مجله علمی شیلات ایران ۳۰(٤) ۷۹-۹۳
(DOI): 10.22092/ISFJ.2021.125189
(DOR): 20.1001.1.10261354.1400.30.4.7.8

مقاله علمی – پژوهشی:

مقایسه تأثیر هیپوکلریت سدیم و گل رس در رفع چسبندگی تخم لقاح یافته تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii* Brandt, 1869)

بهرام فلاحتکار*[۱]، حدیثه علیزاده[۲]، حامد عبدالله پور[۱]، نغمه جعفری[۱]، مهدی رحمتی[۳]

*falahatkar@guilan.ac.ir

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

۲- گروه شیلات، دانشکده علوم دام و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

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

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱٤۰۰ تاریخ پذیرش: مرداد ۱٤۰۰

چکیده

در مطالعه حاضر، از هیپوکلریت سدیم با غلظت ۰/۰۱٪ به‌مدت ۵ دقیقه به عنوان تکنیکی جدید برای رفع چسبندگی تخم لقاح یافته تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) استفاده و کارایی آن با محلول گل رس مقایسه گردید. کم‌ترین درصد تخم‌های مرده و قارچ‌زده (۲/۱۰±۳۷/۷۸ درصد) و بیش‌ترین درصد لقاح (۱/۷۵±۶۹/۳۵ درصد) و تبدیل تخم به لارو (۲/۱۰±۶۲/۲۱ درصد) در تخم‌های رفع چسبندگی شده با هیپوکلریت سدیم مشاهده شد ($p<0/05$). همچنین بیش‌ترین میزان وزن (۰/۲۳±۱۳/۰۳ میلی‌گرم) و طول (۰/۱۷±۱۱/۸۲ میلی‌متر) لارو به‌دست آمده در تیمار رفع چسبندگی شده با هیپوکلریت سدیم دیده شد که با تیمار گل رس اختلاف معنی‌داری داشت ($p<0/05$). مدت زمان انکوباسیون نیز بین تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت ($p<0/05$)، به‌طوری‌که تیمار رفع چسبندگی شده با گل رس دارای بیشترین مدت زمان انکوباسیون (۲۱/۶۲±۲۰۹۳/۷۵ ساعت-درجه) بود. نتایج این مطالعه نشان داد استفاده از هیپوکلریت سدیم با غلظت ۰/۰۱٪ روشی آسان، ارزان و سریع برای رفع چسبندگی تخم تاسماهی سیبری می‌باشد.

لغات کلیدی: *Acipenser baerii*، تکثیر مصنوعی، رفع چسبندگی تخم، هیپوکلریت سدیم

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.7.8]

مقدمه

اهمیت آبزی‌پروری ماهیان خاویاری به دلیل گوشت بدون استخوان و خاویار با ارزش آنهاست (Carmona *et al*., 2009). بر طبق نظر اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت، جمعیت طبیعی اکثر گونه‌های ماهیان خاویاری به‌شدت کاهش یافته است و بیش از ۸۵٪ از آنها در معرض خطر انقراض قرار دارند (Bronzi *et al*., 2019). صید بی‌رویه، از بین رفتن زیستگاه، کاهش کیفیت آب و آلودگی‌ها و ساخت سد بر رودخانه‌ها که موجب تخریب مکان‌های طبیعی تخم‌ریزی شده، از دلایل اصلی موضوع مذکور می‌باشند (Falahatkar *et al*., 2011). لذا، تولید آنها وابسته به تکثیر مصنوعی می‌باشد. از این‌رو، لازم است با استفاده از تکنیک‌های جدید و مناسب، راهکارهایی ایجاد شود تا با کم‌ترین هزینه و وقت، کارایی تولید به حداکثر ممکن برسد.

تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) یکی از انواع ماهیان خاویاری است که در بسیاری از نقاط جهان جهت تولید گوشت و خاویار مورد پرورش قرار می‌گیرد (علیزاده و همکاران، ۱۳۹۷). این ماهی از گونه‌های با ارزش تجاری است که از استعداد قابل توجهی برای پرورش در شرایط محصور برخوردار است (Williot *et al*., 2002). رشد سریع، کوتاه بودن دوره رسیدگی جنسی، گستردگی و تنوع در رژیم غذایی موجب شده است که این گونه به عنوان یکی از گونه‌های اصلی در پرورش گوشتی ماهیان خاویاری آب شیرین معرفی گردد (نجفی پور مقدم و همکاران، ۱۳۹۰؛ Falahatkar, 2018).

در بیوتکنیک تکثیر مصنوعی توجه به لقاح و حفظ تخم‌های لقاح یافته، از ضرورت‌های این امر به‌شمار می‌آید که همچنان نیازمند بهینه‌سازی و نوآوری است. در طبیعت پس از تخم‌ریزی ماهی و انجام لقاح، در پوسته تخمک خاصیت چسبندگی ایجاد می‌شود و تخمک‌ها به اجسام موجود در بستر رودخانه می‌چسبند. این خاصیت مانع از شستشو و حرکت تخم‌ها به‌سمت پایین رودخانه می شود تا لاروها از آنها خارج گردد (Jakobsen, 2009). ماهیت چسبناک تخم‌های ماهیان خاویاری یکی از مشکلاتی است که تولید تفریخگاهی آنها را محدود می‌کند. یکی از فاکتورهای مهم در تکثیر مصنوعی، رفع چسبندگی تخمک‌هاست (Linhart *et al*., 2000; Gela *et al*., 2003). پس از لقاح، فضای پری‌ویتلین بین سطح زرده و غشاء داخلی تخمک ایجاد می‌شود. لایه خارجی کوریون (زونارادیاتای خارجی) از اجزای موکوپلی‌ساکارید تشکیل شده است که منبع اصلی چسبندگی تخمک می‌باشند (Cherr and Clark, 1982, 1984, 1985; Verreth and Meyling, 1989; Riehl and Patzner, 1998). چسبندگی تخمک‌ها برای لقاح مشکلی ایجاد نمی‌کند، اما طی انکوباسیون موجب به‌هم چسبیدن تخمک‌ها و کاهش تبادلات گازی، افزایش تلفات به دلیل تأثیر قارچ‌ها و در نهایت کاهش نرخ تفریخ و بقای جنین می‌شود (Linhart *et al*., 2000; Gela *et al*., 2003; Siddique *et al*., 2014).

بر اساس شرایطی که تخمک‌ها در آن انکوبه می‌شوند، روش رفع چسبندگی تخمک تعیین می‌شود. چندین روش برای از بین بردن چسبندگی تخمک‌های ماهیان خاویاری به صورت تجربی استفاده شده است (Bouchard and Aloisi, 2002; Mohler, 2003; Chebanov *et al*., 2004; Kujawa *et al*., 2010; Chebanov and Galich, 2011)، اما روش‌های بهینه هنوز توسعه نیافته‌اند. مواد رایج مورد استفاده جهت رفع چسبندگی شامل، سیلت معدنی، شیر، تالک و رس آبی رنگ یا نوعی رس با عنوان Fuller's earth می‌باشند که به‌طور

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.7.8]

مکانیکی بر سطح غشاء تخمک عمل می‌کنند (Monaco and Doroshov, 1983; Chebanov and Galich, 2011).

علاوه بر روش‌های مکانیکی و سوسپانسیون‌های شیر، تالک و رس، روش‌های شیمیایی رفع کننده چسبندگی با استفاده از محلول Woynarovich، اسید تانیک و آنزیم‌های پروتئولیتیک و پلی‌ساکارید نیز گسترش یافته است (Woynarovich and Woynarovich, 1980; Gela *et al*., 2003; Linhart *et al*., 2003; 2004; Carral *et al*., 2006; Żarski *et al*., 2013). نسخه‌های بهبود یافته این روش‌ها در پرورش ماهیان خاویاری استفاده شده است، اما هیچ یک نتوانستند زمان تیمار را به کم‌تر از ۴۰ دقیقه کاهش دهند و یا عوارض جانبی مؤثر بر نرخ بقا و تفریخ را از بین ببرند (Pšeničkа, 2016).

استفاده از یک روش مؤثر و کارآمد در رفع چسبندگی تخم موجب افزایش زنده مانی جنین و نرخ تفریخ می‌شود (Linhart *et al*., 2000; Gela *et al*., 2003) که این امر از نظر تحقیقاتی و نیز برای مزارع پرورش ماهی مفید است. روش‌های رفع چسبندگی اولاً نباید باعث سخت شدن دیواره تخمک شود، زیرا میزان تخم‌گشایی کاهش می‌یابد و ثانیاً باید موجب ضدعفونی شدن تخم نیز شود (Pšeničkа, 2016). فاکتورهای متعددی مانند زمان مورد نیاز برای رفع چسبندگی، کمیت لارو به‌دست آمده است و هزینه اجرای روش در مقیاس وسیع، مناسب بودن یک ماده را برای رفع چسبندگی تعیین می‌کند (Al Hazzaa and Hussein, 2003). مدت زمان رفع چسبندگی به گونه ماهی بستگی دارد (Chebanov and Galich, 2011). از آن‌جایی‌که طولانی بودن زمان شستشو تأثیر منفی بر جنین و لقاح دارد (فلاحتکار و همکاران، ۱۳۹۷)، ماده‌ای که بتواند این زمان را کاهش دهد، مناسب‌تر می‌باشد. همچنین یکی دیگر از فاکتورهای اصلی انتخاب ماده رفع کننده چسبندگی، کمیت لارو تولیدی است.

گرچه چندین روش برای از بین بردن چسبندگی تخم‌های کپور ماهیان (Schoonbee and Brandt, 1982; Linhart *et al*., 2000, 2003; Gela *et al*., 2003; Carral *et al*., 2006; Kujawa *et al*., 2010)، گربه ماهی اروپایی (*Silurus glanis*) (Horvath, 1980; Proteau *et al*., 1994; Linhart *et al*., 1997, 2003, 2004)، سوف ماهیانی مانند سوف چشم مات (*Sander vitreus*) (Rinchard *et al*., 2005) و سوف معمولی (*Sander lucioperca*) (Demska-Zakęś *et al*., 2005; Kucharczyk *et al*., 2007; Żarski *et al*., 2013) توسعه یافته است، اما همچنان روش‌های رفع چسبندگی تخمک‌های ماهیان خاویاری محدود می‌باشد.

استفاده از گل رس یکی از قدیمی‌ترین روش‌های رفع چسبندگی است. امروزه این روش در بسیاری از مراکز تکثیر ماهیان خاویاری ایران به‌کار برده می‌شود. روش کار، به‌هم زدن تخم‌ها در سوسپانسیون گل رس ۱۰ درصد به مدت نسبتاً طولانی (تا ۴۵ دقیقه) می‌باشد که علاوه بر زمان‌بر بودن، موجب دستکاری شدید و طولانی مدت تخم‌ها می‌شود (Monaco and Doroshov, 1983) و درصد تفریخ کم‌تری می‌تواند ایجاد کند (Kowtal *et al*., 1986; Linhart *et al*., 2000, 2003). همچنین مطالعه جدید نشان می‌دهد که به‌هم زدن نامناسب تخم در زمان رفع چسبندگی سبب ایجاد پلی‌پلوئیدی در ماهیان خاویاری می‌شود (Van Eenennaam *et al*., 2020).

با توجه به اهمیت استفاده از تکنیک‌های جدید که دارای کارایی بالا هستند و هزینه و زمان کم‌تری را برای

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.7.8]

شستشوی تخم‌ها صرف کنند، می‌بایست از مواد جدید برای رفع چسبندگی استفاده نمود. نظر به سنتی بودن روش رفع چسبندگی تخم در لقاح تاسماهیان در شرایط کارگاهی کشور و نیاز به ارتقای آن در بهبود عملکرد تولید مثلی، این مطالعه با هدف مقایسه کارایی محلول هیپوکلریت سدیم با محلول گل رس برای رفع چسبندگی تخم تاسماهی سیبری در راستای افزایش راندمان تولید در مرحله انکوباسیون تکثیر ماهیان خاویاری صورت گرفت.

مواد و روش کار

ماهی و القای تولید مثل

این پژوهش در فروردین ماه سال ۱۴۰۰ در مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور سیاهکل واقع در استان گیلان، انجام شد. بدین منظور، مولدین نر و ماده پرورشی تاسماهی سیبری در مخازن فایبرگلاس ۴ مترمکعبی به صورت جداگانه نگه‌داری شدند. علاوه بر بررسی ظاهری مولدین، با نمونه‌برداری از تخمک‌های مولدین ماده و تعیین میزان مهاجرت هسته تخمک به طرف قطب حیوانی (شاخص قطبیت)، مناسب بودن مولدین جهت تزریق هورمون مشخص شد (Van Eenennaam *et al*., 2001). وزن مولدین ماده و نر به‌ترتیب ۷ و ۵ کیلوگرم تعیین شد. سپس جهت القای رسیدگی، هورمون LHRHa2 (pGlu-His-Trp-Ser-His-Gly-Ttp-Arg-Pro-Gly-NH2; San Shen Ningbo, Sheng, China) به‌میزان ۷ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن ماده و ۳/۵ میکروگرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن نر به مولدین تزریق شد. تزریق مولدین ماده در دو مرحله به‌ترتیب به میزان ۲۰٪ و ۸۰٪ با فاصله زمانی ۱۰ ساعت و مولدین نر در یک مرحله همزمان با تزریق اول ماده‌ها صورت گرفت (Chebanov and Galich, 2011).

لقاح و شستشوی تخمک

۲۰ ساعت پس از تزریق نهایی، تخمک‌ها به روش مالش شکمی و ریزبرش مجرای تخمک‌بر (Pourasadi *et al*., 2009) و بدون کشتن مولد استحصال شد. پس از جداسازی مایع تخمدانی و نمونه‌برداری تخمک جهت محاسبه تعداد در گرم، وزن کل تخمک استحصالی توزین شد و به نسبت ۱ درصد به ازای هر کیلوگرم تخمک با اسپرم با تراکم و تحرک مناسب حاصل از ۲ مولد نر به روش نیمه مرطوب لقاح داده شد و بلافاصله مقداری آب کارگاه به آن اضافه شد و پس از ۵ دقیقه هم‌زدن، آب حاوی اسپرم اضافه تخلیه گردید. پس از لقاح، تخم‌ها به ۲ تیمار (هر تیمار دارای ۴ تکرار ۱۵ گرمی تخمک با تعداد ۶۵ عدد در هر گرم) تقسیم و مطابق غلظت‌ها و زمان‌های مذکور در جدول ۱، شستشو و در سبدهای مخصوص با ابعاد ۱۲/۶×۱۲/۶ سانتی‌متر به تعداد ۴ تکرار برای هر تیمار به جعبه‌های انکوباتور یوشچنکوی ضد عفونی شده، منتقل شدند. گل رس مورد استفاده از بخش تکثیر کارگاه و هیپوکلریت سدیم با غلظت ۵/۲۵ درصد از شرکت گلرنگ (تهران، ایران) تهیه گردید.

جدول ۱: مشخصات تیمارهای مورد استفاده در تحقیق حاضر برای رفع چسبندگی تخم لقاح یافته تاسماهی سیبری)

Table 1: Specification of used treatments in the present study for de-adhesion of fertilized eggs of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*)

ماده رفع چسبندگی	غلظت (درصد)	مدت شستشوی تخم‌ها (دقیقه)
هیپوکلریت سدیم	۰/۰۱	۵
گل رس	۱۰	۴۵

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.7.8]

شاخص‌های انکوباسیونی

۲۴ ساعت پس از شروع انکوباسیون، درصد لقاح برای تیمارها محاسبه شد. طی دوره انکوباسیون، تخم‌های قارچ زده و مرده به صورت روزانه شمارش و به روش فیزیکی جدا گردیدند. در پایان دوره، شاخص‌های انکوباسیون همچون درصد قارچ زدگی، درصد تفریخ، بازماندگی و وزن و طول لارو در تیمارهای مختلف محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفتند. فاکتور وضعیت لاروها نیز از طریق فرمول زیر محاسبه شد (فلاحتکار، ۱۳۹۴):

فاکتور وضعیت = (وزن/طول کل^3) ×۱۰۰

طی دوره انکوباسیون پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل دما، pH و اکسیژن محلول اندازه‌گیری شد که دمای متوسط آب ۱±۱۶/۸ درجه سانتی‌گراد، pH، ۷/۷-۷/۹ و اکسیژن محلول ۰/۱±۷/۸ میلی‌گرم در لیتر بود.

روش تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

برای بررسی آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS (IBM SPSS Statistics V22, Armonk, USA) استفاده شد. جهت کنترل نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk)، و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش Independent-Samples t-test با درصد خطای ۵ درصد استفاده شد.

نتایج

در این بررسی شاخص‌های انکوباسیون همچون درصد لقاح، درصد قارچ زدگی، درصد تفریخ و مدت زمان انکوباسیون در تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($p<0/05$؛ جدول ۲).

جدول ۲: شاخص‌های انکوباسیونی در تیمارهای رفع چسبندگی شده تخم تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) با محلول‌های هیپوکلریت سدیم و گل رس (میانگین±خطای استاندارد)

Table 2: Incubation indices in de-adhesion treatments of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) eggs with sodium hypochlorite and clay solutions (mean±SE)

شاخص‌های انکوباسیونی	ماده رفع کننده چسبندگی	
	هیپوکلریت سدیم	گل رس
درصد لقاح	۶۹/۳۵±۱/۷۵***	۴۹/۸۲±۰/۲۸
درصد قارچ زدگی	۳۷/۷۸±۲/۱۰	۷۹/۴۳±۳/۶۷***
درصد تفریخ	۶۲/۲۱±۲/۱۰***	۲۰/۵۶±۳/۶
مدت زمان انکوباسیون (ساعت-درجه)	۱۹۷۶/۵۰±۲۱/۶۲	۲۰۹۳/۷۵±۲۱/۶۲**

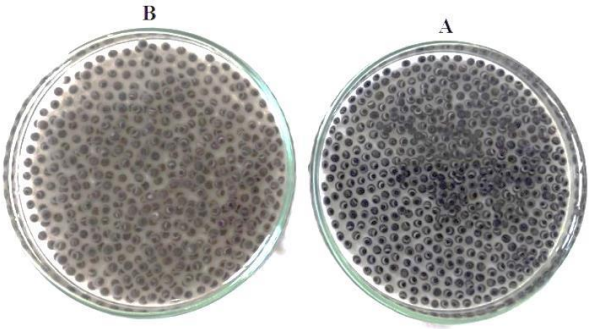
$p<0/001$ ***؛ $p<0/05$ **

بیش‌ترین درصد لقاح (۱/۷۵±۶۹/۳۵٪) و درصد تفریخ (۲/۱۰±۶۱/۲۱٪) و همچنین کم‌ترین میزان قارچ زدگی (۲/۱۰±۳۷/۷۸٪) و مدت زمان انکوباسیون (۲۱/۶۲±۱۹۶۷/۵۰ ساعت-درجه) در تیمار رفع چسبندگی شده با محلول هیپوکلریت سدیم مشاهده شد (جدول ۲). در شکل‌های ۱ و ۲ وضعیت تخم‌های رفع چسبندگی شده با استفاده از دو روش نشان داده شده است.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

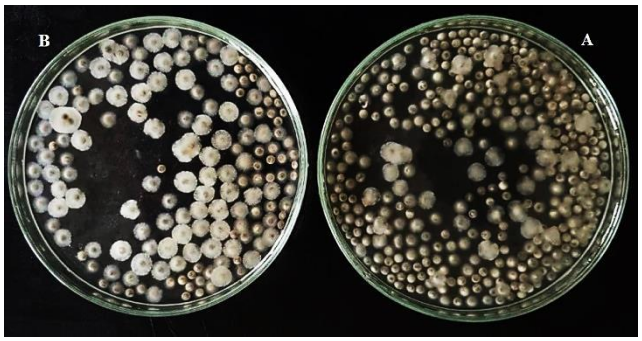
[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.7.8]

وزن و طول کل لاروهای حاصل از تخم‌های رفع چسبندگی شده با محلول هیپوکلریت سدیم به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار گل رس بود ($p<۰/۰۵$)، اما در شاخص فاکتور وضعیت لاروهای دو گروه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$؛ جدول ۳).



شکل ۱: تخم‌های رفع چسبندگی شده تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) با محلول‌های هیپوکلریت سدیم (A) و گل رس (B)

Figure 1: De-adhesion eggs of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) with sodium hypochlorite (A) and clay (B) solutions



شکل ۲: قارچ‌زدگی در تخم‌های رفع چسبندگی شده تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) با محلول‌های هیپوکلریت سدیم (A) و گل رس (B)

Figure 2: Fungal infection in de-adhesion eggs of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) with sodium hypochlorite (A) and clay (B) solutions

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.7.8]

جدول ۳: وزن، طول کل و فاکتور وضعیت لاروهای حاصل از تخم‌های رفع چسبندگی شده تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) با محلول‌های هیپوکلریت سدیم و گل رس (میانگین±خطای استاندارد)

Table 3: Weight, length and condition factor of larvae from de-adhesion eggs of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) with sodium hypochlorite and clay solutions (mean±SE)

پارامتر	ماده رفع کننده چسبندگی	
	هیپوکلریت سدیم	گل رس
وزن لارو (میلی‌گرم)	۱۳/۰۳±۰/۲۳**	۱۲/۱۶±۰/۲۸
طول لارو (میلی‌متر)	۱۱/۸۲±۰/۱۷**	۱۰/۵۴±۰/۴۳
فاکتور وضعیت	۰/۵۴±۰/۰۲	۰/۵۹±۰/۰۲

** $p<۰/۰۵$

بحث

یکی از علل اصلی مرگ و میر تخم‌ها در دوره انکوباسیون رشد قارچ ساپرولگنیا و خفگی تخم‌ها به‌علت چسبندگی آنها به یکدیگر است (Doroshov *et al*., 1983). به‌طور معمول، در کارگاه‌های تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری کشور، تخمک‌ها پس از لقاح با اسپرم بلافاصله با محلول گل رس به‌مدت ۴۵ دقیقه شستشو داده می‌شوند تا چسبندگی آنها برطرف گردد، اما این محلول به دلایلی متفاوت، مشکلاتی را برای انکوباسیون تخم‌ها ایجاد می‌کند و در نهایت سبب کاهش درصد و بازماندگی آنها می‌شود. در این مطالعه، کارایی رفع چسبندگی تخم تاسماهی سیبری با محلول هیپوکلریت سدیم با گل رس مقایسه شد. نتایج نشان داد استفاده از هیپوکلریت سدیم سبب تغییرات مثبت چشمگیر در تمام شاخص‌ها در دوره انکوباسیون شد. این نتایج با صرف زمان کوتاه (۵ دقیقه) و با ماده‌ای ارزان قیمت (هیپوکلریت سدیم) و با دوز بسیار پایین به‌دست آمد.

مطالعات کمی در ارتباط با استفاده از هیپوکلریت سدیم جهت رفع چسبندگی تخم ماهیان خاویاری انجام شده است. تأثیر مثبت نتایج این مطالعه ثابت کرد که استفاده از هیپوکلریت سدیم در بهبود شاخص‌های انکوباسیونی تاسماهی سیبری همسو با مطالعات مشابه در برخی گونه‌های دیگر است. فلاحتکار و همکاران (۱۳۹۷)، از هیپوکلریت سدیم با غلظت ۰/۰۳ درصد به مدت ۴۰ ثانیه برای رفع چسبندگی تخم لقاح یافته ازون برون (*Acipenser stellatus*) استفاده کردند و کارایی آن را با برخی مواد متداول (کائولین، اسید تانیک و گل رس) مقایسه و کم‌ترین درصد تخم‌های مرده و بیش‌ترین درصد تبدیل تخم به لارو را در تخم‌های رفع چسبندگی شده با هیپوکلریت سدیم مشاهده کردند. Pšenička (۲۰۱۶) گزارش کرد که هیپوکلریت سدیم با غلظت ۰/۰۳ درصد به‌مدت ۴۰ ثانیه در مقایسه با سایر روش‌های رفع چسبندگی (گل رس، NaCl، اوره و اسید تانیک) می‌تواند بدون آسیب به تخم، رشد و نمو جنین و تفریخ، چسبندگی تخم استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) را از بین ببرد. در مطالعه‌ای دیگر، Pšenička (۲۰۱۸) از هیپوکلریت سدیم با غلظت‌های ۰/۰۲۵-۰/۰۵ درصد به مدت ۴۰ ثانیه برای رفع چسبندگی تخم اردک ماهی (*Esox lucius*) استفاده و گزارش کرد که نرخ لقاح و تفریخ، مشابه تیمارهای رفع چسبندگی با گل رس و شیر

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.7.8]

بود، اما تعداد لاروهای تفریخ شده در تیمار هیپوکلریت سدیم به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. Pseničkа و Franěk (۲۰۲۰) اثر هیپوکلریت سدیم با غلظت ۰/۳ میلی‌گرم در لیتر را به مدت ۴۰ ثانیه در رفع چسبندگی تخم گربه ماهی اروپایی با آنزیم آلکالاز مقایسه و گزارش کردند که میزان لقاح و تفریخ در تیمار رفع چسبندگی شده با هیپوکلریت سدیم بالاتر بود، اما اختلاف معنی‌داری نداشت. آنها بیان کردند که می‌توان از هیپوکلریت سدیم به عنوان یک روش مناسب و ارزان‌قیمت جهت رفع چسبندگی تخم گربه ماهی اروپایی استفاده کرد.

در حال حاضر، روش‌های مختلف زیادی برای رفع چسبندگی تخم ماهیان مختلف استفاده می‌شود که بر اساس روش عمل به روش‌های مکانیکی (استفاده از سوسپانسیون رس، شیر و تالک)، آنزیمی (استفاده از آنزیم‌های آلکالاز، هیالورونیداز و تریپسین) و شیمیایی (استفاده از اوره، نمک طعام و اسید تانیک) طبقه‌بندی می‌شوند (Woynarovich and Woynarovich, 1980; Monaco and Doroshov, 1983; Linhart *et al*., 2000; Gela *et al*., 2003; Linhart *et al*., 2004; Carrel *et al*., 2006; Żarski *et al*., 2013). این روش‌ها با اعمال یکسری تغییرات برای رفع چسبندگی تخم ماهیان خاویاری نیز به‌کار رفته‌اند، اما در کاهش مدت زمان رفع چسبندگی چندان مؤثر نبوده یا اثرات سوء بر میزان بقا و تخم‌گشایی داشته‌اند. برای مثال، زمان لازم برای رفع چسبندگی با سوسپانسیون ۱۰ درصد گل رس حدود ۴۵ دقیقه می‌باشد و امکان آسیب دیدن تخم‌ها در این روش زیاد است. همچنین رفع چسبندگی تخم در محلول شیر می‌تواند منجر به آسیب به غشاء خارجی جنین با تعدادی از باکتری‌های بیماری‌زا شود (Kujawa *et al*., 2010). بنابراین، یافتن ماده‌ای موثر برای رفع چسبندگی تخم‌ها که ضمن نداشتن معایب مذکور، ارزان و در دسترس باشد، همواره مورد تحقیق و بررسی بوده است.

در اکثر ماهیان خاویاری، چسبندگی از غشاء ژله‌ای خارجی اپیتلیوم فولیکولی نشأت می‌گیرد (Markov, 1978; Cherr and Clark, 1982; Dettlaff *et al*., 1993; Vorob'eva and Markov, 1999). لایه چسبنده مشخصی که در تخمک‌های ماهیان خاویاری دیده می‌شود، در سایر گونه‌ها مشاهده نمی‌گردد (Pšeničkа, 2016). این لایه در تماس با آب آن را جذب می‌کند و طی مدت ۵ دقیقه چسبندگی ایجاد می‌شود (Siddique *et al*., 2014). در این لایه، دو ترکیب گلیکوپروتئین و اسید سیالیک وجود دارند که تمایل به اکسیداسیون دارند (Reuter *et al*., 1989). از سویی، هیپوکلریت سدیم یک اکسیدکننده قوی با فرمول مولکولی NaClO است و مکانیسم اثر این ماده برای تغییر میزان چسبندگی به این صورت است که اکسیداسیون پروتئین‌ها موجب تغییر در زنجیره آمینواسیدهای جانبی به آمینواسیل کربونیل‌های پایدار می‌شود (Levine *et al*., 1990) که پس از تماس با تخم به‌صورت لایه نازکی روی آن قرار می‌گیرد. در نهایت می‌توان چنین بیان کرد که هیپوکلریت سدیم با اکسیداسیون و نیز نرم کردن سطح کوریون تخم، موجب افزایش نرخ تفریخ در مطالعه حاضر شده است. شایان ذکر است، این اکسیداسیون بر لایه‌های داخلی سیتوپلاسم تخم اثر سوء ندارد. بنابراین، تغییری در مسیر رشد و نمو تخم در مراحل بعدی ایجاد نمی‌کند (Pšeničkа, 2016).

هیپوکلریت سدیم به عنوان یک ضد عفونی کننده نیز شناخته شده است که از رشد پاتوژن‌ها و قارچ‌های ساپرولگنیا در سطح کوریون تخم جلوگیری می‌کند

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.7.8]

(Pšenička, 2016)، به‌همین جهت در تخم‌های رفع چسبندگی شده با هیپوکلریت سدیم پایین‌ترین میزان قارچ‌زدگی مشاهده شد. یکی دیگر از جنبه‌های مثبت استفاده از روش هیپوکلریت سدیم، نظارت موثرتر بر تخم‌های تحت تیمار است. سطح تخم‌های تیمار شده با گل رس با ذرات معلق پوشانده و تیره می‌شود، درحالی‌که تخم‌های رفع چسبندگی شده با هیپوکلریت سدیم شفاف باقی می‌مانند و ارزیابی بصری رشد جنین را تسهیل می‌کند. پایین بودن درصد تفریخ و بالا بودن میزان قارچ‌زدگی در تیمار رفع چسبندگی شده با گل رس ممکن است به‌دلیل به‌هم زدن طولانی (۴۵ دقیقه) باشد که موجب آسیب تخم می‌شود و به‌دلیل پوشش سطح تخم با ذرات رس، مشکلاتی را در تبادل اکسیژن ایجاد کند و نیز احتمال خراش سطح تخم با ذرات ریز موجود در رس نیز وجود دارد. از سویی، تماس طولانی مدت تخم با ذرات رس ممکن است موجب سفت شدن سطح کوریون شود و در خروج لارو از تخم مشکل ایجاد می‌کند و در نهایت میزان تفریخ را کاهش می‌دهد (Bouchard and Aloisi, 2002). همچنین طولانی‌تر بودن مدت زمان انکوباسیون در تیمار گل رس احتمالاً ناشی از سخت شدن پوسته تخم می‌باشد که در خروج لارو از تخم مشکل ایجاد می‌کند (Gela *et al.*, 2003). بر اساس نتایج مطالعه Mizuno و همکاران (۲۰۰۴)، چسبیدن آهن و رسوبات محلول رس بر سطح تخم سبب آسیب پوسته و رشد باکتری، جلبک‌های سبز- آبی و قارچ‌ها بر سطح تخم و در نهایت پایین آمدن میزان تفریخ و افزایش قارچ‌زدگی می‌شود. رسوب ذرات رس روی پوسته تخم‌ها موجب سنگین شدن و مرگ آنها نیز می‌شود و به‌طور کلی، مشکلات زیادی را برای تخم‌ها در مرحله لقاح، رشد جنینی و انکوباسیون به‌دنبال دارد (Mizuno *et al.*, 2004). در این مطالعه، استفاده از هیپوکلریت سدیم این مشکلات را برطرف کرد و احتمالاً موجب شد تا تخم‌ها بهتر بتوانند تنفس کنند، در نتیجه از کیفیت بهتری برخوردار شدند و مراحل اولیه رشد آن‌ها دارای سرعت بیش‌تری بود (Jakobsen, 2009) به‌طوری‌که این امر سبب اختلاف در طول و وزن لاروهای تفریخ شده در تیمارهای مختلف شد و می‌تواند در ادامه منجر به رشد و بازماندگی بیش‌تر لاروها در مرحله پرورش گردد. همچنین به‌نظر می‌رسد نرخ تبادل اکسیژنی مطلوب‌تر در جنین‌های تیمار هیپوکلریت سدیم و اثر بر نرخ متابولیسم بالاتر سبب این اختلاف شده باشد. از آن‌جایی‌که طولانی بودن زمان رفع چسبندگی تخم تأثیر منفی بر لقاح و جنین دارد (فلاحتکار و همکاران، ۱۳۹۷) و نیز کاهش مدت زمان رفع چسبندگی از جنبه صرفه‌جویی در وقت و هزینه نیز حائز اهمیت است، استفاده از هیپوکلریت سدیم در این مطالعه توانست بدون اثر سوء بر تخم و جنین مدت زمان شستشو را به میزان چشمگیری کاهش دهد. رفع چسبندگی تخم ماهی با برخی آنزیم‌ها نیز زمان مورد نیاز برای شستشو را کم نموده است. برای مثال، رفع چسبندگی تخم لای‌ماهی (*Tinca tinca*) با آنزیم آلکالاز ظرف مدت تنها ۲ دقیقه انجام شده است (Linhart *et al.*, 2000). همچنین در مطالعه‌ای دیگر، آنزیم تریپسین با غلظت ۱۲ IU/ml توانست طی مدت ۶ دقیقه چسبندگی تخم‌های لقاح تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) را به‌خوبی از بین ببرد (کلوانی نیتلی و همکاران، ۱۳۹۱). قیمت بالا و عدم کارایی آنزیم‌ها در دمای پایین از مشکلات استفاده از آنها در رفع چسبندگی تخم ماهیان خاویاری می‌باشد (Siddique *et al.*, 2014). روند رفع سریع چسبندگی تخم نه‌تنها می‌تواند لقاح و تخم‌گشایی در تفریخگاه را تسهیل کند بلکه در فرآیندهای دستکاری جنین مانند

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.7.8]

انتقال سلول‌های بنیادی و تزریق به جنین که مستلزم تیمار سریع است نیز از ارزش ویژه‌ای برخوردار است (Pšeničkа, 2018).

نتایج مطالعه حاضر حاکی از آن است که هیپوکلریت سدیم ماده‌ای ارزان‌قیمت و در دسترس برای رفع چسبندگی تخم تاسماهیان می‌باشد که علاوه بر رفع مشکلات رایج در سایر روش‌های رفع چسبندگی، سبب افزایش سلامت و بقای تخم می‌شود و این‌کار را در زمان بسیار کوتاهی انجام می‌دهد، همچنین به نیروی کار کم‌تری نیاز دارد و در مجموع، در مقایسه با محلول گل رس از مزایای چشمگیری برخوردار است. از این‌رو، می‌توان از هیپوکلریت سدیم به عنوان جایگزین گل رس در رفع چسبندگی تخم ماهیان خاویاری در تکثیر مصنوعی استفاده کرد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری و زحمات ریاست و کارکنان مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور به‌خصوص آقایان مهندس رسولی و مهندس غلامی سپاسگزاریم.

منابع

علیزاده، ح.، اورجی، ح.، فلاحتکار، ب. و عفت پناه، ا.، ۱۳۹۷. تأثیر سطوح مختلف اسید مالیک بر رشد و ترکیب لاشه بچه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*, Brandt, 1869). مجله علمی شیلات ایران، ۲۷(۶): ۱-۱۲. DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110014.

فلاحتکار، ب.، ۱۳۹۴. تغذیه و جیره نویسی آبزیان. موسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی، تهران. ۳۳۴ صفحه.

فلاحتکار، ب.، راهداری، ع.، محمدی پرشکوه، ح. و درویشی، ص.، ۱۳۹۷. مقایسه تأثیر هیپوکلریت سدیم و روش‌های متداول در رفع چسبندگی تخم لقاح یافته ماهی ازون برون *Acipenser stellatus* Pallas, 1771. نشریه پژوهش‌های ماهی شناسی کاربردی، ۶(۱): ۱۳۰-۱۲۳.

کلوانی نیتلی، ب.، کلباسی، م.، مجازی امیری، ب. و نوری، ا.، ۱۳۹۱. مروری بر روش‌های نوین در رفع چسبندگی تخم‌های لقاح یافته ماهیان. مجله بوم شناسی آبزیان، ۲(۲): ۱۸-۱.

نجفی پورمقدم، ا.، فلاحتکار، ب. و کلباسی، م.، ۱۳۹۰. اثر لسیتین جیره بر شاخص‌های رشد و ویژگی‌های خونی بچه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii* Brandt 1869). مجله علمی شیلات ایران، ۲۰(۳): ۱۵۴-۱۴۳. DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110014.

Al Hazzaa, R. and Hussein, A., 2003. Stickiness elimination of Himri Barbel (*Barbus lutes*, Heckel) eggs. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 3: 47-50.

Bouchard, H.J. and Aloisi, D.B., 2002. Investigations in concurrent disinfection and de-adhesion of lake sturgeon eggs. *North American Journal of Aquaculture*, 64: 212-216. DOI: 10.1577/1548-8454(2002)064<0212: IICDAD>2.0.CO;2.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.7.8]

Bronzi, P., Chebanov, M., Michaels, J.T. and Wei, Q., 2019. Sturgeon meat and caviar production. *Journal of Applied Ichthyology*, 35: 257-266. DOI: 10.1111/jaj.13870.

Carmona, R., Domezain, A., Garcia-Gallego, M., Antonio Hernando, J., Rodriguez, F. and Ruiz-Rejon, M., 2009. Biology, Conservation and Sustainable Development of Sturgeons. Springer, Netherlands, 476 P.

Carral, J.M., Celada, J.D., Saez-Royuela, M., Rodriguez, R., Aguilera, A. and Melendre, P., 2006. Effects of four egg desticking procedures on hatching rate and further survival and growth of larvae in the tench (*Tinca tinca* L.). *Aquaculture Research*, 37: 632-636. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2006.014730x.

Chebanov, M.S., Galich, E.V. and Chmyr, Y., 2004. Sturgeon Breeding and Rearing Handbook. FGNU "Rosinformagrotekh", Moscow, Russia, 136 P. (In Russian).

Chebanov, M.S. and Galich, E.V., 2011. Sturgeon Hatchery Manual. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 558, FAO, Ankara, Turkey. Translated by Falahatkar, B. (2015). Sarava Publication, Tehran, 331 P. (In Persian)

Cherr, G.N. and Clark, W.H., 1982. Fine structure of the envelope and micropyles in the eggs of the white sturgeon *Acipenser transmontanus* Richardson. *Development, Growth and Differentiation*, 24: 341-352. DOI: 10.1111/j.1440-169X.1982.00341.x.

Cherr, G.N. and Clark, W.H., 1984. Jelly release in the eggs of the white sturgeon, *Acipenser transmontanus*: an enzymatically mediated event. *Journal of Experimental Zoology*, 230: 145-149. DOI: 10.1002/jez.1402300120.

Cherr, G.N. and Clark, W.H., 1985. An egg envelope component induces the acrosome reaction in sturgeon sperm. *Journal of Experimental Zoology*, 234: 75-85. DOI: 10.1002/jez.1402340110.

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. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2005.01370.x.

Dettlaff, T.A., Ginsburg, A.S. and Schmalhausen, O.I., 1993. Sturgeon Fishes Developmental Biology and Aquaculture, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany, 300 P.

Doroshov, S.I., Lutes, P.B., Swallow, R.L., Beer, K.E., McGuire, A.B. and Cochran,

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.7.8]

M.D., 1983. Artificial propagation of the white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) Richardson. *Aquaculture*, 32: 93-104. DOI: 10.1016/0044-8486(83)90272-7.

Falahatkar, B., Tolouei Gilani, M.H., Falahatkar, S. and Abbasalizadeh, A., 2011. Laparoscopy, a minimally-invasive technique for sex identification in cultured great sturgeon *Huso huso*. *Aquaculture*, 321: 273-279. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2.11.08.030.

Falahatkar, B., 2018. Nutritional requirements of the Siberian sturgeon: An updated synthesis. In: The Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt, 1869). Williot, P., Nonnotte, G., Vizziano-Cantonnet, D., Chebanov, M. (Eds.). Volume 1, Biology. Springer, Cham, 207-228.

Gela, D., Linhart, O., Flajšhans, M. and Rodina, M., 2003. Egg incubation time and hatching success in tench *Tinca tinca* (L.) related to the procedure of egg stickiness elimination. *Journal of Applied Ichthyology*, 19: 132-133. DOI: 10.1046/j.1439-0426.2003.00465.x.

Horvath, L., 1980. Use of proteolytic enzyme to improve incubation of egg of the European catfish. *The Progressive Fish Culturist*, 42: 110-111. DOI: 10.1577/1548-8659(1980)42[110:UOAPET]2.0.CO;2.

Jakobsen, T., 2009. Fish reproductive biology. John Wiley & Sons, Chichester, United Kingdom, 448 p.

Kowtal, G.V., Clark, W.H. and Cherr, G.N., 1986. Elimination of adhesiveness in eggs from the white sturgeon, *Acipenser transmontanus*: chemical treatment of fertilized eggs. *Aquaculture*, 65:139-143. DOI: 10.1016/0044-8486(86)90068-2.

Kucharczyk, D., Kestemont, P. and Mamcarz, A., 2007. Artificial Reproduction of Pikeperch. Mercurius, Olsztyn, 80 P.

Kujawa, R., Kucharczyk, D. and Mamcarz, A., 2010. The effect of tannin concentration and egg unsticking time on the hatching success of tench *Tinca tinca* (L.) larvae. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 20: 339-343. DOI: 10.1007/s11160-009-9136-z.

Levine, R.L., Garland, D., Oliver, C.N., Amici, A., Climent, I., Lenz, A.G., Ahn, B.W., Shaltiel, S., and Stadtman, E.R., 1990. Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins. *Methods in Enzymology*, 186: 464-478. DOI: 10.1016/0076-6879(90)86141-H.

Linhart, O. and Kudo, S., 1997. Surface ultrastructure of paddlefish eggs before and after fertilization. *Journal of Fish Biology*,

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.7.8]

51: 573-582. DOI: 10.1111/j.1095-8649. 1997.tb01513.x.

Linhart, O., Gela, D., Flajšhans, M., Duda, P., Rodina, M. and Novák, V., 2000. Alcalase enzyme treatment for elimination of egg stickiness in tench, *Tinca tinca* L. *Aquaculture*, 191: 303-308. DOI: 10.1016/S0044-8486(00)00433-6.

Linhart, O., Rodina, M., Gela, D., Kocour, M. and Rodriguez, M., 2003. Improvement of common carp artificial reproduction using enzyme for elimination of egg stickiness. *Aquatic Living Resources*, 16: 450-456. DOI: 10.1016/S0990-7440(03)00083-4.

Linhart, O., Gela, D., Rodina, D. and Kocour, M., 2004. Optimization of artificial propagation in European catfish, *Silurus glanis* L. *Aquaculture*, 235:619-632. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2003.11.031.

Markov, K.P., 1978. Adhesiveness of egg membranes in sturgeons (family Acipenseridae). *Journal of Ichthyology*, 18: 437-445.

Mizuno, S., Sasaki, Y., Omoto, N. and Imada, K., 2004. Elimination of adhesiveness in the eggs of shishamo smelt *Spirinchus lanceolatus* using kaolin treatment to achieve high hatching rate in an environment with a high iron concentration. *Aquaculture*, 242: 713-726. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2004.09.019.

Mohler, J.W., 2003. Culture Manual for Atlantic Sturgeon: *Acipenser oxyrinchus oxyrinchus*. US Fish & Wildlife Service Publication, Region 5. Hadley, MA, 66 P.

Monaco, G. and Doroshov, S.I., 1983. Mechanical de-adhesion and incubation of white sturgeon eggs (*Acipenser transmontanus* Richardson) in jar incubators. *Aquaculture*, 36: 117-123. DOI: 10.1016/0044-8486(83)90079-0.

Pourasadi, M., Falahatkar, B. and Azari Takami, G., 2009. Minimally invasive surgical technique for egg collection from Persian sturgeon, *Acipenser persicus*. *Aquaculture International*, 17: 317-321. DOI: 10.1007/s10499-008-9203-9

Proteau, J.P., Schlumberger, O. and Albiges, C., 1994. Nouvelle technique de decollage des oeufs du silure glane *Silurus glanis*. In: Legender, M., Proteau, J.P. (Eds). International Workshop on the Biological Bases for Aquaculture of Siluriformes. CEMAGREF Publications, Montpellier, France, 48 P.

Pšenička, M., 2016. A novel method for rapid elimination of sturgeon egg stickiness using sodium hypochlorite. *Aquaculture*, 453: 73-

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.7.8]

76. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2015.11.039.

Pšenička, M., 2018. Rapid de-adhesion of northern pike *Esox lucius* eggs using sodium hypochlorite. *Fish Physiology and Biochemistry*, 44: 1535-1539. DOI: 10.10.1007/s10695-018-0544-7.

Pšenička, M. and Franěk, R., 2020. Brief communication: rapid elimination of egg stickiness using sodium hypochlorite in wels catfish *Silurus glanis*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 47: 681-685. DOI: 10.1007/s10695-020-00843-3.

Reuter, G., Schauer, R., Szeiki, C., Kamerling, J.P. and Vliegenthart, J.F., 1989. A detailed study of the periodate oxidation of sialic acids in glycoproteins. *Glycoconjugate Journal*, 6: 35-44. DOI: 10.1007/BF01047888.

Riehl, R. and Patzner, R.A., 1998. The modes of egg attachment in teleost fishes. *Italian Journal of Zoology*, 65: 415-420. DOI: 10.1080/12250009809386857.

Rinchard, J., Dazbrowski, K., Van Tassell, J.J. and Stein, R.A., 2005. Optimization of fertilization success in *Sander vitreus* is influenced by the sperm: egg ratio and ova storage. *Journal of Fish Biology*, 67: 1157–1161. DOI: 10.1111/j.0022-1112.2005.00800.x.

Schoonbee, H.J. and Brandt, F., 1982. Observations on some techniques employed for the removal of egg adhesiveness of the common carp, *Cyprinus carpio*, during induced spawning. *Water SA*, 8: 145-148.

Siddique, M.A.M., Pšenička, M., Cosson, J., Dzyuba, B., Rodina, M., Golpour, A. and Linhart, O., 2014. Egg stickiness in artificial reproduction of sturgeon: an overview. *Reviews in Aquaculture*, 6: 1-12. DOI: 10.111/RAQ.12070.

Van Eenennaam, J.P., Bruch, R. and Kroll, K., 2001. Sturgeon sexing, staging maturity and spawning induction workshop. Abstract of the 4th International Symposium on Sturgeon. Oshkosh, WI, 50 P.

Van Eenennaam, J.P., Fiske, A.J. and Leal, M.J., 2020. Mechanical shock during egg de-adhesion and post-ovulatory ageing contribute to spontaneous autopolyploidy in white sturgeon culture (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture*, 515: 734530. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2019. 734530.

Verreth, J. and Meyling, A.G., 1989. The use of an industrial enzyme, Maxatase, to eliminate the adhesiveness of *Clarias gariepinus* (Burchell) eggs. In: De Pauw, N. (ed.). *Aquaculture*: *A Biotechnology in Progress*. European Aquaculture Society, Bredene, Belgium, Volume 1, 579 P.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.7.8]

Vorob'eva, E.I. and Markov, K.P., 1999. Specific ultra-structural features of eggs of Acipenseridae in relation to reproductive biology and phylogeny. *Journal of Ichthyology*, 39: 157-169.

Williot, P., Arlati, G., Chebanov, M., Gulyas,T., Kasimov, R., Kirschbaum, F., Patriche, N., Pavlovskaya, L.P., Poliakova, L. and Pourkazemi, M., 2002. Status and management of Eurasian sturgeon: An overview. *International Reviews of Hydrobiology*, 87: 483-506. DOI: 10.1002/1522-2632.

Woynarovich, E. and Woynarovich, A., 1980. Modified technology for elimination of stickiness of common carp *Cyprinus carpio* eggs. *Aquacultura Hungarica (Szarvas)*, 2: 19-21.

Żarski, D., Krejszeff, S., Kucharczyk, D., Palińska-Żarska, K., Targońska, K. and Kupren, K., 2013. The application of tannic acid to the elimination of egg stickiness at varied moments of the egg swelling process in pikeperch, *Sander lucioperca* (L.). *Aquaculture Research*, 46: 324-334. DOI: 10.1111/are.12183.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.7.8]

Comparison of the effect of sodium hypochlorite and clay on the de-adhesion of fertilized egg of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt, 1869)

Falahatkar B.[1*]; Alizadeh H.[2]; Abdollahpour H.[1]; Jafari N.[1]; Rahmati M.[3]

[*]falahatkar@guilan.ac.ir

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

2- Fisheries Department, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari University of Agricultural Science and Natural Resources, Sari, Iran.

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

Abstract

In the present study, sodium hypochlorite with a concentration 0.01% for 5 minutes was used as a new technique to de-adhesion of fertilized egg of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) and its efficiency was compared with clay solution. The lowest amount of dead and fungal eggs (37.78±2.10%) and the highest fertilization (69.35±1.75%) and hatching rates (62.21±2.10%) were observed in eggs treated with sodium hypochlorite ($p<0.05$). Moreover, the highest weight (13.03±0.23 mg) and length (11.82±0.17 mm) of larvae were found in the de-adhesion treatment with sodium hypochlorite which had a significant difference with clay treatment ($p<0.05$). There was a significant difference in the incubation time between treatments ($p<0.05$), so that the de-adhesion treatment with clay had the highest incubation time (2093.75±21.62 degree-hour). The results of this study demonstrated that using sodium hypochlorite with a concentration of 0.01% is a simple, cheap and fast method for egg de-adhesion of Siberian sturgeon.

Keywords: *Acipenser baerii*, Artificial reproduction, Egg de-adhesion, Sodium hypochlorite

[*]Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1400.30.4.7.8]