مجله بوم شناسی آبزیان

مروری بر روش های نوین در رفع چسبندگی تخم های لقاح یافته ماهیان

بی‌تا کلوانی نیتلی[۱*]، محمدرضا کلباسی[۱]، باقر مجازی امیری[۲]، احمد نوری[۳]

[۱] گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی و منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

[۲] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

[۳] گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی و جوی، دانشگاه هرمزگان

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۲/۰۲/۰۴
اصلاح: ۹۲/۰۵/۰۸
پذیرش: ۹۲/۰۵/۲۰

کلمات کلیدی:
چسبندگی تخم
رفع چسبندگی
پوشش ژلاتینی
گلیکوپروتئین

چکیده

تخم‌های بسیاری از ماهیان آب شیرین بعد از فعال‌سازی و تماس با آب حالت چسبنده پیدا می‌کنند که علت آن وجود مولکول‌های گلیکوپروتئینی در بخش خارجی آنهاست. در تاسماهیان چهارمین لایه تخم (jelly coat) بعد تماس با آب ترشح شده و موجب بروز چسبندگی می‌شود. در ماهیان استخوانی این امر توسط لایه زونارادیاتای خارجی صورت می‌گیرد. چسبندگی تخم‌ها در تخم‌ریزی طبیعی یا شرایط کنترل شده بر بسترهای مخصوص دارای اهمیت است، چرا که به مولدین فرصت استقرار تخم‌ها در مکان‌هایی با مناسب‌ترین شرایط محیطی را داده و از جابجایی تخم‌ها توسط آب جلوگیری می کند. همچنین تخم‌ها می‌توانند توسط والدین محافظت شوند که حاصل آن افزایش بقای تخم‌هاست. اما چسبندگی تخم‌ها تحت شرایط تفریخگاهی مطلوب نبوده و انباشتگی تخم‌های متصل بهم منجر به تلفات در اثر آنوکسی و رشد قارچ‌ها می‌شود. بنابراین یکی از مراحل تکثیر مصنوعی این قبیل ماهیان رفع چسبندگی تخم‌ها پیش از انکوباسیون می‌باشد. روش‌های رفع چسبندگی را می‌توان به ۳ دسته فیزیکی، شیمیایی و آنزیمی تفکیک نمود. روش‌های فیزیکی شامل سایش تخم‌ها با موادی نظیر رس، پودر تالک و نشاسته می‌باشد. کاهش نرخ تفریخ و طولانی بودن پروسه از نکات منفی روش‌های فیزیکی می‌باشد. معمول‌ترین روش‌های شیمیایی استفاده از کاربامید، اسیدتانیک، پودر شیر و سولفیت‌سدیم می‌باشد. با توجه به ماهیت گلیکوپروتئینی لایه چسبنده، کاربرد آنزیم‌های پروتئاز برای رفع چسبندگی موثر بوده و منجر به نتایج بهتری از دیدگاه نرخ تفریخ و مدت زمان انجام کار می‌شود. برای انتخاب روش مناسب می‌بایست به میزان تفریخ یا نمو طبیعی جنینی، مدت زمان انجام کار و هزینه توجه داشت.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: **bkalvani@gmail.com**

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1391.2.2.1.3]

مقدمه

تعدادی از ماهیان استخوانی و غضروفی- استخوانی تخم ها را در یک بستر مستقر می کنند. تعدادی از گونه های پرورشی از این دست ماهیان می باشند. این عمل به ماهیان والد فرصت می دهد تا تخم ها را در بهترین مکان ممکن با مناسب ترین شرایط محیطی مستقر کنند. به علاوه این امر از جابجایی تخم ها توسط جریان آب یا امواج جلوگیری می کند. مزیت دیگر اتصال تخم ها، استقرار آنها در کلونی های لانه مانند است. با جایگیری در مکان های نسبتا محافظت شده، تخم ها می توانند توسط والدین محافظت شوند که این امر امکان بقای آنها را به شدت افزایش می دهد (Riehl and Patzner, 1998). از نظر اکولوژیک شروع سریع چسبندگی تخم ها یک مکانیسم مهم برای جلوگیری از دور شدن تخم ها از بستر مناسب برای تخم ریزی، قبل از اتصال آنها به این بسترها می باشد (Mansour *et al.*, 2009).

در برخی ماهیان همانند کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، گربه ماهی اروپایی (*Silurus glanis*) و یا سوف سفید (*Sander lucioperca*) کیفیت تکثیر مصنوعی با تعداد لارو به دست آمده سنجش می شود. این امر به ویژه به روشی که برای رفع چسبندگی تخم ها به کار رفته است بستگی دارد (Demska-Zake *et al.*, 2005). کوریون چسبنده ای که در تخمهای این ماهیان ایجاد می شود امکان اتصال تخم ها به بسترهای مختلف را فراهم می آورد (Riehl and Patzner, 1998). چسبندگی تخم ها در تخم ریزی طبیعی ماهیان یا در شرایط کنترل شده بر بسترهای مخصوص (آشیانه ها) دارای اهمیت است. با این وجود، چسبندگی در شرایطی که تخم ها در ابزارهای انکوباسیون انکوبه می شوند مطلوب نیست به این دلیل که تخم ها به هم متصل شده و تولید توده ای جامد می کنند که تبادل گازی را با مشکل مواجه کرده و سبب رشد عوامل بیماریزا می شوند (Demska-Zake *et al.*, 2005). روش های زیادی برای رفع چسبندگی تخم های ماهیان در آبزی پروری به کار می رود: جداسازی مکانیکی تخم ها، سایش آنها با آب تمیز یا با مواد ساینده (رس، نشاسته، زغال چوب یا بنتونیت) یا تیمار آنها با مواد شیمیایی، محلول کاربامید و نمک، اسیدتانیک و آنزیم. مؤثرترین این روش ها برای تخم های گونه های کپورماهیان به ویژه کپور معمولی وجود دارد و علت این است که تکثیر مصنوعی این گونه از سال ۱۹۵۰ در حال انجام است. برای دیگر گونه ها خصوصا آنهایی که بیوتکنیک تکثیر مصنوعی آنها طی چند سال اخیر ایجاد شده است، روش بهینه رفع چسبندگی هنوز درحال مطالعه می باشد (Demska-Zake *et al.*, 2005).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

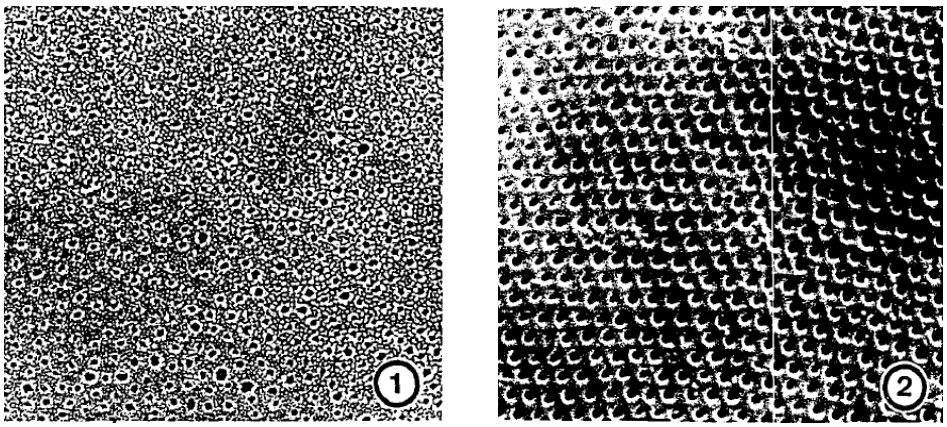
[DOR: 20.1001.1.23222751.1391.2.2.1.3]

این مقاله به طور جداگانه به تشریح ساختار دیواره تخم ها در ماهیان استخوانی و ماهیان خاویاری و علل چسبندگی تخم ها در هر گروه پرداخته سپس مروری بر متداول ترین روش های رفع چسبندگی به کار رفته در ماهیان به ویژه جدیدترین روش که کاربرد آنزیم می باشد خواهد داشت.

حالت های مختلف اتصال تخم ها به بستر در محیط طبیعی

وجود لایه چسبنده

معمول ترین مکانیسم اتصال تخم های ماهیان استخوانی به بستر توسط لایه ای صورت می گیرد که عاری از رشته ها و کرک های چسبنده می باشد. این لایه صاف و هموار در تخمهای ماهیانی چون اردک ماهی *Esox lucius, E. masquinongy*، باربوت *Lota lota* (شکل ۱)، تعدادی از کپورماهیان (شکل ۲) و ماهی قنات *Phoxinus phoxinus* یافت شده است.



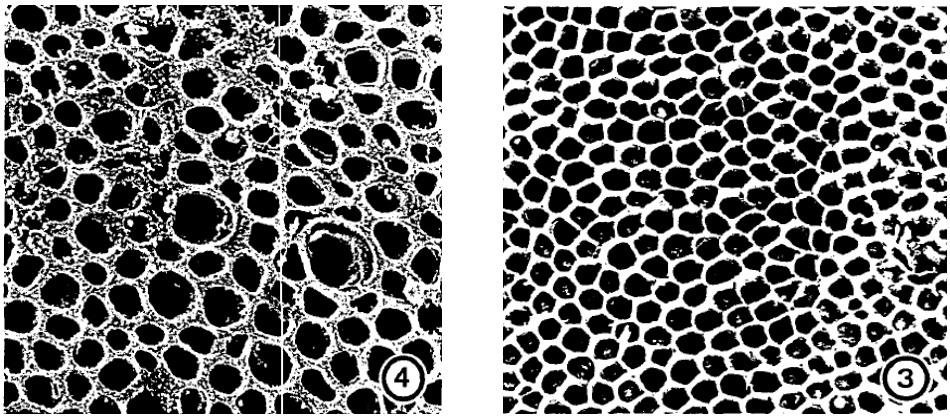
شکل ۱و ۲. لایه چسبنده در تخم های ماهی باربوت (۱) و کپورماهیان (۲) (Riehl and Patzner, 1998).

سطوح کندویی

تخم های ماهی *Zingel streber* (شکل ۳)، ماهی *Zingel zingel*، سوف رومانیایی *Romanichthys valsanicola* (شکل ٤) و سوف سربزرگ *Gymnocephalus cernua* دارای چنین حالتی می باشند. سطح تخم های این ماهیان دارای ساختار شبیه کندوی عسل است که در کل سطح تخم مشاهده می شود. قطر دندانه ها در این ساختار بسته به گونه متغیر است. این ساختار حالت چسبنده نیز دارد که موجب اتصال به بستر می شود.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1391.2.2.1.3]

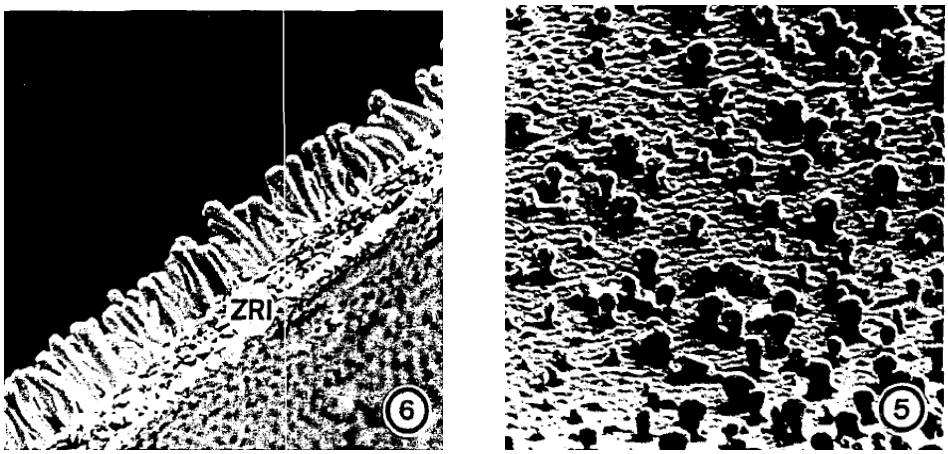


شکل ۳و ٤. سطوح کندویی در تخم های ماهی *Zingel streber* (۳) و *Romanichthys valsanicola* (٤)

(Riehl and Patzner, 1998).

زوائد کرکی

یکی از سازگاری های ایجاد شده در زونارادیاتای خارجی کرک ها یا زوائد اتصال هستند که حالت چسبندگی نیز دارند. این زوائد در کل سطح خارجی تخم گسترش دارند. این ساختار در بعضی از گونه های کپورماهیان دیده شده است که البته از نظر طول و تراکم متغیر می باشند. تخم های ماهی قنات سرمخروطی *Leuciscus leuciscus* حاوی تعداد کمی کرک کوتاه هستند. حدود ۵ میکرون طول و ٦ میکرون از هم فاصله دارند. این کرک ها در لای ماهی *Tinca tinca* ٤ میکرون (شکل ۵) و در کولمه *Rutilus rutilus* ۱۱/۵میکرون و نزدیک به هم می باشند. این ساختار همچنین در ماهی خیاطه *Alburnoides bipunctatus* (شکل ٦) و کپور کفزی *Gobio gobio* مشاهده شده اند.



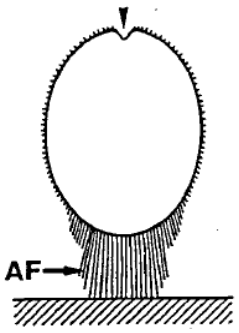
شکل ۵ و ٦. برآمدگی های کرکی دور تخم ها در لای ماهی (۵) و خیاطه (٦) (Riehl and Patzner, 1998).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1391.2.2.1.3]

رشته های اتصال

ساختار دیگر زونارادیاتای خارجی، رشته های اتصال هستند که در گونه های زیادی از خانواده های متعدد یافت شده اند (Cichlidae, Gobiidae, Clariidae, Blenniidae...). رشته های اتصال بلندتر از کرک ها و تنها در قطب حیوانی یا نباتی تخم ها مستقر می باشند (شکل ۷).



شکل ۷. رشته های اتصال (Riehl and Patzner, 1998).

چسبندگی توسط لایه ژلاتینی

ماهیانی وجود دارند که از زونارادیاتای خارجی برای اتصال تخم ها استفاده نمی کنند. یکی از این ماهیان، ماهی سوف *Perca fluviatilis* می باشد. اطراف تخم های این ماهیان وجود لایه ژلاتینی مشهود است. تخم های این ماهیان به صورت رشته ای و به دنبال هم به گیاهان آبزی متصل می گردند.

چسبندگی توسط اپی تلیوم موکو- فولیکولار

در گربه ماهی اروپایی طی اووژنز موکوس زیادی در اپی تلیوم ترشح می شود. بعد از تخم ریزی این موکوس آزاد شده و موجب چسبندگی تخم به بستر می گردد (Riehl and Patzner, 1998).

لایه های اطراف تخم و علل چسبندگی

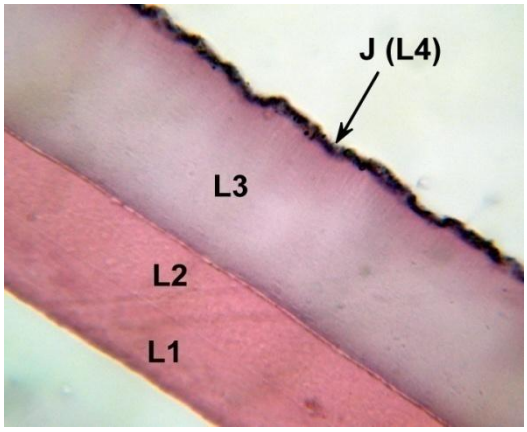
ساختار لایه های اطراف تخم در ماهیان خاویاری

پژوهشگران با بررسی تخم های ماهیان خاویاری دریافته اند که پوشش تخم ماهی خاویاری سفید (*Acipenser transmontanus*) دارای ضخامتی ۵۰ میکرونی بوده و شامل ٤ لایه مجزا می باشد (شکل۸). خارجی ترین لایه، لایه ژلاتینی است که اطراف تخم را در بر گرفته و تا منافذ لایه زیرین خود یعنی لایه سوم (L_3) امتداد دارد. لایه سوم از طریق ساختارهای الیافی مارپیچی غیرسلولی که از لایه دوم (L_2) منشعب می شود متصل است. درونی ترین لایه (L_1) بدون

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1391.2.2.1.3]

واسطه غشای پلاسمای تخم را احاطه کرده است (Cherr and Clark, 1982). در منابع روسی تخم های تاسماهیان ۳ لایه قلمداد می شوند. به این علت که لایه چهارم پوشش چسبنده ایست که تا زمانی که تخم فعالیت خود را آغاز نکند ترشح نمی شود. بنابراین روس ها لایه ٤ را بخشی از پوشش تخم تلقی نمی کنند (Conte *et al.*, 1988).



شکل ۸ . ساختار لایه های اطراف تخم در ماهی قره برون *Acipenser persicus* (کلوانی و همکاران، ۱۳۹۲)

چسبندگی تخم در ماهیان خاویاری

لایه چهارم و خارجی ترین لایه از لایه های اطراف تخم ماهیان خاویاری، یک لایه ژلاتینی غیرمحلول در آب بوده که از نظر ریخت شناسی یک پوشش کرکی شکل و به طور متراکم دارای بار الکتریکی است. عملکردهای متفاوتی از قبیل آغاز فعالیت های اکروزومی و نیز چسبندگی تخم ها به این لایه ژلاتینی نسبت داده می شود. قبل از تماس با آب پوشش ژلاتینی به طور متراکم دارای بار الکتریکی است و درون مجراهای لایه سوم وجود دارد. بعد از مواجهه با آب شیرین، مجراهای لایه سوم منبسط شده و ژلاتین آزاد و هیدراته می شود. این عمل حالت چسبندگی در دیواره تخم ایجاد می کند که موجب اتصال تخم ها به بستر می شود. هم زمان با آزاد شدن ژلاتین، کاهش تراکم الکترون در لایه سوم مشاهده می شود. آنالیز پوشش ژلاتینی تخم ماهی خاویاری سفید نشان می دهد که این لایه حاوی ۸۸/۱ ٪ پروتئین و ۱۱/۹ ٪ کربوهیدرات بوده که ترکیبات کربوهیدراته آن شامل ۹٦ ٪ هگزوز و ٤ ٪ سیالیک اسید می باشد. در آزمایشات الکتروفورز این لایه با هدف شناسایی پروتئین یک باند در بخش وزن مولکولی ۱۱۰ کیلودالتون تشکیل شد. هنگامی که این عمل با هدف شناسایی کربوهیدرات صورت گرفت مجددا در بخش ۱۱۰ کیلودالتون همان باند مشاهده گشت. این امر نشان می دهد که در لایه ژلاتینی، کربوهیدرات و پروتئین به هم پیوسته بوده و به صورت گلیکوپروتئین می باشند. به نظر می رسد یک پروتئاز مشابه تریپسین مسئول

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1391.2.2.1.3]

آزادسازی پوشش ژلاتینی است و همین پوشش است که عامل چسبندگی تخم ماهیان خاویاری می باشد (Cherr and Clark, 1984).

ساختار لایه های اطراف تخم در ماهیان استخوانی

در قسمت خارجی، تخم ماهیان استخوانی به غشایی بسیار نازک به نام اوولما و پوششی با قطر متغیر محدود می شود. این پوشش (زونارادیاتا) در ماهیان استخوانی معمولا ۲ لایه است: زونارادیاتای داخلی (Zona radiata Interna) و زونارادیاتای خارجی (Zona radiata Externa). ترکیب شیمیایی زونارادیاتای داخلی عمدتا پروتئینی است. موکوپلی ساکاریدهای خنثی و اسیدی ترکیبات عمده زونارادیاتای خارجی می باشند. زونارادیاتا دارای عملکردهای متفاوت است. عملکرد اصلی آن حفاظت از جنین است که توسط زونارادیاتای داخلی صورت می گیرد. عملکرد مهم دیگر اتصال تخم ها به یک بستر است که عمدتا توسط زونارادیاتای خارجی و به واسطه چسبندگی ایجاد شده انجام می شود (Riehl and Patzner, 1998).

چسبندگی تخم در ماهیان استخوانی

چسبندگی تخم ها چند ثانیه بعد از تماس با آب ایجاد می شود. مطالعات بر روی تخم های کپور معمولی، لای ماهی، سرمخروطی و شاه کولی نشان داده است که پروتئین های خاصی در مایع تخمدانی کنترل کننده (بازدارنده) ایجاد چسبندگی تخم ها می باشند. بنابراین چسبندگی تا هنگامی که تخم ها در مایع تخمدانی نگه داری شوند رخ نمی دهد. هنگامی که پروتئین های مایع تخمدانی به هر طریقی (مثلا در اثر حرارت) از مایع جدا شوند در عرض چند ثانیه تخم ها چسبنده خواهند شد، درست همان حالتی که هنگام تماس تخم ها با آب رخ می دهد. این پروتئین ها اختصاصی می باشند، زیرا مایع تخمدانی آزادماهیان در غلظت مشابه پروتئین، مانع از بروز چسبندگی تخم ها نمی شود (Mansour *et al.*, 2009).

از نظر بیوشیمیایی، زونارادیاتای خارجی متشکل از ۹ نوع پروتئین است که ٤ نوع آنها گلیکوپروتئین می باشد. پروتئین های یکسانی که در تخم های چسبنده و غیرچسبنده شناسایی شدند نشان می دهد که پروتئین ها طی شروع چسبندگی تغییری نمی کنند. در کنار پروتئین ها، زونارادیاتای خارجی حاوی انواع مختلفی از کربوهیدرات ها مانند گلوکز، فروکتوز، گالاکتوز و یورنیک اسید می باشد. تیمار غشای تخم با آمیلوگلوکزیداز اثری بر چسبندگی تخم ها ندارد در صورتی که تیمار تخم ها با پروتئاز کاملا چسبندگی را کاهش می دهد. از این نتایج می توان دریافت که نه کربوهیدرات های آزاد، بلکه گلیکوپروتئین ها مولکول های عامل چسبندگی تخم می باشند (Mansour *et al.*, 2009).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1391.2.2.1.3]

همچنین مشخص شده است که چسبندگی تخم ارتباطی با pH آب (در محدوده ۹- ٦)، دمای آب (در محدوده ۳۰- ٤ درجه سانتی گراد)، یون های دو ظرفیتی در غلظت کمتر از $۲۰ mmol.l^{-1}$ و کلرید سدیم در غلظت کمتر از $۵۰mmol.l^{-1}$ ندارد. این امر نشان می دهد که احتمالا شروع چسبندگی تخم ها مستقل از عوامل غیرزنده زیست محیطی است. از میان عوامل غیرآلی تست شده، تنها کلرید سدیم در اسمولالیته بالا (بیش از $۳۰۰ mmol.l^{-1}$ برابر با $۳۰۰ mosmol.kg^{-1}$) قادر است به طور کامل از پروسه چسبنده شدن تخم ها جلوگیری کند. از آنجا که اسمولالیته مایع تخمدانی کپورماهیان در حدود ۱۵۰-۱۰۰ mosmol/kg و غلظت یون سدیم در حدود ۱۲۰-۱۰۰ mmol/l می باشد، مکانیسم چسبندگی نمی تواند فقط تحت تأثیر اسمولالیته در شرایط In vivo باشد و عوامل دیگری باید در جلوگیری از چسبنده شدن تخم ها دخیل باشند. در این میان یون های کلسیم و منیزیم نیز بی تأثیرند، هرچند کلسیم در فعال سازی تخم خصوصا در آزادسازی وزیکول های کورتیکال و استحکام زونارادیاتا نقش مؤثری دارند. چسبنده شدن تخم یک پروسه بیولوژیکی مولکولی می باشد که ترکیبات زونارادیاتا مسئول آن هستند (Mansour *et al*., 2009).

ساختار لایه پوششی تخم از لحاظ ریخت شناسی بین گونه ها متفاوت است (Riehl *et al*., 1993). تخم های شاه کولی به واسطه یک لایه صاف چسبندگی دارد در حالیکه در ماهی سرمخروطی و سیاه کولی سطح تخم ها به طور سراسری با میکروپرزهایی پوشیده شده است که مسئول چسبندگی می باشند (Riehl and Patzner, 1998). تفاوت های ساختاری می تواند به تخم ها این امکان را بدهد که به بسترهای خاص متصل شوند (Mansour *et al*., 2009).

انواع روش های رفع چسبندگی

تخم های بسیاری از ماهیان پرورشی مانند کپور معمولی، گربه ماهی اروپایی، ماهی سفید، ماهیان خاویاری و ... بعد تماس با آب حالت چسبندگی پیدا می کنند که این حالت در شرایط طبیعی به دلایل ذکر شده از جمله استقرار تخم ها در بستر مفید می باشد. اما چنین امری تحت شرایط تفریخگاهی مطلوب نبوده و انباشتگی تخم های متصل به هم منجر به مرگ و میر و تلفات زیادی در اثر آنوکسی و نیز رشد قارچ ها می شود (Kowtal *et al*., 1986). بنابراین یکی از مراحل تکثیر مصنوعی این قبیل ماهیان رفع چسبندگی تخم ها پیش از ورود به انکوباسیون می باشد. رفع چسبندگی تخم ها برای تکثیر مصنوعی کنترل شده گونه های فیتوفیلیک در آبزی پروری در آب شیرین یک عمل بحرانیست (Linhart *et al*., 2000).

انواع روش های به کار رفته در مورد رفع چسبندگی را می توان به طور عمده به ۳ دسته تقسیم نمود:

۱- فیزیکی (شامل استفاده از ذرات رس، پودر تالک، نشاسته و ...)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1391.2.2.1.3]

۲- شیمیایی (شامل استفاده از محلول ها مانند اسیدتانیک، کاربامید، شیر، سولفیت سدیم و ...)

۳- آنزیمی (کاربرد آنزیم های پروتئاز نظیر تریپسین، α-کیموتریپسین، آلکالاز و ...)

روش های فیزیکی

ذرات رس

استفاده از سوسپانسیون رس (گل شویی) از قدیمی ترین روش های رفع چسبندگی می باشد. Sakowics در سال ۱۹۲۸ از آن برای رفع چسبندگی تخم های ماهی سوف *Sander vitreus* استفاده نمود. امروزه نیز این روش خصوصا در مورد ماهیان خاویاری (به دو صورت دستی و مکانیکی) انجام می شود (کیوان۱۳۸۲). Monaco و Doroshov در سال ۱۹۸۳ اثرات گل شویی تخم های تاسماهی سفید با دو روش گل شویی دستی و گل شویی مکانیکی را از نظر رشد و نمو و بقای جنین با هم مقایسه کردند و مشاهده شد که لقاح همراه با گل شویی مکانیکی منجر به کاهش چشمگیری در بقای جنین در مقایسه با گل شویی دستی شد (Monaco and Doroshov, 1983). استفاده از ذرات رس برای رفع چسبندگی برای تخم های لقاح یافته ماهیان خاویاری سفید *Acipenser transmontanus* (Doroshov *et al*., 1983) و استرلیاد *A.ruthenus* (Williot *et al*., 2005) و همچنین قره برون *Acipenser persicus* (Amini *et al*., 2012) انجام شده است، ضمن اینکه در تفریخگاه های ماهیان خاویاری در ایران نیز اکثرا همین روش به کار می رود. روش کار معمولا شامل به هم زدن تخم های لقاح یافته به مدت نسبتا طولانی در مخلوط آب و ذرات رس می باشد.

استفاده از مخلوط رس برای رفع چسبندگی تخم ها خالی از اشکال نبوده و طبق گزارش Monaco و Doroshov در سال ۱۹۸۳ این عمل به صورت دستی و طی چندین دقیقه صورت می گیرد که در نتیجه مستلزم دستکاری شدید و طولانی مدت تخم ها می باشد. همچنین در بسیاری از مطالعاتی که با هدف مقایسه روش گل شویی با سایر روش های رفع چسبندگی صورت گرفت، نتایج حاصل از شستشوی تخم ها با گل رس از نظر درصد تفریخ، زمان لازم برای انجام کار و غیره نسبتا ضعیف تر از روش های دیگر ظاهر شدند (Kowtal *et al*., 1986; Linhart *et al*., 2000; Linhart *et al*., 2003). اثرگذاری کم و سختی کار برای این روش، منجر به آزمودن مواد شیمیایی مختلف برای رفع چسبندگی تخم های لقاح یافته شده است (Demska-Zakes *et al*., 2005).

پودر تالک

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1391.2.2.1.3]

استفاده از پودر تالک به اندازه ذرات رس گسترده نبوده است. از موارد استفاده از این ماده برای رفع چسبندگی تخم های لقاح یافته می توان به کاربرد آن برای رفع چسبندگی تخم های سوف سفید *Sander lucioperca* اشاره کرد. شستشوی تخم ها در محلول نمک و پودر تالک (۲۵ گرم نمک و ۱۰۰ گرم تالک در ۱۰ لیتر آب) در مدت ۵۵-۴۵ دقیقه چسبندگی تخم ها را رفع نمود. در سنجش تعداد لاروهای حاصل شده به منظور دریافت تأثیر این فرایند، مشخص شد که این رقم حدود ۶۰٪ بوده است (Schlumpberger and Schmidt, 1980).

روش های شیمیایی

اسید تانیک

اسید تانیک یک ماده طبیعی است که از شیره گیاهی به دست می آید (Haslam, 1966). این ماده قادر است چسبندگی تخم های ماهیان را برطرف کند.Waltemyer در سال ۱۹۷۶ اسید تانیک را برای رفع چسبندگی تخم های ماهی سوف *Sander vitreus* به کار برد. همچنین این ماده برای رفع چسبندگی تخم های باربوس حمری *Barbus lutes* مورد استفاده قرار گرفت. به این صورت که بعد از لقاح، محلول ۰/۳٪ نمک به نسبت ۱۰۰ml محلول نمک به ازای ۱کیلوگرم تخم به آنها افزوده شد. بعد از ۲ دقیقه به هم زدن، تخم ها آبکشی شده و به مدت ۱۵ ثانیه وارد محلول اسید تانیک با غلظت $g.l^{-1}$ ۱ می شوند. این عمل چسبندگی تخم ها را برطرف می کند. بعد این مدت تخم ها را با آب تفریخگاه شسته و وارد انکوباتور می کنند (Al Hazzaa and Hussein, 2003). Demska-Zakes و همکاران در سال ۲۰۰۵ سه غلظت مختلف اسید تانیک را در سه زمان متفاوت به منظور اطلاع از غلظت و زمان بهینه برای رفع چسبندگی تخم های ماهی سوف سفید *Sander lucioperca* مورد آزمایش قرار دادند. تخم های لقاح یافته سوف سفید بعد شستشو با آب، به مدت ۰/۵، ۲ و ۵ دقیقه در معرض اسید تانیک با غلظت های $mg.l^{-1}$ ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ قرار گرفتند و مشاهده شد که بهترین نتیجه در غلظت $mg.l^{-1}$۵۰۰ در زمان ۵ دقیقه و $mg.l^{-1}$ ۱۰۰۰ در زمان ۲ و نیز ۵ دقیقه حاصل شد. آبکشی تخم های ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*) با محلول ۵ درصد اسید تانیک به مدت ۲۰ ثانیه، بعد از شستشوی نیم ساعته آنها با آب کارگاه موجب رفع چسبندگی تخم های لقاح یافته گونه مذکور می شود (Kalbassi *et al*., 2013).

در استفاده از اسید تانیک برای رفع چسبندگی تخم ها باید محتاط بود. دیده شده است که استفاده از غلظت بسیار زیاد اسید تانیک به منظور رفع چسبندگی منجر به تلفات زیادی در مرحله آخر انکوباسیون می شود. همچنین بسیار محتمل است که اسید تانیکی که در داروهای مورد استفاده انسان به شکل پوشش مخاطی به کار رفته و مواد سمی را به هم متصل می کند

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1391.2.2.1.3]

سبب سخت شدن کوریون شده و احتمالاً فعالیت کوریوناز را کاهش دهد (Demska-Zakes *et al.*, 2005). مطالعه انجام شده توسط Krise و همکاران در سال ۱۹۸٦ نیز نشان داد که اسید تانیک می تواند اثر زیان بخشی بر روند تفریخ لاروها داشته باشد. هم چنین لازم به ذکر است که غلظت های بالاتر از $mg.l^{-1}$ ۲۵ اسید تانیک می تواند مانع تحرک اسپرماتوزوآ شود. چنان که Waltemyer در سال ۱۹۷۵ در مطالعاتی بر روی ***Sander vitreus*** به دست آورد (Demska-Zakes *et al.*, 2005).

محلول کاربامید

کاربامید از جمله مواد شیمیایی است که قادر است چسبندگی را رفع کند. Woynarovich در سال ۱۹٦۲ پروسه لقاح مصنوعی و انکوباسیون تخم های کپور معمولی را انجام داد. این پروسه شامل تیمار تخم های لقاح یافته در محلول های مختلف از جمله محلول اوره و نمک بود. به هم زدن تخم ها به مدت ۱/۵ ساعت در محلول حاوی ٤ گرم نمک و ۳ گرم اوره در ۱ لیتر آب چسبندگی تخم ها را به طور کامل برطرف نمود (Woynarovich, 1962). این تکنیک بعدها ارتقاء یافت، با استفاده از محلول دوم شامل ٤ گرم نمک و ۲۰ گرم اوره در ۱ لیتر آب مدت زمان لازم برای رفع چسبندگی کاهش پیدا کرد (Woynarovich and Woynarovich 1980). محلول اوره و نمک در فرایند تکثیر ماهیان خاویاری نیز به کار رفته است. در ماهی خاویاری سفید ***Acipenser transmontanus*** تخم های لقاح یافته ۲ بار با آب شیرین آبکشی شده و بعد در محلول اوره و نمک قرار گرفتند (۰/۳٪ نمک و ۰/٤٪ اوره) و ظرف ۱۰ – ۵ دقیقه جسبندگی تخم ها برطرف شد. به دنبال این عمل، شستشوی تخم ها با محلول ۰/۱ ٪ اسید تانیک به مدت ۱ دقیقه مورد نیاز است. در صورت عدم استفاده از اسید تانیک تخم ها بعد از ۲۰ – ۱۵ دقیقه مجددا چسبنده شده و نیاز به تیمار دیگری خواهند داشت. روش استفاده از محلول اوره و نمک به صورت یاد شده این پتانسیل را داراست که در تکثیر مصنوعی ماهیان خاویاری جایگزین گل شویی شود. این روش نسبت به روش گل شویی نیازمند کار دستی کمتری بوده و منجر به افزایش درصد تفریخ می شود (Kowtal *et al.*, 1986). در تکثیر ماهی باربوس حمری ***Barbus lutes*** برای رفع چسبندگی تخم های لقاح یافته می توان از محلول اوره و نمک (٤ گرم نمک و ۳ گرم اوره در ۱ لیتر آب) استفاده کرد و به درصد تفریخی مشابه با روش های دیگر (اسید تانیک، شیر و ...) دست یافت. استفاده از تانیک اسید در رفع چسبندگی تخم های باربوس حمری منجر به کسب بهترین نتیجه از لحاظ زمان لازم برای انجام کار و همچنین هزینه مواد می شود (Al Hazzaa and Hussein, 2003).

پودر شیر

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1391.2.2.1.3]

در دهه های گذشته از پودر شیر برای رفع چسبندگی تخم های لقاح یافته برخی ماهیان استفاده شده است. Soin در سال ۱۹۷٦ شیر را به منظور رفع چسبندگی تخم کپور معمولی به کار برد. Khan و همکاران در سال ۱۹۸٦ گزارش کردند $gr.l^{-1}$ ۲۵ –۲۰ پودر شیر پرچرب در حذف چسبندگی تخم ها بسیار موثر بوده و بهترین نتیجه را برحسب درصد لقاح و تفریخ در مقایسه با روشهای Woynarovich ارائه می دهد. تفریخگاه های اصلی در اروپای مرکزی در حال حاضر برای تولید ۱۰۰– ۲۰۰ میلیون نوزاد کیسه زرده دار این روش را به کار می برند. ۲–۳ دقیقه بعد از لقاح، تخم ها در انکوباتورهای زوگ به همراه شیر ریخته شده و محتویات از طریق تزریق حباب های هوا به مدت ٦۰ دقیقه مخلوط می شوند. سپس با برقراری جریان ورودی طی مدت زمان ۱۰ دقیقه شیر از سیستم خارج می شود (Billard *et al.*, 1995). مزارع تکثیر کپور در جمهوری چک از پودر شیر حاوی ۲۷/۲٪ چربی، ۲٦/٦ گرم آلبومین، ۳۷/۲ گرم قند شیر، ۵/۸ گرم یون ها، ۰/۲ گرم لسیتین و ۳ گرم آب در هر ۱۰۰ گرم پودر شیر، در ۱ لیتر آب شهری کلرزدایی شده یا آب تمیز تفریخگاه برای رفع چسبندگی تخم های لقاح یافته استفاده می کنند. محلول شیر به آرامی همراه با به هم زدن مداوم به میزان ۱ لیتر به ازای ۱ کیلوگرم تخم اضافه می شود. اغلب ۱۵ دقیقه بعد از فعالسازی زمانی که تخم ها متورم شده اند مابقی شیر به آرامی افزوده می شود. در صورتی که میزان محلول شیر افزوده شده زیاد باشد عمل رفع چسبندگی موفقیت آمیز نخواهد بود. فرایند جذب آب ٦۰ دقیقه به طول می انجامد و سپس در مدت زمان ۱۰ دقیقه آب تفریخگاه تدریجا جایگزین شیر شده و سپس تخم ها به انکوباتور منتقل می شود (Linhart *et al.*, 2003).

تلفیقی از کاربرد پودر شیر و رس، یک روش سنتی برای رفع چسبندگی تخم های لقاح یافته لای ماهی *Tinca tinca* می باشد. تخم های لقاح یافته ابتدا ٤۰ – ۳۰ دقیقه در محلول شیر به هم زده می شوند. سپس سوسپانسیون رس به تخم ها اضافه شده و بعد از ۱۰ دقیقه به هم خوردن تخم ها در این مخلوط، آنها را با آب تفریخگاه شستشو داده و به انکوباتور ها منتقل می کنند. رفع چسبندگی ۲ مرحله ای با محلول شیر و گل رس منجر به نتایج متناقض در مدت زمان لازم برای انکوباسیون و زمان تفریخ می شود. این امر می تواند به دلیل اختلاف شرایط تکثیر و استفاده از رس باشد. سوسپانسیون رس معمولا با به هم زدن ذرات خاک رس در آب تفریخگاه و سپس صاف کردن آن و ته نشین شدن آماده می شود. بنابراین هم سایز ذرات و هم غلظت سوسپانسیون در دفعات و مناطق مختلف می تواند متفاوت باشد. اگر سوسپانسیون خیلی غلیظ باشد، سایش ذرات رس به دیواره تخم شدیدتر رخ می دهد که منجر به کاهش درصد تفریخ می شود (Linhart and Billard, 1995).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1391.2.2.1.3]

به منظور استفاده از شیر در تکثیر باربوس حمری ابتدا تخم های لقاح یافته با محلول نمک $6\ gr.l^{-1}$ ، به مدت ۲ دقیقه شستشو داده شده و سپس ترکیبی از ۱۰ گرم پودر شیر پرچرب و ۱,۲ گرم نمک در ۱ لیتر آب برای رفع چسبندگی تخم ها به کار رفت. تخم ها ٤٠ دقیقه در این محلول به هم زده شدند و طی این مدت هر گاه کدورت زیادی در محلول دیده شد آن را تعویض نمودند. در پایان تخم های غیرچسبنده را با آب شستشو داده و وارد انکوباتور کردند (Al Hazzaa and Hussein, 2003).

سولفیت سدیم

این ترکیب شیمیایی (Na_2SO_3) قادر است چسبندگی تخم ها را برطرف نماید. Kowtal و همکاران از این ماده برای رفع چسبندگی تخم های ماهی خاویاری سفید استفاده کردند. تخم های این ماهی بعد از لقاح و شستشو با آب در معرض محلول ۱,۵٪ سولفیت سدیم قرار گرفته و ظرف مدت ۱۰ – ۵ دقیقه چسبندگی تخم ها برطرف شد. متعاقبا شستشو با محلول ۰,۱٪ اسید تانیک صورت گرفت تا مانع از بازگشت چسبندگی شود. این روش به طور موفقیت آمیزی در حذف چسبندگی تخم های ماهی خاویاری سفید مؤثر بوده اما نسبت به روش های دیگر درصد کمتری از تکامل طبیعی تخم ها را به دنبال دارد. سولفیت سدیم در غلظت های بالاتر به طور موفقیت آمیزی برای رفع چسبندگی تخم های باربوس به کار رفته است. تخم های این ماهی بعد از لقاح و آبکشی با محلول ۰,٤٪ نمک، به مدت ۵ دقیقه در معرض محلول ۱۵ گرم در لیتر سولفیت سدیم قرار گرفتند. بعد این عمل شستشو با محلول اسید تانیک صورت گرفت (Al Hazzaa and Hussein, 2003).

روش های آنزیمی

استفاده از آنزیم برای رفع چسبندگی تخم های ماهیان با هدف افزایش درصد تفریخ و به خصوص کاهش قابل توجه مدت زمان لازم برای رفع چسبندگی نسبت به روش های سنتی و شیمیایی صورت گرفت. با توجه به ماهیت گلیکوپروتئینی لایه چسبنده، آنزیم های پروتئاز (تریپسین، کیموتریپسین، آلکالاز ...) برای رفع چسبندگی تخم ها به کار گرفته شد.

در سال ۱۹۸٤ محققان دریافتند که ترشح و هیدراته شدن لایه گلیکوپروتئینی تخمک ماهی خاویاری سفید –که مسئول ایجاد چسبندگی است– به نوعی پروتئاز شبه تریپسین وابسته بوده و در عین حال تحت تأثیر کیموتریپسین نمی باشد (Cherr and Clark, 1984). در تکثیر کپور معمولی نیز تلاش هایی برای رفع چسبندگی تخم ها با آنزیم های پروتئاز صورت گرفت. Linhart و همکاران در سال ۲۰۰۳ گزارش کردند که استفاده از آنزیم α–کیموتریپسین در رفع چسبندگی تخم ها مؤثر بوده اما پاسخ موفقیت آمیز این آنزیم بسته به تفاوت شرایط محیطی، کیفیت آب و نژاد ماهی کپور متفاوت است.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1391.2.2.1.3]

این در حالیست که تیمار ٦٠ – ٤٥ ثانیه ای تخم های کپور با آنزیم آلکالاز حدود ٢٠ دقیقه بعد از فعال سازی تخم ها موفق عمل نموده و علاوه بر رفع کامل چسبندگی منجر به نرخ تفریخ ٨٧ ٪– ٨٠ ٪ می شود. بنابراین آنزیم آلکالاز قادر است چسبندگی تخم های کپور معمولی را رفع نماید. نسبت اپتیمم تخم ها و محلول آنزیم به ترتیب ٢/٥: ١ (١ گرم تخم به ٢/٥ میلی لیتر محلول آنزیم) است که محلول آنزیم نیز با غلظت ٢ میلی لیتر آنزیم در ١ لیتر آب به مدت ٢٠ دقیقه به کار می رود. در ادامه محلول ذکر شده را با محلول آنزیمی غلیظ تری (٢٥ میلی لیتر در لیتر) جایگزین می کنند و بعد از ١ دقیقه تخم ها با آب شسته شده و وارد انکوباتور می گردند. نتایج نرخ تفریخ حاصل از رفع چسبندگی تخم ها با این روش مشابه روش شستشو با شیر می باشد اما با کاربرد آنزیم به جای روش های سنتی رفع چسبندگی (شیر و کاربامید) می توان مدت زمان لازم برای رفع چسبندگی را از ٧٠ دقیقه به ٢١ دقیقه کاهش داد (Linhart *et al.*, 2003).

آنزیم آلکالاز در تکثیر گربه ماهی اروپایی ***Silurus glanis*** به کار رفته است. ٣ دقیقه بعد از لقاح محلول آنزیمی به تخم ها اضافه می شود. از نظر حجمی، محلول و تخم ها به نسبت ١:١ با هم مخلوط شده و حدود ٣ دقیقه به هم زده می شوند. آماده سازی محلول آنزیمی نیز بدین صورت است که cm^3 ٢٠ آنزیم در ml ٩٨٠ آب تفریخگاه رقیق شده و استفاده می شود. در گربه ماهی اروپایی استفاده از آنزیم برای رفع چسبندگی تخم ها منجر به نرخ تفریخ مشابه با روش های سنتی می شود اما مزیت کاربرد آنزیم، کاهش زمان دستکاری تخم ها می باشد که از ٣٠ دقیقه به ٣ دقیقه کاهش می یابد (Linhart *et al.*, 2002, 2003).

در حال حاضر آنزیم آلکالاز به طور متداول در تفریخگاه های فرانسه و جمهوری چک استفاده می شود. استفاده از آنزیم برای گربه ماهی اروپایی و نیز لای ماهی موفقیت در تفریخ و نیز کاهش زمان دستکاری تخم ها را (از یک ساعت در روش شستشو با شیر و رس در لای ماهی و نیز رس تنها در گربه ماهی به چند دقیقه) به دنبال دارد (Linhart *et al.*, 2003).

در مورد لای ماهی غلظت و زمان مناسب کاربرد آنزیم آلکالاز $ml.l^{-1}$ ١٠ در مدت ٢ دقیقه می باشد که دیده شده در این صورت نرخ تفریخ به ٨٨,١ ٪ رسید. این در حالیست که در همین شرایط کاربرد روش سنتی شیر و گل رس به نرخ تفریخ ٣٠ ٪ انجامید، ضمن اینکه مدت زمان لازم برای رفع چسبندگی در روش سنتی حدود ٦٠ دقیقه و در روش آنزیمی ٢ دقیقه بوده است (Linhart *et al.*, 2000).

از کارهای انجام شده در مورد کاربرد آنزیم در رفع چسبندگی می توان به بررسی اثر آنزیم تریپسین بر رفع چسبندگی تخم های قره برون اشاره کرد. در این تحقیق پس از تکثیر و لقاح مصنوعی تخم ها با متد Kowtal ، تخم ها در معرض ٤ دوز

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1391.2.2.1.3]

مختلف آنزیم (IU/ml ۱و ۳، ٦، ۱۲) قرار داده شده و زمان رفع شدن چسبندگی و میزان بازماندگی جنینی بعد از ٦۰ ساعت انکوباسیون سنجش شد. در پایان این تحقیق مشخص شد که آنزیم تریپسین قادر به انحلال لایه ژلاتینی دور تخم ماهی قره برون بوده و کمترین زمان لازم برای رفع چسبندگی تخم ها در دوز های یاد شده ٦ دقیقه و مربوط به دوز IU/ml ۱۲ بود. بازماندگی جنینی در این دوز ۷۷/۰±۲/۷۵ درصد و در بیشترین میزان بازماندگی جنینی نیز /۸٦/۹±۲ درصد در غلظت IU/ml ٦ حاصل شد که به طور معنی دار از سایر تیمارها بالاتر بوده است (کلوانی و همکاران، ۱۳۹۲).

جمع بندی و نتیجه گیری

با توجه به مقایسه نتایج به دست آمده در آزمایشات مختلف انجام شده در زمینه رفع چسبندگی می توان در مورد روش بهینه رفع چسبندگی تخم ها برای هر گونه اظهار نظر نمود. در اکثر آزمایشات انجام شده، برای قضاوت در مورد مناسب بودن و قابل اجرا بودن روش های مختلف رفع چسبندگی عمدتا فاکتورهای زمان، کمیت لاروهای تفریخ شده یا تخم های دارای رشد جنینی طبیعی و نیز هزینه مواد در نظر گرفته شده اند.

در مورد فاکتور زمان می توان اظهار کرد که چنانچه روشی بتواند مدت زمان لازم برای رفع چسبندگی را کاهش دهد از این نظر مناسب تر است. در روش های سنتی رفع چسبندگی تخم مانند گل شویی و استفاده از پودر شیر، مدت زمان طولانی انجام فرایند از نکات منفی این روش ها تلقی می شود. مزیت عمده کاربرد روش های آنزیمی، کاهش قابل توجه مدت زمان دستکاری تخم ها می باشد (Linhart *et al*., 2000; 2002; 2003).

کمیت لاروهای تولید شده یا تخم های دارای رشد و نمو جنینی طبیعی از فاکتورهای اصلی انتخاب روش رفع چسبندگی می باشد. به عنوان مثال سولفیت سدیم قادر است ظرف ۱۰-۸ دقیقه چسبندگی تخم های ماهی استرلیاد را برطرف نماید اما نمو طبیعی جنینی در تعداد بسیار کمی از این تخم ها مشاهده شد (Kowtal *et al*., 1986). در نهایت برای اجرای هر یک از روش های رفع چسبندگی در مقیاس وسیع باید به هزینه انجام کار نیز توجه داشت (Al Hazzaa and Hussein, 2003).

مقایسه روش شیمیایی (استفاده از پودر شیر) و روش آنزیمی (کاربرد آنزیم آلکالاز و α-کیموتریپسین) در ماهی کپور معمولی نشان داد که زمان لازم برای انجام رفع کامل چسبندگی تخم ها در کاربرد پودر شیر ۷۰ دقیقه و در مورد آلکالاز تنها ۲۱ دقیقه می باشد. میزان تفریخ در کاربرد آلکالاز ۸۷-۸۰ ٪ و مشابه با کاربرد پودر شیر بوده است، در نتیجه درصد تفریخ در دو روش ذکر شده اختلاف معناداری نداشتند. در نتیجه مزیت استفاده از آنزیم آلکالاز در کپور معمولی کاهش زمان لازم برای فرایند

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1391.2.2.1.3]

رفع چسبندگی می باشد. نتایج حاصل از کاربرد α-کیموتریپسین از نظر نرخ تفریخ ضعیف تر از گروه کنترل بوده است (Linhart *et al.*, 2003).

کاربرد آنزیم آلکالاز در رفع چسبندگی تخم های لای ماهی در شرایط تفریخگاه موجب افزایش قابل توجه نرخ تفریخ از ۳۰ ٪ در روش سنتی شستشو با شیر و سوسپانسیون رس به ۸۸,۱ ٪ شد. ضمن اینکه مدت زمان انجام فرایند رفع چسبندگی از حدود ٦۰ دقیقه به ۲ دقیقه کاهش یافت. در مورد گربه ماهی اروپایی نیز استفاده از آنزیم آلکالاز به جای سوسپانسیون رس اگرچه در نتایج مربوط به نرخ تفریخ تفاوت معناداری ایجاد نکرد اما موجب کاهش قابل توجه زمان به ۳ دقیقه شد. بنابراین نتایج، استفاده گسترده تفریخگاه های اروپایی از آنزیم آلکالاز در رفع چسبندگی تخم های لای ماهی و گربه ماهی منطقی به نظر می رسد (Linhart *et al.*, 2000; 2003).

در مورد باربوس، نتایج حاصل از ٤ روش شیمیایی متفاوت برای رفع چسبندگی تخم ها (اسید تانیک، نمک و کاربامید، پودر شیر و سولفیت سدیم) از نظر نرخ تفریخ تفاوت معناداری ایجاد ننمود. درصد تفریخ در کلیه تیمارها مشابه و حداکثر ۵۸ ٪ مشاهده شد. این در حالی بود که درصد لقاح تخم ها در تیمارهای مختلف ۹۷٫۸ تا ۹۸,٦ بوده است. از نظر مدت زمان مورد نیاز، استفاده از اسید تانیک کمترین و استفاده از محلول نمک و کاربامید بیشترین زمان را به خود اختصاص دادند. با توجه به موارد ذکر شده و یکسان بودن نتایج نرخ تفریخ در تمامی روش ها، روش شستشوی تخم ها با اسید تانیک از نظر زمان کوتاه تر و هزینه کمتر نسبت به سایر روش های یاد شده ارجحیت دارد (Al Hazzaa and Hussein, 2003). ضمن اینکه پیشنهاد می شود به منظور کاهش اختلاف بین درصد تخم های لقاح یافته و درصد تخم های تفریخ شده استفاده از آنزیم های پروتئاز امتحان شود.

در تکثیر ماهی خاویاری عمدتا از روش گل شویی استفاده می شود. رفع چسبندگی تخم های ماهی خاویاری با سولفیت سدیم از نظر درصد تفریخ حتی در مقایسه با گروه کنترل چندان موفق نبوده است. کاربرد محلول اوره و نمک در عرض ۱۰-۸ دقیقه چسبندگی تخم ها را برطرف می کند در صورتی که زمان لازم برای رفع چسبندگی تخم ها با ذرات رس حداقل ۳۰ دقیقه می باشد. همچنین ۵۷,۷ ٪ از تخم های تیمار شده با محلول اوره و نمک با موفقیت تفریخ شدند. این در حالیست که این میزان در تخم های حاصل از گل شویی ۳۲,۵ ٪ بود (Kowtal *et al.*, 1986). در مورد ماهیان خاویاری نیز بررسی بیشتر در مورد استفاده از روش های آنزیمی برای رفع چسبندگی تخم ها پیشنهاد می شود.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1391.2.2.1.3]

منابع

کلوانی نیتلی، ب.، مجازی امیری، ب.، کلباسی، م.، نوری، ا. ۱۳۹۲. مطالعه تطبیقی اثر آنزیم تریپسین و روش متداول گل شویی در حذف لایه چسبنده تخم لقاح یافته تاسماهی ایرانی. نشریه شیلات مجله منابع طبیعی ایران، درحال چاپ.

کنت، ف.، دوروشف، س.، لوتس، پ.، استرنج، ه. ۱۹۸۸. دستورالعمل تکثیر مصنوعی تاس ماهی سفید و کاربرد آن برای دیگر تاس ماهیان آمریکای شمالی. ترجمه مهدی امانی و سید محمدرضا فاطمی ۱۳۷۸. مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی. ص. ۲۲۳.

کیوان، ا. ۱۳۸۲. ماهیان خاویاری ایران. انتشارات نقش مهر. ص ٤٠٠.

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

Amini, K., Siraj, S.S., Mojazi Amiri, B., Mirhashemi Rostami, S.A., Sharr, A., Hossienzade, H. 2012. Evaluation of LHRH-a acute release implantation on final maturation and spawning in not-fully matured broodstocks of Persian sturgeon (*Acipenser persicus* Borodin, 1897). Iranian Journal of Fisheries Sciences. 11(3): 440-459.

Billard, R., Cosson, J., Perchec, G., Linhart, O. 1995. Biology of sperm and artificial reproduction in carp. Aquaculture. 129: 95–112.

Cherr, G.N., Clark, W.H., Jr. 1984. Jelly release in the eggs of the white sturgeon, *Acipenser transmontanus.* An enzymatically mediated event. Journal of Experimental Zoology. 230 (1):145-149.

Cherr, G.N., Clark, W.H., Jr. 1982. Fine structure of the envelope and micropyles in the eggs of the white sturgeon, *Acipenser transmontanus* Richardson. Development, Growth & Differentiation. 24: 341-352.

Demska-Zakes, K., Zakes, Z., Roszuk, J. 2005. The use of tannic acid to remove adhesiveness from pikeperch, *Sander lucioperca*, eggs. Aquaculture Research. 36: 1458-1464.

Donaldson, E.M. 1996. Manipulation of reproduction farmed fish. Animal Reproduction Science. 42: 381-392.

Doroshov, S.I., Clark, W.H., Jr., Lutes, P.B., Swallow, R.L., Beer, K.E., McGuire, A.B.,

Cochran, M.D. 1983. Artificial propagation of the white sturgeon, *Acipenser transmontanus.* Aquaculture. 32: 93-104.

Foresti F. 2000. Biotechnology and fish culture. Hydrobiology. 420:45-47.

Haslam E. 1966. Chemistry of Vegetable Tannins. Academic Press, London, UK. pp.179.

Kalbassi, M.R., Lorestani, R., Ghafle Maramazi, J. 2013. Analysis of saline activator solution effects on sperm quality indices of *Barbus sharpeyi* by image J software. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 12(2): 357-377.

Khan, H.A., Gupta, S.D., Reddy, P.V.G., Sahoo, S.K. 1986. Use of milk, urea, sodium sulphite and human urine for degumming fertilized eggs of common carp, *Cyprinus carpio* L. Aquacultura Hung. (Szarvas).5: 47–54.

Kowtal, G.V., Clark, W.H., Jr., Cherr, G.N. 1986. Elimination of adhesiveness in eggs from the white sturgeon, *Acipenser transmontanus*: chemical treatment of fertilized eggs. Aquaculture. 65: 139-143.

Krise, W.F., Bulkowski-Cummings, L., Shellman, D.A., Kraus, K.A., Gould, R.W. 1986. Increased walleye egg hatch and larval survival after protease treatment of eggs. The Progressive Fish-Culturist. 48: 95-100.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1391.2.2.1.3]

Linhart, O., Billard, R. 1995. Survival of ovulated oocytes and ova in the European catfish (*Silurus glanis*) after in vivo and in vitro storage or exposure to various solutions. Aquatic Living Resources . 8: 317–322.

Linhart, O., Gela, D., Flajšhans, M., Duda, P., Rodina, M., Novák,V. 2000. Alcalase enzyme treatment for elimination of egg stickiness in tench, *Tinca tinca* L. Aquaculture. 191, 303–308.

Linhart, O., Štech, L., Švarc, J., Rodina, M., Audebert, J.P., Grecu, J.,Billard, R. 2002. The culture of the European catfish, *Silurus glanis* L. in Czech Republic and in France. Aquatic Living Resources. 15, 139–144.

Linhart, O., Rodina, M., Gela, D., Kocour, M., Rodriguez, M. 2003. Improvement of common carp artificial reproduction using enzyme for elimination of egg stickiness. Aquatic Living Resources. 16: 450–456.

Mansour, N., Lahnsteiner, F., Patzner, R.A. 2009. Physiological and biochemical investigations on egg stickiness in common carp. Animal Reproduction Science. 114: 256–268.

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

Riehl R., Patzner R. A., Glechner R. 1993. The eggs of native fishes. 2. *Chalcalburnus chalcoides mento* (Agassiz, 1832).Österr. Fisch., 46: 138-140 (in German).

Riehl, R., Patzner, R. A. 1998. Minireview: The modes of egg attachment in teleost fishes. Italian Journal of Zoology. 65: 1, 415 - 420.

Sakowicz, S. 1928. Pikeperch (*Lucioperca sandra* Cuv.) (Ed. By W. Reuning), Przeglad Rybacki 6: 175-188. (In Polish).

Schlumpberger W., Schmidt, K. 1980. Vorlaufiger Stand der Technologie zur Aufzucht von vorgestreckten Zander (*Stizostedion lucioperca*). DDR Berlin Bd. 27: 284-286.

Soin, S.G. 1976. Two new methods for elimination of egg stickiness. Rybnoe Chozjajstvo 10, 18–21 (In Russian).

Waltemyer, D.L. 1975. The effect of tannin on the motility of walleye (*Stizostedion vitreum*) spermatozoa. Transactions of the American Fisheries Society. 4: 808-810.

Waltemyer, D.L. 1976. Tannin as an agent to eliminate adhesiveness of walleye eggs during artificial propagation. Transactions of the American Fisheries Society. 105: 731-736.

Williot, P., Brun, R., Rouault, T., Pelard, M., Mercier, D., Ludwig, A. 2005. Artificial spawning in cultured sterlet sturgeon, *Acipenser ruthenus* L., with special emphasis on hermaphrodites. Aquaculture. 246: 263– 273.

Woynarovich, E. 1962. Hatching of carp eggs in Zuger-glasses and breeding of carp larva until and age of 10 days. Badmidgeh. 14: 38–46.

Woynarovich, E., Woynarovich, A. 1980. Modified technology for elimination of stickiness of common carp *Cyprinus carpio* eggs. Aquacultura Hung. 2: 19–21.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-07-03]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1391.2.2.1.3]