

مراقبت‌های بهداشتی از تخم ماهیان خاویاری در دوره انکوباسیون؛ با تأکید بر پیشگیری و کنترل قارچ‌زدگی

سید سینا میرمظلومی^{*}، سهیل بازاری مقدم^۱

۱- انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، ایران، صندوق پستی ۳۴۶۴-۴۱۶۳۵

چکیده

انکوباسیون تخم ماهیان خاویاری، یکی از حساس‌ترین مراحل در تکثیر مصنوعی این ماهیان محسوب می‌گردد. بروز تلفات در این مرحله می‌تواند به کاهش قابل توجه بازده تولید بچه‌ماهیان منجر شود. در میان عوامل بهداشتی مؤثر بر کاهش زنده‌مانی تخم، قارچ‌زدگی و به‌ویژه آلودگی ناشی از اوومیسیت‌های جنس *سaprolognia* از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این عوامل معمولاً به‌صورت فرصت‌طلبانه بر روی تخم‌های مرده مستقر شده و در صورت فراهم بودن شرایط، از طریق رشد رشته‌ای و انتشار در محیط آبی به تخم‌های سالم مجاور گسترش می‌یابند. مطالعات انجام‌شده در مراکز تکثیر ماهیان خاویاری ایران نیز وقوع این مشکل را تأیید کرده‌اند و نشان داده‌اند که قارچ‌زدگی می‌تواند سهم قابل توجهی در تلفات دوره انکوباسیون داشته باشد. استفاده از تخم‌های سالم، شناسایی و حذف سریع تخم‌های مرده از مهم‌ترین ارکان پیشگیری از قارچ‌زدگی محسوب می‌شوند. در صورت بروز آلودگی، تشخیص به‌موقع و حذف منبع آلودگی باید در اولویت قرار گیرد و استفاده از مواد کنترل‌کننده، از جمله ترکیباتی مانند هیدروژن پراکسید، تنها بر اساس شواهد علمی، شرایط گونه‌پرورشی و مرحله رشد جنینی و نیز دستورالعمل‌های معتبر اجرا گردد. در سال‌های اخیر، استفاده از فرآورده‌های گیاهی با ویژگی‌های ضدقارچی نیز به‌عنوان رویکردی نویدبخش مورد توجه قرار گرفته است. بر این اساس، کنترل موفق قارچ‌زدگی تخم ماهیان خاویاری نیازمند رویکردی تلفیقی مبتنی بر بهداشت، تشخیص زودهنگام، حذف کانون آلودگی و استفاده هدفمند و علمی از روش‌های کنترلی است.

واژگان کلیدی: ماهیان خاویاری، تخم، انکوباسیون، *سaprolognia*، سaprolognizis

بیان مسئله

جمعیت تاسماهیان دریای خزر در طی دهه‌های گذشته دچار کاهش چشمگیری گردیده است (توکلی و همکاران، ۱۳۹۵). از مهمترین عوامل دخیل در این کاهش، می‌توان به احداث سد در مسیر مهاجرت تخم‌ریزی تاسماهیان مولد، صید بی رویه و آلودگی محیط زیست نام برد (Ruban et al., 2019). بمنظور مقابله با بحران مذکور، دو رویکرد بسیار مهم در سازمان شیلات شکل گرفت: رویکرد اول و قدیمی‌تر، صید و تکثیر مصنوعی ماهیان مولد وحشی و رهاسازی بچه ماهیان حاصله به محیط طبیعی در جهت بازسازی ذخایر تاسماهیان وحشی است. رویکرد دوم و به نسبت جدیدتر، توسعه آبی‌پروری ماهیان خاویاری در جهت جبران کاهش صید آن ماهیان و در عین حال تامین محصولات ماهیان خاویاری از قبیل گوشت و خاویار می‌باشد (Napolitano et al., 2025). تلاش‌های بسیار زیادی در جهت تحقق اهداف یاد شده صورت گرفته است و نتیجه آن احداث مراکز بازسازی ذخایر متعدد در مسیرهای مهاجرت تاسماهیان و همچنین توسعه مزارع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری در ایران می‌باشد. کشور ایران به عنوان یکی از کشورهای حاشیه دریای خزر، میزبان ۵ گونه ماهی خاویاری می‌باشد و تلاش‌های قابل توجهی در جهت بازسازی ذخایر و رهاسازی بچه ماهیان این گونه‌ها صورت گرفته است. گونه‌های یاد شده شامل فیل ماهی، گونه شیپ، تاسماهی روسی، تاسماهی ایرانی و گونه ازون برون می‌باشند. از منظر آبی‌پروری نیز، کشور ایران با تولید ۳۱۴۵ تن ماهیان خاویاری در سال ۲۰۲۱ در رتبه چهارم تولید کنندگان اصلی تاسماهیان پرورشی در جهان قرار گرفت (Napolitano et al., 2025). گونه‌های اصلی پرورشی در

داخل کشور فیل ماهی و تاسماهی سیبری می‌باشند که عمدتاً در حوضچه‌های بتنی پرورش داده می‌شوند (Ghorbani et al., 2022).

یکی از عوامل بسیار مهم در کاهش بهره‌وری در هر دو بخش بازسازی ذخایر و همچنین تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری، بروز پدیده قارچ‌زدگی یا ساپروولگنیوزیس در طی دوره انکوباسیون تخم‌های این ماهیان می‌باشد (Ghiasi et al., 2010). براساس نتایج مطالعات صورت گرفته، تلفات مرتبط با ساپروولگنیوزیس در تخم ماهیان خاویاری، از ۲۲/۱۳ (Jalilpoor et al., 2006) تا ۹۰ درصد (Bauer et al., 2002) گزارش شده است. مهمترین قارچ‌های جدا شده از تخم تاسماهیان در ایران، شامل گونه‌های مختلف ساپروولگنیا مانند ساپروولگنیا پارازیتیکا^۱ و س. دیکلینا^۲ می‌باشند (Ghiasi et al., 2010). یکی از مشخصات اصلی ساپروولگنیا تولید زئوسپورهای متحرک در تکثیر غیر جنسی می‌باشد که مسئولیت اصلی در بروز ساپروولگنیوزیس در مرکز تکثیر را دارد. تولید زئوسپور توسط ساپروولگنیا زمانی رخ می‌دهد که شرایط مناسبی از لحاظ ترکیبات غذایی و همچنین دمای مناسب رشد وجود داشته باشد. برای مثال محدوده دمایی مناسب رشد در گونه‌های مختلف ساپروولگنیا متفاوت می‌باشد؛ با این حال، برخی از گونه‌های بیماری‌زا مانند ساپروولگنیا پارازیتیکا از توانایی رشد در محدوده وسیعی از دما (۴ - ۲۸ درجه سانتیگراد)، برخوردار می‌باشند. تحت چنین شرایطی، اسپورانژیوم‌ها در انتهای هایف‌های قارچی شکل می‌گیرد (شکل ۱) و سپس زئوسپورهای اولیه و متحرک دو تاژکه را رها می‌نمایند. تخم‌های مرده و یا لقاح نیافته، بستر مناسبی برای رشد و گسترش رشد ساپروولگنیا محسوب می‌شوند. زئوسپورها می‌توانند بر روی تخم‌های مرده رشد

تخم های بارور شده تاسماهیان به ویژه در ساعات اولیه لقاح به شرایط محیطی و استرس های ناشی از شوک های مکانیکی بسیار حساسند و بنابراین در هنگام انکوباسیون آنها، باید مراقبت های ویژه ای را مد نظر قرار داد. انکوباتورهای مورد استفاده در کارگاه های تکثیر معمولاً از نوع مک دونالد می باشند که به صورت استوانه هایی با کف محدب در حجم های ۵ تا ۱۰ لیتر می باشند. آب ورودی این انکوباتورها از بالای استوانه توسط لوله ای به کف انکوباتور منتقل می شود و جریان آب از پایین به بالا می باشد و در نتیجه باعث گردش ملایم تخم های لقاح یافته در حین انکوباسیون می گردد (Conte et al., 1988). درجه حرارت آب انکوباسیون در رشد و نمو جنینی تاسماهیان بسیار مؤثر است، به همین دلیل در بیشتر کارگاه های تکثیر سعی می شود در طول دوره انکوباسیون از درجه حرارت ثابتی (دمای $14-16^{\circ}\text{C}$) استفاده شود. روشنایی در هنگام انکوباسیون یک فاکتور منفی محسوب می گردد و برای پرهیز از تابش مستقیم نور خورشید و جلوگیری از زیان های اشعه فرابنفش بر روی تخم ها، اتاق انکوباسیون را به وسیله نصب پرده های کلفت و تیره تاریک نگه می دارند. pH آب انکوباسیون همواره باید بین $6/8$ تا $7/2$ ثابت نگه داشته شود. اسیدی یا قلیایی شدن آب انکوباسیون خارج از حد طبیعی ممکن است سبب تخریب تخم ها، تلفات بیشمار و قارچ زدگی آنها شود. اکسیژن محلول در آب انکوباسیون تخم ها باید بین 8 تا $9/6$ میلی گرم در لیتر باشد. کاهش اکسیژن به ویژه کمتر از 6 میلی گرم در لیتر برای انکوباسیون تخم تاسماهیان بسیار مضر می باشد و سبب تلفات زیاد تخم ها و لاروها می شود (آذری تاکامی، ۱۳۸۸).

نماید و توده های میسلیم را ایجاد نمایند. توده های میسلیم، تخم های زنده را نیز احاطه نموده و منجر به اختلال در تبادل گازی بین تخم های سالم می شوند و بدین ترتیب توده دیگری از تخم های مرده ایجاد گردیده و می تواند تا زمانی که همه تخم ها از بین رود ادامه یابد (Banan et al., 2024).



شکل ۱. اسپورانژیوم ساپروگلنیا رشد یافته بر روی تخم ماهیان

خاویاری

مراقبت های لازم در هنگام انکوباسیون تخم ماهیان

خاویاری

مدت زمان طی شده از لحظه باروری تخم ها تا ظهور اولین لاروها را دوره انکوباسیون می نامند. این دوره به درجه حرارت آب و سلامت تخم ها بستگی دارد. به عبارت دیگر هرچه آب گرم تر باشد خروج نوزاد از تخم سریع تر صورت می گیرد و هر چه درجه حرارت کمتر باشد این مدت طولانی تر می شود. به عنوان مثال، مدت زمان انکوباسیون تخم های فیل ماهی در دمای $17-15^{\circ}\text{C}$ ، ۵ - ۵/۵ روز طول می کشد، ولی در دمای 19°C ، این دوره ۴ روز زمان می برد (آذری تاکامی، ۱۳۸۸).

روش‌های پیشگیری و کنترل ساپروولگنیوزیس در دوره

انکوباسیون تخم ماهیان خاویاری

۱- استفاده از آب سالم و با کیفیت

آب ورودی برای انکوباسیون باید کاملاً سالم و فاقد ذرات معلق، گل آلودگی و آلودگی‌های صنعتی باشد. اقداماتی از قبیل احداث استخرهای رسوب گیر و نصب سیستم های فیلتراسیون نظیر درام فیلتر در سیستم های بازگردشی آب می‌تواند در حذف ذرات معلق پیش از ورود آب به مرکز تکثیر بسیار مؤثر باشد. همچنین استفاده از اشعه ماوراء بنفش (UV) در ضدعفونی آب ورودی کارگاه پیش از ورود به انکوباتورها می‌تواند تاثیر چشمگیری در کاهش تلفات ناشی از قارچ‌زدگی داشته باشد. برای مثال، استفاده از UV با دوز ۴۰۰ میکرووات بر سانتی متر مکعب در یک دوره ۲۸ روزه توانست تلفات تخم ماهی قزل آلاي رنگین کمان را از ۷۷/۳ درصد به ۱۴/۳ درصد برساند (Heikkinen et al. 2013).

۲- استفاده از تخم‌های سالم و با کیفیت مناسب

وجود تخم‌های لقاح نیافته در حین انکوباسیون می‌تواند به عنوان یک منبع غذایی برای قارچ‌های ساپروولگنیا محسوب شود. در تحقیقی که توسط (Jalilpoor et al., 2006) انجام گرفت، رابطه معنی‌داری بین کاهش در صد لقاح و افزایش بروز قارچ زدگی مشاهده گردید. بنابراین، یکی از روش‌های کاهش پدیده قارچ‌زدگی، استفاده از سلول‌های جنسی (تخمک و اسپرم) با کیفیت بالا جهت انجام لقاح می‌باشد.

۳- شناسایی و حذف سریع تخم‌های مرده و آسیب‌دیده

روش دیگر در مبارزه با بروز ساپروولگنیوزیس، جمع‌آوری تخم‌های مرده از داخل انکوباتور به روش دستی می‌باشد. رشد قارچ‌مانند روی تخم‌ها معمولاً به صورت لکه‌ها یا توده‌های سفید و رشته‌ای مشاهده می‌شود (شکل ۲) و در صورت فراهم بودن شرایط می‌تواند به سرعت گسترش یابد. از این رو، پایش منظم تخم‌ها و ثبت تغییرات ظاهری آنها، نقش مهمی در تشخیص زودهنگام کانون‌های آلودگی دارد. تشخیص اولیه این کانون‌ها فرصت لازم را برای حذف تخم‌های آلوده، بررسی منشأ آلودگی و جلوگیری از گسترش آن فراهم می‌کند. بنابراین، پیشنهاد می‌گردد روزانه تخم‌ها را با استفاده از شیلنگ آکواریومی با قطر ۷ میلی متر، سیفون نموده و تعداد تخم‌های جمع‌آوری شده را نیز ثبت نمود. البته این روش سخت بوده و نیاز به نیروی کارگری دارد.



شکل ۲. میسلیموم های قارچی رشد یافته بر روی تخم ماهیان

خاویاری

دلیل ویژگی های جهش زایی، سرطان زایی و ناقص الخلقه زایی، در سراسر جهان ممنوع اعلام گردید و در نتیجه صنعت پرورش ماهی با عود مجدد عفونت های ساپروولگنیا مواجه شد (Van West, 2006). تاکنون تنها دو ترکیب فرمالین و پراکسید هیدروژن برای درمان ساپروولگنیوزیس در آبی پروری مورد تایید سازمان غذا و دارو ایالت متحده قرار گرفته اند (Ogunwa et al., 2025). در تحقیقی که توسط (وهاب زاده رودسری و همکاران، ۱۳۸۴) صورت گرفت، کارایی پراکسید هیدروژن ۳۰ درصد (مرک، آلمان) به عنوان جایگزینی امن تر نسبت به مالاشیت گرین، در مقابله با آلودگی قارچی تخم های تاسماهی ایرانی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج درصد تغریخ و میزان قارچ زدگی تخم ها نشان داد که بسته به شرایط انکوباسیون، استفاده از غلظت های ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ µL/L پراکسید هیدروژن بعد از مرحله گاسترولاسیون در انکوباتور یوشچنکو به صورت حمام ایستایی با مدت زمان ۱۵ دقیقه در مقایسه با مالاشیت گرین تا حد قابل قبولی در کنترل عارضه قارچ زدگی تخم های تاسماهی ایرانی مؤثر بوده است. همچنین مطابق تحقیق یاد شده، افزودن پراکسید هیدروژن به انکوباتور در حین درمان، به دلیل چسبیدن حباب های اکسیژن به رشته های قارچی، موجب غوطه وری تخم های قارچ زده در سطح آب گردیده است، که این پدیده به نوبه خود می تواند جدا سازی دستی آن ها را نیز تسهیل نماید (وهاب زاده رودسری و همکاران، ۱۳۸۴). ترکیب دیگری که علیه ساپروولگنیوزیس در برخی کشورهای اروپایی استفاده می شود، برنوپول می باشد که یک مهار کننده آنزیم دهیدروناز هست (Branson, 2002). اخیراً جدایه های

با توجه به اینکه اعضای مختلف جنس ساپروولگنیا می توانند علائم ظاهری مشابهی ایجاد کنند، در موارد شدید، تکرار شونده یا غیر معمول، تشخیص آزمایشگاهی عامل نیز اهمیت پیدا می کند. چنین رویکردی از مصرف غیر ضروری مواد ضد قارچ و نسبت دادن هرگونه رشد سطحی روی تخم به یک عامل مشخص جلوگیری خواهد کرد.

۴- شستشوی دوره ای انکوباتورها و جلوگیری از تجمع مواد آلی و بقایای تخم

حفظ پاکیزگی محیط انکوباسیون نیز بخشی جدایی ناپذیر از پیشگیری از قارچ زدگی است. در مطالعه (Ali et al., 2013)، توانایی گونه های ساپروولگنیا در تشکیل لایه های بیوفیلم در جداره استخرهای پرورش ماهی به اثبات رسید. این لایه ها به عنوان منبع پخش کننده گونه های بیماری زای ساپروولگنیا در واحدهای تکثیر و پرورش و ظهور مجدد قارچ زدگی پس از درمان محسوب می گردند. تجمع تخم های مرده، بقایای آلی و سایر مواد زائد نیز می تواند شرایط مناسبی را برای افزایش بار گونه های ساپروولگنیا فراهم آورند. بنابراین، شستشوی کامل انکوباتورها و تراف های سالن تکثیر در ابتدا و انتهای هر دوره تکثیر و همچنین حذف مستمر بقایای تخم ها و جلوگیری از تجمع مواد آلی در اطراف واحدهای انکوباسیون باید در برنامه روزانه بهداشت مرکز پیش بینی شود. این اقدام نه تنها از نظر کنترل قارچ زدگی اهمیت دارد، بلکه به کاهش بار کلی عوامل فرصت طلب موجود در محیط انکوباسیون نیز کمک می کند.

۵- استفاده منطقی از مواد کنترل کننده قارچ زدگی

تا سال ۲۰۰۲، ساپروولگنیوزیس با کاربرد مالاشیت گرین تحت کنترل بود. با این حال، استفاده از مالاشیت گرین به

ضدقارچی، دامنه ایمنی برای جنین، اثر بر در صد تفریح و کیفیت لارو حاصل به طور اختصاصی ارزیابی شود.

۶- پرهیز از مصرف خودسرانه مواد ضدقارچ

یکی از اصول مهم در بهداشت مرکز تکثیر، پرهیز از استفاده تجربی و بدون پشتوانه علمی از مواد شیمیایی یا فرآورده های ضدقارچ است. سابقه استفاده از برخی مواد مؤثر علیه ساپروولگنیوزیس نشان داده است که اثربخشی یک ترکیب الزاماً به معنی ایمنی آن برای ماهی، جنین، محیط زیست یا مصرف کننده نهایی نیست. به عنوان نمونه، مالاشیت گرین اگرچه در گذشته از مواد مؤثر برای کنترل قارچ زدگی محسوب می شد، به دلیل نگرانی های مرتبط با سمیت و سرطان زایی از چرخه کاربرد معمول خارج شده است. بر همین اساس، استفاده از هرگونه ماده کنترل کننده باید بر اساس دستورالعمل معتبر، مجوزهای مربوطه و نظر متخصص بهداشت آبزیان انجام شود. به ویژه در مرحله جنینی، رعایت محدوده ایمنی اهمیت مضاعف دارد؛ زیرا هدف از مداخله، کنترل عامل بیماری را بدون ایجاد آسیب به جنین و کاهش قابلیت تفریح است.

۷- پایش و ثبت وضعیت بهداشتی تخم ها

پایش منظم و ثبت وضعیت تخم ها می تواند نقش مهمی در شناسایی زود هنگام مشکلات بهداشتی داشته باشد. ثبت تعداد تخم های مرده، موارد مشکوک به قارچ زدگی، زمان مشاهده نخستین علائم، میزان گسترش آلودگی و اقدامات انجام شده، امکان تحلیل روند تلفات و شناسایی نقاط ضعف بهداشتی مرکز را فراهم می کند. وجود چنین سوابقی همچنین در مقایسه عملکرد دوره های مختلف انکوباسیون

ساپروولگنیآ آسترالیس^۲ مقاوم به برونوپول درمان را در مزارع آبی پروری با مشکل مواجه ساخته است (Rezinciuc et al., 2014). بنابراین، جستجو در خصوص داروی مؤثر، ارزان، دوست دار محیط زیست، در دسترس و امن علیه ساپروولگنیازیس همچنان ادامه دارد.

فعالیت های ضد قارچی مواد مؤثره گیاهی، موضوع تحقیقات علمی زیادی بوده و این خصوصیت در مطالعات آزمایشگاهی و بالینی به اثبات رسیده است. برخی عصاره ها و اسانس های گیاهی به دلیل دارا بودن ترکیبات زیست فعال، از جمله ترکیبات فنولی، اسیدهای چرب و سایر متابولیت های ثانویه، فعالیت ضدقارچی نشان داده اند. به عنوان نمونه، در مطالعه^۳ (Khosravi et al., 2012)، اسانس های روغنی گیاهان آویشن شیرازی^۴، شمعدانی^۵ و اوکالپتوس^۶ برای درمان تخم های قزل آلا^۷ رنگین کمان آلوده به قارچ ساپروولگنیآ پارازیتیکا^۸ مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق، اسانس های روغنی آویشن شیرازی و اوکالپتوس در مقایسه با شمعدانی در درمان تخم های آلوده به ساپروولگنیآ در محیط آبی پروری مؤثرتر بودند. در مطالعه دیگر، کاربرد اسانس آویشن شیرازی با دوز ۵۰ میلی گرم در لیتر به مدت یک ساعت بعد از پایان مرحله گاسترولاسیون و در حالت تداوم جریان آب انکوباتورها در کنترل آلودگی قارچی تخم تاسماهی ایرانی توصیه گردید (شریف روحانی و همکاران، ۱۳۹۷). در این چارچوب، فرآورده هایی نظیر آویشنیت (با ماده مؤثره اسانس آویشن شیرازی) نیز می توانند به عنوان گزینه ای برای بررسی و توسعه راهکارهای گیاهی در بهداشت ماهیان خاویاری مورد توجه قرار گیرند. با این حال، در مورد کاربرد مستقیم آن بر تخم ماهیان خاویاری، لازم است که اثربخشی

^۱ *Geranium herbarium*
^۲ *Eucalyptus camaldolensis*

^۳ *S. australis*
^۴ *Zataria multiflora*

در واقع، رویکرد مؤثر در کنترل قارچ زدگی، پیشگیری، تشخیص زودهنگام و مداخله به موقع را در کنار یکدیگر قرار می دهد. این رویکرد با اصول کلی بهداشت مرکز تکثیر و توصیه های تخصصی مربوط به تکثیر ماهیان خاویاری نیز همخوانی دارد.

در نهایت، باید تأکید نمود که قارچ زدگی تخم پدیده ای نیست که بتوان آن را صرفاً با مشاهده رشد سفیدرنگ روی تخم و سپس استفاده از یک ماده ضدقارچ مدیریت کرد. پیشگیری واقعی از قارچ زدگی از انتخاب تخم سالم آغاز می شود، با حذف سریع تخم های مرده و آسیب دیده ادامه می یابد، با رعایت اصول بهداشت و جلوگیری از انتقال آلودگی تقویت می شود و در صورت بروز کانون آلودگی، با تشخیص صحیح و مداخله هدفمند تکمیل می گردد. چنین رویکردی می تواند ضمن کاهش تلفات جنینی، به افزایش درصد تفریح و ارتقای بازده بهداشتی و اقتصادی مراکز تکثیر ماهیان خاویاری کمک کند.

منابع

آذری تاکامی، ق. ۱۳۸۸. تکثیر و پرورش تاس ماهیان، چاپ دوم، تهران، مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران صفحات ۲۰۷-۱۹۸.

توکلی، م.، خوش قلب، م.، پرافکنده، ف.، عبدالملکی، ش. (۱۳۹۵). وضعیت بهره برداری از ماهی ازون برون در آبهای ایران دریای خزر طی سالهای ۹۴-۱۳۸۰. مجله آبزیان دریای خزر. دوره ۱، ۳۷-۴۷ ص.

شریف روحانی، م.، معصوم زاده، م.، دشتیان نسب، عقیل، عصائیان، ح.، و همکاران، ۱۳۹۷. بررسی کاربرد اسانس آویشن شیرازی در کنترل آلودگی های قارچی چند گونه از آبزیان پرورشی. گزارش نهائی طرح پژوهشی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۷۶ ص.

و ارزیابی اثربخشی اقدامات پیشگیرانه یا کنترلی بسیار سودمند است. در دستورالعمل های تخصصی مرکز تکثیر ماهیان خاویاری نیز مستندسازی، پایش سلامت و ثبت اطلاعات از اجزای مهم برنامه بهداشتی مراکز تکثیر محسوب می شود (Chebanov and Galich, 2013). از این رو، پایش ظاهری تخم ها باید به صورت منظم انجام شود و تخم های فاقد علائم حیات، تغییر رنگ غیرطبیعی یا دارای رشد پنبه ای و رشته ای، پس از بررسی، از توده تخم های سالم جدا شوند. در این زمینه، سرعت عمل اهمیت زیادی دارد؛ زیرا حذف یک کانون کوچک آلودگی بسیار مؤثرتر از کنترل یک آلودگی گسترده است.

۸- کاهش عوامل مستعدکننده قارچ زدگی

اگرچه حضور ساپروولگنیا و سایر اوومیسست ها به تنهایی برای ایجاد یک طغیان بیماری کافی نیست، شرایط محیطی و مدیریتی نامناسب می تواند احتمال بروز و گسترش بیماری را افزایش دهند. کیفیت نامناسب آب، نوسانات شدید شرایط محیطی، کاهش اکسیژن محلول، آسیب مکانیکی و سایر عوامل تنش زا از جمله عواملی هستند که در مطالعات مختلف با افزایش حساسیت به ساپروولگنیوزیس ارتباط داشته اند.

توصیه های ترویجی

بررسی شواهد موجود نشان می دهد که کنترل موفق قارچ زدگی تخم ماهیان خاویاری نباید بر یک اقدام منفرد استوار باشد. حذف تخم های مرده و آلوده، رعایت بهداشت تجهیزات و محیط، کنترل مسیرهای احتمالی انتقال عامل، کاهش عوامل مستعدکننده، پایش مستمر تخم ها و در صورت ضرورت، استفاده هدفمند از مواد کنترل کننده، مجموعه ای از اقداماتی هستند که باید در قالب یک برنامه واحد و هماهنگ اجرا شوند.

- Ghiasi, M., Khosravi, A.R., Soltani, M., Binaii, M., Shokri, H., Tootian, Z., Rostamibashman, M. Ebrahimzademousavi, H. 2010. Characterization of *Saprolegnia* isolates from Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) eggs based on physiological and molecular data. *Journal de mycologie médicale*, 20(1): 1-7.
- Ghorbani V.R., Mohseni, M., Alipour, A., Pajand, Z. Hosseinnia, E. 2022. An overview of sturgeon culture in concrete tanks, recirculating aquaculture system, cage and earthen pond. *Sturgeon Extention Journal*, 5(8): 1-12.
- Heikkinen, J., Mustonen, S. M., Eskelinen, P., Sundberg, L. R., Von Wright, A. 2013. Prevention of fungal infestation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) eggs using UV irradiation of the hatching water. *Aquacultural engineering*, 55: 9-15.
- Jalilpoor, J., Shenavar Masouleh, A. Masoumzadeh, M. 2006. Fungal flora in *Acipenser persicus* eggs with particular emphasis on *Saprolegnia* sp. (Oomycetes) and mortality during mass incubation at the Shahid Beheshti hatchery. *Journal of Applied Ichthyology*, 22.
- Khosravi, A.R., Shokri, H., Sharifrohani, M., Mousavi, H.E. Moosavi, Z. 2012. Evaluation of the antifungal activity of *Zataria multiflora*, *Geranium herbarium*, and *Eucalyptus camaldolensis* essential oils on *Saprolegnia parasitica*-infected rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) eggs. *Foodborne Pathogens and Disease*, 9(7): 674-679.
- Napolitano, R., Martini, A., Martinoli, M., Newton, R.W., Pulcini, D., Tonachella, N. Capoccioni, F. 2025. Environmental performance of sturgeon caviar production. An LCA study on luxury food. *Aquaculture*, 608: 742766.
- Ogunwa, T.H., Thornhill, M.G., Ledezma, D. Peterson, R.L. 2025. Enhancing copper toxicity
- وهاب زاده رودسری، ح.، احمدی، م.، کیوان، امین.، معصومیان، م. (۱۳۸۴). ارزیابی کارآیی پراکسید هیدروژن در مقابله با آلودگی قارچی تخمهای تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)، مجله علمی شیلات ایران. سال چهاردهم، شماره ۱.
- Ali, S. E., Thoen, E., Vrålstad, T., Kristensen, R., Evensen, Ø., Skaar, I. 2013. Development and reproduction of *Saprolegnia* species in biofilms. *Veterinary Microbiology*, 163(1-2), 133-141.
- Banan, A., Kalbassi, M.R. Bahmani, M. 2024. Immobilization of silver nanoparticles on zeolite and silica grains as a filtration substrate in the control of fungal infection during the incubation period of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) embryos; The release rate of silver in water and its effect on spawning rate. *Journal of Fisheries Science and Technology*, 13(4), pp.251-261.
- Bauer, ON, Pugachev, ON, Voronin, VN. 2002. Study of parasites and diseases of sturgeons in Russia: a review. *Journal of Applied Ichthyology*, 18:420-429.
- Branson, E. 2002. Efficacy of bronopol against infection of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with the fungus *Saprolegnia* species. *Veterinary Record*, 151(18): 539-541.
- Chebanov, M. S., and Galich, E. V. 2011. Sturgeon hatchery manual. FAO fisheries and aquaculture technical paper, (558), I.
- Conte, F.S., Doroshov, S.I., Lutes, P.B. Strange, E.M. 1988. Hatchery manual for the white sturgeon *Acipenser transmontanus* Richardson with application to other North American Acipenseridae. Oakland, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources.

against *Saprolegnia parasitica*, a devastating oomycete pathogen in aquaculture. Discover Applied Sciences, 7(5): 446.

Rezinciuc, S., Sandoval-Sierra, J.V. Diéguez-Uribeondo, J. 2014. Molecular identification of a bronopol tolerant strain of *Saprolegnia australis* causing egg and fry mortality in farmed brown trout, *Salmo trutta*. Fungal Biology, 118(7): 591-600.

Ruban, G., Khodorevskaya, R. Shatunovskii, M. 2019. Factors influencing the natural reproduction decline in the beluga (*Huso huso*, Linnaeus, 1758), Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*, Brandt & Ratzeburg, 1833), and stellate sturgeon (*A. stellatus*, Pallas, 1771) of the Volga–Caspian basin: A review. Journal of Applied Ichthyology, 35(1): 387-395.

Van West, P. 2006. *Saprolegnia parasitica*, an oomycete pathogen with a fishy appetite: new challenges for an old problem. Mycologist, 20(3): 99-104.

Health management requirements of sturgeons during their embryonic development; with emphasis on the prevention and controlling of Saprolegniosis

Seyed Sina Mirmazlumi^{*1}, Soheil Bazari Moghaddam¹

1- International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.

* Corresponding Author: s.s.m.mazloomi@ut.ac.ir

Abstract

One of the most important stages in artificial reproduction of sturgeons is the egg incubation period. The occurrence of disease during this period could cause a considerable egg loss, which in turn, could pose a serious risk to fingerling supply. Saprolegniosis caused by members of the genus *Saprolegnia* is one of the most problematic health issues during the sturgeon egg incubation stage. This group of oomycetes are widespread in freshwater aquaculture settings such as hatcheries. Once the conditions are met, particularly, the presence of dead eggs in incubators, they could establish the infection by their mycelial growth and subsequent release of motile zoospores. Many factors could influence the severity of the water mold infection in eggs, including the fertilization rate, the water flow rate, the physicochemical properties of water, the egg density, and the cleanliness of the incubators. While improving the abovementioned criteria could largely improve the hatching success, applying an effective and eco-friendly egg disinfectant for the prevention of saprolegniosis is still highly warranted. In this respect, the natural compounds such as herbal extracts and their active constituents could be promising candidates for controlling saprolegniosis on acipenserid eggs. As a result, a successful plan for controlling water mold infection requires a combination of strategies including choosing the high-quality gametes for fertilization, active monitoring of the eggs during the incubation and removing the dead ones and applying an appropriate antifungal treatment for the egg disinfection.

Key words: sturgeons, egg, incubation, Saprolegniosis