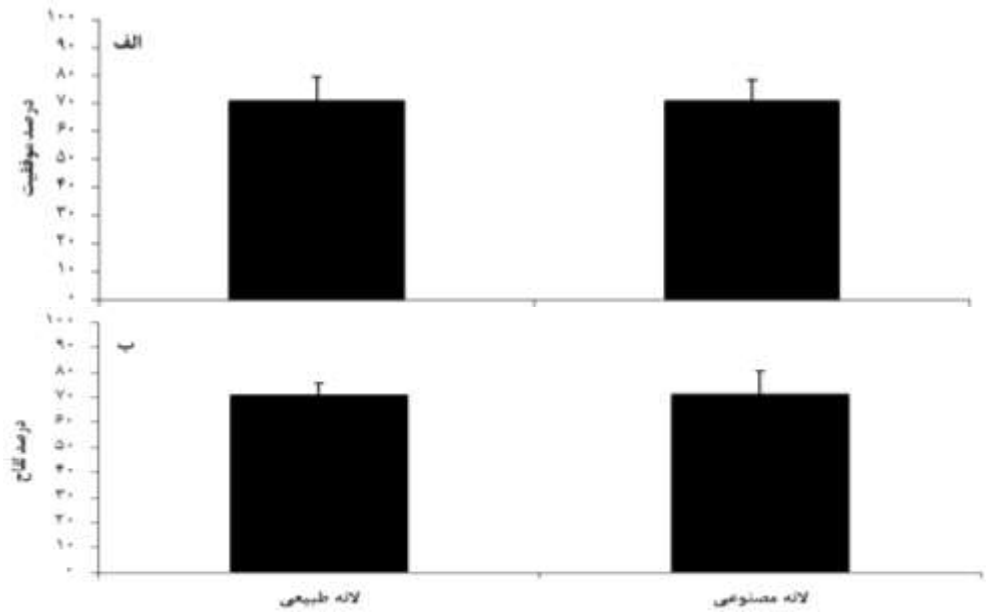
در مقایسه دو تیمار به صورت جداگانه، اختلافی در خصوص درصد موفقیت تخم‌ریزی و لقاح بین دو نوع لانه دیده نشد (شکل ۲ الف و ب)، اما این اختلاف در دو دمای متفاوت مشاهده شد، به‌طوری‌که بیشترین موفقیت تخم‌ریزی (۴/۲ ± ۸۹/۶٪) در دمای بالاتر ثبت گردید (شکل ۳ الف). همچنین درصد لقاح، اختلافی را بین دو دما نشان نداد (شکل ۳ ب).



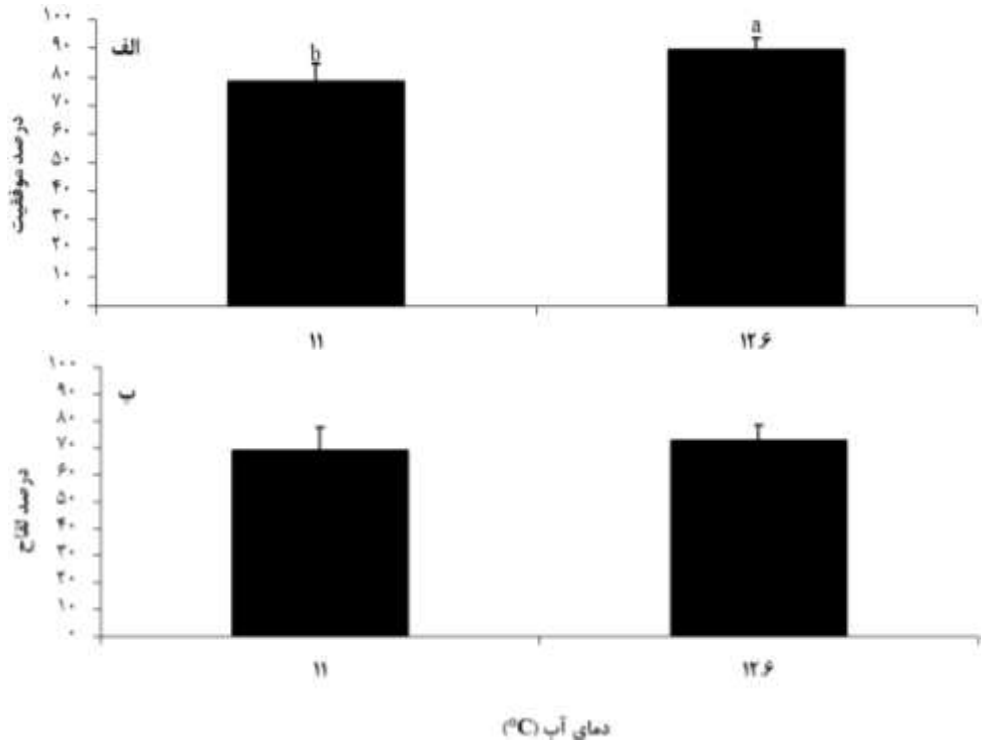
شکل ۱. لانه‌های حاوی تخم ماهی سوف در تحقیق حاضر. لانه طبیعی (الف)، لانه مصنوعی (ب).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1399.10.3.8.8]



شکل ۲. درصد موفقیت تخم‌ریزی (الف) و لقاح (ب) در ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*) با استفاده از بسترهای مختلف.



شکل ۳. درصد موفقیت تخم‌ریزی (الف) و لقاح (ب) در ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*) در دماهای مختلف. حروف متفاوت بر روی ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین دو گروه می‌باشد ($p<0.05$).

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که درصد موفقیت تخم‌ریزی در دمای بالاتر نسبت به دمای پایین‌تر بیشتر بود، درحالی‌که درصد لقاح، اختلافی را بین تیمارها نشان نداد. با توجه به اینکه تعداد نرهای بیشتری در دمای بالاتر در تولیدمثل مشارکت داشتند؛ به نظر می‌رسد اثر دمای مطلوب بر القای تولیدمثل و اسپرم‌ریزی نرها تأثیر بیشتری داشته است. مطالعات مختلف نیز اثر دمای مناسب بر القای اسپرم ریزینرها را نشان داده‌اند.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1399.10.3.8.8]

جدول ۱. مقدار تخم‌ریزی و درصد لقاح مولدین ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*) با استفاده از لانه‌های مختلف و در دو دمای متفاوت (میانگین ± انحراف معیار).

نوع لانه	دمای آب (°C)	درصد موفقیت تخم‌ریزی		درصد لانه‌های حاوی تخم	درصد لقاح
		نرها	ماده‌ها		
طبیعی	۱۱	۵۶/۳ ± ۸/۸	۷۸/۶ ± ۱۰/۱	۷۸/۶ ± ۱۰/۱	۶۹/۸ ± ۶/۰
	۱۲/۶	۷۵/۰ ± ۵/۱*	۸۷/۵ ± ۵/۹	۸۷/۵ ± ۵/۹	۶۸/۵ ± ۱۳/۴
مصنوعی	۱۱	۵۶/۳ ± ۴/۴	۷۸/۶ ± ۰/۰	۷۸/۶ ± ۰/۰	۷۲/۰ ± ۵/۷
	۱۲/۶	۷۱/۴ ± ۱۰/۱*	۹۱/۷ ± ۴/۲	۹۱/۷ ± ۴/۲	۷۳/۵ ± ۷/۸

*نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین دو گروه می‌باشد.

ماهی سوف معمولی در طبیعت عمدتاً بر روی ساختارهای گیاهی نظیر ریشه و شاخه گیاهان و گاهی مواقع شن و ماسه تخم‌ریزی می‌نماید (Lappalainen *et al*., 2003). نتایج مطالعات مختلف حاکی از این موضوع است که سوف معمولی بیشتر بستر با ترکیب گیاهی را برای تخم‌ریزی ترجیح می‌دهد. به‌عنوان مثال، مقایسه سه نوع بستر شامل برسهای فیبری بلند، چمن مصنوعی و پلاستیک صاف نشان داد هیچ تخم‌ریزی بر روی بستر پلاستیکی صورت نمی‌گیرد (Malinovskyi *et al*., 2018). در این مطالعه مشخص شد که عملکرد تولیدمثلی تفاوتی را بین دو لانه مصنوعی و طبیعی نشان نمی‌دهد. سایر مطالعات نشان داده‌اند که در بین بسترهای گیاهی نیز ترجیح ماهیان به تخم‌ریزی روی گیاهان خاصی است. به عنوان مثال، بسترهای مختلفی در Salford Quarys منچستر انگلستان برای تخم‌ریزی ماهیان مورد استفاده قرار گرفت. این بسترها شامل دسته‌های متفاوت از شاخ و برگ معلق در آب بود. نتایج نشان داد ماهی کلمه بر روی شاخه‌های بید و نوئل تخم‌ریزی می‌کند درحالی‌که سوف حاج طرخان بر روی شاخه‌های بید، افرای چناری، نوئل و تور پلاستیکی تخم‌ریزی می‌کند. ماهیان از شاخه‌های نمدار، بید گلابی و برگ بو استفاده نکردند (Nash *et al*., 1999). تجربیات قبلی در ارتباط با سوف معمولی نشان از ترجیح این ماهی به تخم‌ریزی روی بستر ساخته شده با ریشه درخت بید است (Horvath *et al*., 1984)، با این وجود، در مطالعه حاضر تفاوتی در استفاده از لانه‌های با جنس مختلف مشاهده نشد.

در مطالعه‌ای که توسط Čech و همکاران (۲۰۱۲) روی بسترهای تخم‌ریزی و فاکتورهای تأثیرگذار در انتخاب محل تخم‌ریزی سوف حاج طرخان انجام شد مشخص گردید که این ماهی چندان مقید به تخم‌ریزی روی بسترهای مصنوعی نبوده و اختلافی با مناطق خارج از بسترهای تخم‌ریزی مشاهده نشد؛ اما با ادامه فصل تخم‌ریزی، عمق تخم‌گذاری از ۴/۹ متر به ۱۲/۳ متر افزایش یافت. آن‌ها فاکتورهای تأثیرگذار بر انتخاب محل تخم‌ریزی را بادهای ایجادکننده امواج، امواج داخلی و ناپایداری دمای ستون آب دانستند.

علاوه بر جنس بستر، شکل و اندازه لانه نیز می‌تواند بر عملکرد تولیدمثل ماهیان اثرگذار باشد. در مطالعه حاضر، اندازه لانه‌های در نظر گرفته شده برای مولدین با وزن ۱۹۰۰ گرم ۵۰ × ۵۰ سانتیمتر بود. تأثیر شکل و اندازه بسترهای مصنوعی تخم‌ریزی بر ابقای تخم ماهی سوف آمریکای شمالی (*Sander vitreum*) نشان داد میزان تخم بر روی بستر با جنس سنگ آهک خرد شده زاویه‌دار نسبت به بستر سنگی آبرفتی گرد و همچنین در شن ریز و زبر نسبت به اندازه‌های بزرگ‌تر بیشتر بود (Crane and Farrell, 2013). این موضوع می‌تواند در مطالعات آتی در گونه سوف معمولی در نظر گرفته شود.

در حالت معمول، برای تخم‌ریزی ماهی سوف در تکثیر نیمه مصنوعی و کنترل شده از لانه استفاده می‌شود. این لانه‌ها عموماً از مواد طبیعی یا مصنوعی ساخته می‌شوند. نظر به هزینه‌کرد هر ساله و از بین رفتن لانه‌های با جنس طبیعی، می‌توان از لانه‌های با جنس مصنوعی نظیر چمن مصنوعی به شکل مربع و مساحت ۰/۲۵ مترمربع که مشابه با تحقیق حاضر بود استفاده کرد (Zakes and Demska-Zakes, 2009; Steenfeldt *et al*., 2015). البته مطالعات مختلف اندازه‌های دیگری برای لانه بیان کرده‌اند، به‌طوری‌که Salminen و Ruuhijarvi (۱۹۹۱) پیشنهاد استفاده از لانه ۰/۴۲ مترمربع را کرده‌اند اما این اندازه برای

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1399.10.3.8.8]

ماهیان بالای ۲۵۰۰ گرم مناسب تشخیص داده نشد. مطالعه Malinovskyi و همکاران (۲۰۱۸) استفاده از لانه‌های دایره‌ای ۰/۷۹ مترمربع با قطر ۸۹ سانتیمتر را بیان کرده‌اند چرا که تخم‌ها به‌خوبی بر روی آن‌ها توزیع شده و برای ماهیان با اندازه ۲۵۰۰-۲۰۰۰ گرم نیز مناسب است. به‌نظر می‌رسد برای مولدین با اندازه بزرگ‌تر، سایز لانه نیز باید افزایش یابد (Luczynski *et al*., 2007) چون تجمع تخم‌ها روی همدیگر می‌تواند سبب خفگی تخم و قارچ زدگی در طی دوره انکوباسیون شود. نتایج مطالعات قبلی نشان می‌دهند استفاده از لانه‌های طبیعی به دلیل پوسیدگی مواد موجب قارچزدگی بیشتر و تلفات تخم‌ها می‌شود (Kucharczyk *et al*., 2007a,b; Luczynski *et al*., 2007). به‌همین دلیل استفاده از بسترهای مصنوعی در اولویت استفاده قرار گرفته است (Zarski *et al*., 2015). به‌نظر می‌رسد به‌دلیل معایب لانه‌های طبیعی در آلوده کردن تخم و محیط زندگی، احتمال زنده‌مانی تخم می‌تواند در این نوع لانه‌ها کمتر باشد که در مطالعات بعدی قابل بررسی بیشتری است.

در استفاده از لانه‌های مختلف، توجه به این نکته حائز اهمیت است که تخم‌ها بتوانند به‌خوبی به بستر مورد نظر چسبیده و از آن تا زمان تفریخ جدا نشوند. نتایج این تحقیق تفاوتی را در این خصوص بین دو نوع بستر مورد آزمایش نشان نداد. عدم حرکت تخم ماهی به‌دلیل حساسیت بالا خصوصاً در مراحل اولیه انکوباسیون بسیار حائز اهمیت است، چراکه حرکت تخم می‌تواند سبب تلفات شدیدی شود. این زمان حساس در انکوباسیون در ماهیان مشابهی نظیر سوف آمریکای شمالی بین ۵-۳ روز گزارش شده است (Latif *et al*., 1999). بنابراین عدم حرکت تخم ماهی سوف در محیط حفاظت شده در جلوگیری از تلفات دوران اولیه بسیار مهم است و استفاده از بستر مناسب تخم‌ریزی که سبب چسبیدن تخم به آن شود می‌تواند کمک شایان توجهی به این موضوع نماید. البته ذکر این نکته ضروری است که ماهیت تخم سوف معمولی چسبنده بوده و به راحتی به بسترهای مختلفی می‌تواند چسبیده و تا زمان تفریخ ثابت بماند.

با نزدیکی تولیدمثل، مولد نر سوف اقدام به انتخاب لانه و تمیز کردن آن می‌نماید. در مطالعه حاضر، تفاوتی بین انتخاب لانه توسط مولدین نر مشاهده نشد و حضور نرها بر روی هر دو نوع لانه کاملاً ملموس بود، اما به‌نظر می‌رسد قرار دادن لانه‌های با بستر متفاوت در یک مخزن می‌تواند نتایج متفاوتی را در پی داشته باشد به‌گونه‌ای که در مطالعه Malinovskyi و همکاران (۲۰۱۸) مشخص شد نرها بیشتر علاقه‌مند به لانه‌های فرچه‌ای در مقایسه با چمن مصنوعی هستند، گواینکه این اختلاف معنی‌دار نبود. البته این نکته را نیز باید درنظر داشت که آماده‌سازی لانه‌های طبیعی توسط نرها نسبت به لانه‌های مصنوعی زمان بیشتری را می‌طلبد.

درصد لقاح در مطالعه حاضر بین دو بستر تفاوتی نداشت اما در دماهای مختلف کمی بیشتر بود که به‌نظر می‌رسد به‌دلیل مشارکت بیشتر نرها در تولیدمثل در دمای بالاتر باشد. تفاوت در درصد لقاح در دو دمای متفاوت می‌تواند ناشی از مطلوب‌تر بودن دمای ۱۲/۶ نسبت به ۱۱ درجه سانتی‌گراد برای تخم‌ریزی ماهی سوف باشد. بنابراین، طبق نتایج کسب شده به‌نظر می‌رسد دما پارامتر تأثیرگذاری بر عملکرد تولیدمثلی ماهی سوف معمولی باشد. تغییر دمای آب می‌تواند علاوه بر عملکرد تخم‌ریزی سبب تأثیر بر کیفیت انکوباسیون و درصد تفریخ در گونه‌های مختلف گردد (Okunsebor *et al*., 2015; Tseng *et al*., 2017; Aanand and Rajeswari, 2018). این موضوع در برخی گونه‌ها مانند ماهی قرمز (*Carassius auratus*) که معمولاً بر روی پوشش‌های گیاهی شناور و در مکان‌های کم‌عمق تخم‌ریزی می‌کنند و دمای محیط ممکن است در طول دوره انکوباسیون و توسعه جنینی تغییر کند از اهمیت بیشتری برخوردار باشد (Wiegand *et al*., 1988).

Kucharczyk و همکاران (۲۰۰۷a,b) و Zakes و Demska-Zakes (۲۰۰۹) دمای مناسب برای تولیدمثل سوف معمولی را ۱۶-۱۴ °C گزارش نموده‌اند. البته دماهای پایین‌تر از این دما اثری روی نرخ اوولاسیون ندارد اما مدت زمان رسیدگی را طولانی‌تر می‌کند و باعث عدم هم‌زمانی رسیدگی مولدین می‌شود (Zarski *et al*., 2010). این مورد در دمای پایین‌تر نسبت به دمای بالاتر در تحقیق حاضر نیز مشاهده شد.

نتایج این مطالعه نشان داد با اینکه تفاوت چندانی بین بستر طبیعی و مصنوعی در دو دمای مختلف وجود ندارد اما درصد پاسخ‌دهی بیشتر مولدین خصوصاً نرها و مزایایی که لانه‌های مصنوعی شامل آماده‌سازی راحت‌تر و هزینه‌های پایین‌تر در طول

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1399.10.3.8.8]

استفاده‌های چندین ساله خواهد داشت می‌تواند مورد استفاده در تکثیر کنترل شده ماهی سوف معمولی قرار گیرد. همچنین توجه به دمای مطلوب تخم‌ریزی این ماهی می‌تواند منجر به افزایش بازدهی و راندمان تولیدمثل گردد. با توجه به اهمیت بازسازی ذخایر ماهیان در خطر، نظیر سوف معمولی، تولیدمثل نیمه مصنوعی این ماهی با استفاده از یافته‌های نوین که منجر به افزایش عملکرد تولید خواهد شد می‌تواند به حفظ جمعیت‌های طبیعی این گونه ارزشمند منجر شود.

تشکر و قدردانی

این مطالعه با حمایت‌های معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه گیلان و اداره کل شیلات استان گیلان انجام شد. نویسندگان از همکاری پرسنل مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسفپور سیاهکل خصوصاً آقای بهمن مکنتخواه به جهت همکاری در این مطالعه تشکر می‌نمایند.

منابـع

Aanand, S., Rajeswari, C. 2018. Effect of water temperature on egg development of common carp (*Cyprinus carpio*). International Journal of Recent Scientific Research. 9: 24567-24570.

Balon, E.K., Momot, W.T., Regier, H.A. 1977. Reproductive guilds of percids: Results of the paleogeographical history and ecological succession. Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 34: 1910-1921.

Crane, D.P., Farrell, J.M. 2013. Spawning substrate size, shape, and siltation influence walleye egg retention. North American Journal of Fisheries Management. 33: 329-337.

Čech, M., Vejřík, L., Peterka, J., Říha, M., Muška, M., Jůza, T., Kubečka, J. 2012. The use of artificial spawning substrates in order to understand the factors influencing the spawning site selection, depth of egg strands deposition and hatching time of perch (*Perca fluviatilis* L.). Journal of Limnology. 71: 170-179.

Dustin, J.A., Jacobson, P.C. 2003. Evaluation of sperm Walleye spawning habitat improvement projects in streams. Minnesota Department of Natural Resources. Investigation Reports 502, St. Paul, USA.

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. August 15-18, Trondheim, Norway.

Falahatkar, B., Poursaeid, S., Efatpanah, I., Meknatkhah, B., 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.

FAO. 2018. Fishery statistical collections; global aquaculture production. Retrieved from https://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/query/en.

Farrell, J.M. 2011. Reproductive success of sympatic Northen Pike and Muskellunge in an upper St. Lawrence River bay. Transactions of the American Fisheries Society. 94: 358-362.

Feiner, Z.S., Höök, T.O. 2015. Environmental biology of percid fishes. In: Kestemont, P., Dabrowski, K., Summerfelt, R.C. (eds.). Biology and culture of percids fishes. Berlin, Germany, Springer. pp. 61-100.

Gillet, C., Dubois, J.P. 1995. A survey of the spawning of perch (*Perca fluviatilis*), pike (*Esox lucius*), and roach (*Rutilus rutilus*), using artificial spawning substrate in lakes. Hydrobiologia. 300-301: 409-414.

Horvath, L., Tamas, G., Tolg, I. 1984. Special Methods in Pond Fish Husbandry. Budapest, Akademia Kiado. 147 p.

Kucharczyk, D., Kestemont, P., Mamcarz, A. 2007a. Artifcial Reproduction of Pikeperch. Mercurius, Olsztyn, Poland, 80 p.

Kucharczyk, D., Szkudlarek, M., Tagonska, K., Bienkiewicz, M., Kestemont, P., Kwiatkowski, M., Krejszeff, S., Kujawa, R., Łuczyński, M.J., Szczerbowski, A. 2007b. Egg fertilization and incubation. In: Kucharczyk, D., Kestemont, P., Mamcarz, A. (eds.). Artificial reproduction of pikeperch. Olsztyn, Mercurius, 51-57.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1399.10.3.8.8]

Lappalainen, J., Dörner, H., Wysujack, K. 2003. Reproductive biology of pikeperch (*Sander lucioperca* L.)–A review. Ecology of Freshwater Fish. 12: 95-106.

Latif, M.A., Bodaly, R.A., Johnston, T.A., Fudge, R.J.P. 1999. Critical stage in developing Walleye eggs. North American Journal of Aquaculture. 61: 34-37.

Lehtonen, H., Lappalainen, J., Kervinen, J., Fontell, E. 2006. Spatial distribution of spawning sites of pikeperch [*Sander lucioperca* (L.)] in a highly eutrophic clay-turbid lake-Implications for management. Journal of Applied Ichthyology. 22: 540-542.

Luczynski, M.J., Kucharczyk, D., Szczerbowski, A., Szkudlarek, M., Mamcarz, A., Gomulka, P. 2007. State of art of pikeperch reproduction-a short review. In: Kucharczyk, D., Kestemont, P., Mamcarz, A. (eds.). Artificial reproduction of pikeperch. Olsztyn, Mercurius. pp. 10-16.

Malinovskyi, O., Veselý, L., Blecha, M., Křišťan, J., Policar, T. 2018. The substrate selection and spawning behaviour of pikeperch *Sander lucioperca* L. broodstock under pond conditions. Aquaculture Research. 49: 3541-3547.

Nash, K.T., Hendry, K., Cragg-Hine, D. 1999. The use of brushwood bundles as fish spawning media. Fisheries Management and Ecology. 6: 349-355.

Okunsebor, S.A., Ofojekwu, P.C., Kakwi, D.G., Audu, B.S. 2015. Effect of temperature on fertilization, hatching and survival rates of *Heterobranchus bidorsalis* eggs and hatchlings. British Journal of Applied Science and Technology. 7: 372-376.

Pankhurst, N., Purser, G., Van Der Kraak, G., Thomas, P., Forteath, G. 1996. Effect of holding temperature on ovulation, egg fertility, plasma levels of reproductive hormones and in vitro ovarian steroidogenesis in the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture. 146: 277-290.

Probst, W.N., Stoll, S., Hofmann, H., Fischer, P., Eckmann, R. 2009. Spawning siteselection by Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.) in relation to temperatureand wave exposure. Ecology of Freshwater Fish. 18: 1-7.

Salminen, M., Ruuhijärvi, J. 1991. Production of pike-perch (*Stizostedion lucioperca*) fry: procedures and devices. In: Lavens, P., Sorgeloos, P., Jaspers, E., Ollevier, F. (eds.). Larvi '91. Fish and crustacean larviculture symposium. Gent, Belgium: EAS Special Publication 15, 287-289.

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.C. (eds.). Biology and culture of percids fishes. Berlin, Germany, Springer, 817-841.

Tseng, M.C., Yang, D.H., Yen, T.B. 2017. Comparative study on hatching rate, survival rate, and feminization of *Onychostoma barbatulum* (Pellegrin, 1908) at different temperatures and examining sex change by gonad and karyotype analyses. Zoological Studies. 56: 1-16.

Wiegand, M.D., Buchanan, L.G., Loewen, J.M., Hewitt, C.M. 1988. Effects of rearing temperature on development and survival of embryonic and larval goldfish. Aquaculture. 71: 209-222.

Zakes, Z., Demska-Zakes, K. 2009. Controlled reproduction of pikeperch *Sander lucioperca* (L.): A review. Archives of Polish Fisheries. 17: 153-170.

Zarski, D., Kucharczyk, D., Sasinowski, W., Targońska, K., Mamcarz, A. 2010. The in£uence of temperature on successful reproductions of Burbot, *Lota lota* (L.) under hatchery conditions. Polish Journal of Natural Sciences. 25: 93-105.

Zarski, D., Horvath, A., Held, J.A., Kucharczyk, D. 2015. Artificial reproduction of percid fishes. In: Kestemont, P., Dabrowski, K., Summerfelt, R.C. (eds.). Biology and culture of percids fishes. Berlin, Germany, Springer. pp. 124-156.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1399.10.3.8.8]