پیشگیری و کنترل ساپرولگنیازیس با تاکید بر رویکرد مدیریت پرورشی و بهداشتی در ماهیان

مریم قیاسی*[۱]، محمد بینایی[۱]، فرشیده حبیبی کوتنایی[۱]، شهریار بهروزی[۱]، احترام السادات علوی طبری[۱]

۱ - پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، فرح آباد، ص پ ۹۶۱

تاریخ دریافت:۹۹/۸/۲۷

*ghiasimaryam4@gmail.com

چکیده

بیماری ساپرولگنیازیس یکی از قدیمی‌ترین بیماریهای عفونی گزارش شده در ماهیان است و و عوامل ایجاد کننده آن گونه‌های جنس ساپرولگنیا هستند. این گروه از قارچ‌های آبزی از مهم‌ترین عوامل قارچی بیماریزا در ماهیان بوده که اولین گزارش مستند آن به نیمه قرن هجدهم میلادی برمی‌گردد و امروزه حضور آنها از مراکز تکثیر و پرورش ماهیان در نقاط مختلف دنیا گزارش شده است. کنترل این بیماری، با توجه به صدمات اقتصادی آن به صنعت آبزی پروری خصوصاً قزل آلا دارای اهمیت است. یکی از قدیمی‌ترین ترکیبات موثر برای کنترل این بیماری مالاشیت گرین بوده که تا سال ۲۰۰۲ جهت کنترل این پاتوژن در مراکز تکثیر و پرورش ماهیان در کشورهای اروپایی و آمریکا مورد استفاده قرار می‌گرفت. لیکن به دنبال اثبات دارا بودن اثرات سرطان زایی و سمی بودن، مصرف این ماده در جهان منع گردید. هر چند مطالعات زیادی در خصوص درمان و یافتن ترکیبات دارویی موثر و جایگزین مالاشیت گرین در درمان این بیماری انجام شده است ولی آنچه که کمتر مورد توجه قرار گرفته مکانیسم بروز بیماری، عوامل مستعد کننده بروز و نقش روش‌های مدیریت پرورش و بهداشتی در مراکز تکثیر و پرورش ماهیان خصوصاً آزاد ماهیان در پیشگیری از این بیماری در هچری و ماهیان پرورشی است. در این مطالعه تلاش شده با توجه به مکانیسم بیماریزایی قارچهای جنس ساپرولگنیا و عوامل مستعد کننده بروز ساپرولگنیازیس به نکات مدیریتی پرداخته شود که می‌تواند سبب پیشگیری و به حداقل رساندن امکان بروز بیماری و تلفات در هچری و ماهیان پرورشی شود.

واژه‌های کلیدی: ساپرولگنیازیس، مدیریت بهداشتی، بیماریزایی، ماهیان پرورشی، مالاشیت‌گرین

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

مقدمه

ساپرولگنیازیس یکی از مشکلات جدی در مسیر صنعت آبزی‌پروری است. تخمین زده می‌شود که این بیماری سبب از بین رفتن یک تخم به ازا هر ۱۰ عدد تخم در هچری ماهیان سردآبی می‌شود (Hussein *et al.*, 2001). گونه‌های این قارچ باعث مرگ و میر ۵۰٪ آزاد ماهیان، مارماهی اروپایی و گربه ماهی کانال می‌شوند. همچنین در ماهی تیلاپیا عامل تلفات در هچری و مرحله انگشت قد است (Ashour *et al.*, 2017). در ژاپن ۵۰٪ ماهیان آزاد کوهو ناشی از ساپرولگنیا پارازیتیکا از بین می‌روند و به همین میزان تلفات نیز در گربه ماهی ژاپنی نیز گزارش شده است. در شیلی (مهم‌ترین تولید کننده آزاد ماهیان در دنیا)، ساپرولگنیا پارازیتیکا موجب تلفات در ماهی آزاد اقیانوس اطلس، ماهی آزاد کوهو و قزل آلای رنگین کمان است (Zaror *et al.*, 2004). به غیر از ماهیان پرورشی، در ماهیان وحشی مانند ماهیان آزاد چینوک و ماهی آزاد سر نقره‌ای، این قارچ از زخم-های ناشی از آفتاب سوختگی جدا شده و تاثیر معنی‌داری بر جمعیت این گونه از ماهیان در شمال ایالت متحده گذاشته بطوری که ۲۲٪ این گونه‌ها در اثر ضایعات آفتاب سوختگی آلوده به قارچ ساپرولگنیا پارازیتیکا می‌میرند (Neitzel *et al.*, 2004). همچنین ساپرولگنیازیس عامل مرگ و میر ۱۰٪ از تمام لاروهای هچ شده آزاد ماهیان در دنیا است که سبب از بین رفتن ۳۰٪ تولید جهانی این ماهیان میشود (Earle and Hintz, 2014).

بیماری‌زایی

در هچری‌ها، گونه‌های ساپرولگنیا بر روی تخم‌های مرده رشد کرده و حجم زیادی زئواسپور و میسلیوم ایجاد می‌کنند. در شرایط عادی قارچ قادر به آلوده ساختن تخم زنده نیست ولی با حضور تخم مرده و رشد قارچ و تولید فراوان میسلیوم، در اطراف تخم‌های زنده تجمع یافته (شکل ۱)، دسترسی تخم را به اکسیژن کاهش داده و در نهایت سبب خفگی و مرگ آنها می-شوند. پس از مرگ، تخم‌های مرده خود به یک کانون جدید عفونت تبدیل و چرخه رشد قارچ ادامه می‌یابد (Songe *et al.*, 2016). بعضی از محققین عقیده دارند که نفوذ هایف قارچ به دیواره تخم، تنظیم اسمزی آن را به هم زده و سبب مرگ تخم می‌شود (Earle and Hintz, 2014). ساپرولگنیازیس در ماهیان یک عفونت سطحی است که با درگیری پوست و آبشش خود را نشان می‌دهد. عفونت از سر یا باله‌ها آغاز شده و سپس به کل بدن انتشار می‌یابد. بروز قارچ در پوست (شکل ۲) به صورت دایره‌های کوچک حاوی رشته‌های کرکی – پنبه‌ای است که بتدریج قطر آنها بیشتر می‌شود. بسته به ذرات و ترکیبات به دام افتاده بین هایف‌های قارچ، رنگ ضایعات خاکستری تا قهوه‌ای است. با نکروز درم و اپیدرم، پوست از بین می‌رود و ماهی به دلیل رقیق شدن خون و اختلال در سیستم اسمزی می‌میرد. بنظر می‌رسد مدت زمان بین آلودگی تا مرگ بستگی به مکان اولیه عفونت، نوع بافت تخریب شده، دامنه رشد قارچ و مقاومت ماهی در برابر عفونت دارد (Chauhan *et al.*, 2014).

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

شکل ۱ - تجمع هایف قارچ روی تخم قزل آلای رنگین کمان (راست) و تخم ماهی قره‌برون(چپ)

شکل ۲ - تجمعی از کانون‌های عفونی ناشی از قارچ درپوست قزل آلای رنگین کمان

عوامل موثر و مستعد کننده در بروز ساپرولگنیازیس

۱ - خصوصیات مورفولوژی و فیزیولوژی قارچ: ارتباط بین فنوتیپ قارچ و قدرت بیماریزایی آن در ماهیان بسیار مطالعه شده است. شکل پوشش کیست و نحوه رشد لوله زایا می‌تواند به عنوان یکی از خصوصیات اصلی بیماریزایی گونه‌های ساپرولگنیا باشد. همچنین تولید فراوان گما یا کلامیدیواسپورک(روش غیر جنسی تولید مثل) نیز در این زمینه دخالت دارد. نمونه‌هایی که قادر به ایجاد این گونه اسپور در محیط‌های آبی هستند، مانند ساپرولگنیا پارازیتیکا از شیوع و بیماریزایی بیشتر برخوردارند و گونه‌های فاقد آن بیماریزایی کمتر دارند (Ghiasi *et al.*, 2010; Lone and Manohar, 2018). از سوی دیگر وجود مو بر روی کیست قدرت بیماریزایی را در ماهیان افزایش می‌دهد زیرا کیست با مو می‌تواند به بدن ماهی چسبیده و ثابت شود. کیست‌ها با رسوب بر روی تخم که در یک نقطه ساکن قرار دارد، عفونت ایجاد می‌نمایند. در تخم، سرعت بالای رشد لوله زایا و تسهیل اتصال هایف به تخم عامل مهم بیماری‌زایی است (Thoen *et al.*, 2011).

همچنین تولید برخی از آنزیم‌ها مانند پروتئین کینازهای اوکاریوتی که رشد قارچ را در محیط‌های مختلف تسهیل می‌کند نیز سبب افزایش قدرت بیماری‌زایی قارچ می‌شود. ساپرولگنیا پارازیتیکا دارای یکی از بزرگترین مجموعه‌های آنزیمهای پروتئین کینازی است که تا کنون شناسایی شده است. ساپرولگنیاها قادر به تولید انواع آنزیمهای پروتئاز و لکتیناز هستند که بروز عفونت را تسهیل می‌کنند. ترشح پروتئازهای ساپرولگنیا پارازیتیکا IgM تجزیه می‌کند و با تخریب IgM و سرکوب فعالیت ایمونوگلوبولین‌ها، قارچ فرصت رشد و توسعه بیماری را پیدا می‌کند (Jiang *et al.*, 2013). همچنین تولید گلیوتوکسین‌ها

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

موجب القا آپوپتوزیس در سلولهای ماکروفاژ شده و با تخریب اولین سد دفاعی در برابر قارچ بیماری به راحتی گسترش می‌یابد (Kales *et al.*, 2007).

۲ – عوامل محیطی: حرارت یکی از مهمترین عوامل محیطی است. گونه‌های بیماریزای ساپرولگنیا در دامنه حرارتی ۳ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد رشد میکنند (Bangyeekhun *et al.*, 2001). همچنین تولید زئواسپور بشدت متاثر از حرارت است بطوریکه بروز بیماری معمولاً در دمای کمتر از ۱۸ درجه سانتی‌گراد و عمدتاً در ۱۰ درجه سانتی‌گراد روی می‌دهد (Roberts, 2001). مطالعه Espeland و Hansen (۲۰۰۴) در نروژ نشان داد، در تابستان و پاییز که درجه حرارت آب به حدود ۱۲ – ۱۱ درجه سانتی گراد می‌رسد، ساپرولگنیا رشد بیشتر و خطر عفونت بالاتری دارد. در شرایط معمول میزان اسپور قارچ ۲۰۰ – ۵۰ عدد در لیتر آب هچری است ولی در این دامنه حرارتی میزان آن تا بیست برابر افزایش می‌یابد. کاهش درجه حرارت نه تنها شرایط را برای تولید و تکثیر زئواسپور ثانویه افزایش می‌دهد بلکه سبب افت ایمنی نیز در ماهیان می‌شود. ارتباط بین کاهش دما و کاهش ایمنی احتمالاً مربوط به افزایش کورتیزول است (Abram *et al.*, 2017). همچنین کاهش ناگهانی دمای آب سبب کاهش معنی¬دار تعداد و درصد سلولهای ترشح کننده موکوس پوست گربه ماهیان و آزاد ماهیان می‌گردد. موکوس ترشح شده از این سلول‌ها به عنوان سد فیزیکی در سطح پوست عمل کرده و مانع اتصال کیست‌های ساپرولگنیا به پوست می‌شوند. بعلاوه موکوس حاوی آنتی بادی‌ها، لیزوزیم، آنزیمهای پروتئولیتیک و پروتئین واکنش دهنده C است که موجب از بین رفتن زئواسپور می‌شوند. بدون موکوس، پوست بی‌حفاظ شده و زئواسپورها به راحتی به سطح آن متصل و رشد می‌نمایند و حتی قادر به نفوذ در عضلات هستند (Durborow *et al.*, 2003). pH از دیگر عوامل موثر در بقا ساپرولگنیا است. Koeypudasa و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی ۸ جدایه ساپرولگنیا از کشورهای نروژ، اسکاتلند و شیلی نشان دادند که pH مناسب رشد برای این گروه قارچها ۱۰ – ۷ است و نیز تمام آنها در pH اسیدی بخوبی رشد کردند. ولی Kashiwaki و همکاران (۲۰۰۲) اعلام نمودند که محیط‌های با قلیائیت ملایم به دلیل خاصیت الکترولیزی اثر قارچ‌کشی قوی بر روی ساپرولگنیا پارازیتیکا دارند. Kitancharoen و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که ساپرولگنیا دیکلینا و ساپرولگنیا پارازیتیکا رشد بسیار خوبی در محیط-های اسیدی قوی (pH = ۳/۵) دارند. بررسی قیاسی و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد بیشترین میزان جدا سازی ساپرولگنیا از هچری ماهیان سفید در pH معادل ۷/۷۱ است. این اطلاعات نشان می‌دهد که خصوصیات بیولوژیکی هر نمونه ساپرولگنیا نقش مهمی در رشد پرگنه آن ایفا می‌کند. بعضی از عوامل یونی مانند یون سدیم و کلر تاثیر زیادی بر رشد گونه‌های ساپرولگنیا دارند. Koeypudsa و همکاران (۲۰۰۵) ایزوله های ساپرولگنیا را در محیط‌های حاوی غلظت‌های نمک ۰، ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵، ۳، ۳/۵ و ۴٪ کشت دادند و رشد را تنها در غلظت‌های ۰ تا ۲/۵٪ مشاهده نمودند و در غلظت ۳ تا ۴٪ هیچ رشدی مشاهده نشد. شاید به همین دلیل است که بروز ساپرولگنیازیس تنها در آب‌های شیرین رخ می‌دهد و بندرت در آب-

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

های لب شور مشاهده می‌شود. ولی اسپورهای ساپرولگنیا می‌توانند در محیط کشت حاوی ۱/۵٪ آب دریا تحت شرایط آزمایشگاهی باقی مانده و رشد نمایند (Shafer *et al.*, 1990). مطالعات انجام شده در خصوص تاثیر فاکتورهایی چون اکسیژن محلول، نیتریت، نیترات و آمونیوم بر فراوانی قارچهای آبزی خصوصاً گونه‌های ساپرولگنیا در تخم آزاد ماهیان، کپور ماهیان ، سوف ماهیان و ماهیان سفید نشان داد که آب‌هایی که حاوی اکسیژن محلول و یون نیترات بیشتر و نیز یون نیتریت و آمونیوم کمتری هستند برای رشد این گروه از قارچها مناسب‌ترند (Czeczuga and Muszynska, 1998;1999b Czeczuga et al., 2001; 2004 ; قیاسی و همکاران ۱۳۹۱). از طرف دیگر نوع آب شیرین مورد استفاده در پرورش و سالن هچری و نیز تنوع گونه‌های ساپرولگنیا در بروز ساپرولگنیازیس تاثیر دارند. مطالعات مختلف نشان داد که آبهای الیگوتروفیک موجب افزایش تنوع عوامل قارچی دخیل در ساپرولگنیازیس می‌شوند. در حالیکه چنین شرایطی در آب‌های ائوتروفیک وجود ندارد (Czeczuga and Muszynska, 1999a). در ارزیابی عوامل قارچی جداشده از هچری ماهیان قزل آلای رنگین کمان، آزاد دریای خزر و ماهی قره برون مشاهده گردید که تنوع جدایه‌های ساپرولگنیا در نمونه‌های بدست آمده از تخم ماهی قره برون بیشتر از ماهی قزل آلا و آزاد بوده است زیرا در هچری ماهیان قزل آلا و آزاد تنها از آب چشمه استفاده می‌گردید در حالیکه در هچری ماهیان قره برون از مخلوط مساوی آب چاه و رودخانه استفاده شد (قیاسی، ۱۳۸۷).

۳ – خصوصیات میزبان: ساختار غشا تخم ماهی نقش مهمی در قارچ زدگی دارد. برای مثال تخم فیل ماهی در مقایسه با دیگر ماهیان خاویاری در شرایط مشابه، کمترین میزان قارچ زدگی را دارد زیرا پوسته تخم ضخامت بیشتری دارد (Hussein *et al.*, 2001). در بعضی از ماهیان وجود یک لایه موکوسی در اطراف توده تخم (مانند ماهی سوف) از سرایت عفونت قارچی از تخم مرده به تخم زنده مجاور ممانعت به عمل می‌آورد. ایجاد عفونت تجربی در تخم ماهی سوف نشان داد وجود ترشحات ژلاتینی در اطراف تخم، زئواسپور قارچ را به دام انداخته و مانع از انتشار آن به دیگر تخم‌ها می‌شود (Paxton and Willoughby, 2000). سایز تخم نیز در آسیب پذیری به عفونت قارچی اهمیت دارد. برای مثال تخم‌های ماهی کپور معمولی و گربه ماهی که از تخم قزل آلا کوچک‌تر هستند، در کمتر از ۴۸ ساعت آلوده می‌شوند در حالیکه قارچ زدگی تخم قزل آلا تا چند روز طول می‌کشد (Lone and Manohar, 2018). وضعیت ماهیان ماده نیز در قارچ زدگی موثر است. بروز استرس در ماهیان ماده قبل از تکثیر میزان قارچ زدگی تخم را به شدت افزایش می‌دهد بالا بودن ترکیبات ایمونوگلوبولینی در سطح غشاء تخم موجب به تاخیر افتادن استقرار قارچ در سطح تخم زنده می‌شود و میزان و کیفیت این ترکیبات ارتباط مستقیمی با وضعیت ایمنی مولد ماده دارد (Hatai and Hoshina, 1994). همچنین کیفیت تخمک واسپرم استحصالی و فرآیند تکثیر عامل مهم دیگری در قارچ زدگی تخم‌ها است. استفاده از مولدین نامناسب (خصوصا مولدین نورس و یا پیر)، استفاده مکرر از یک مولد نر برای اسپرم‌کشی، رسیدگی بیش از حد تخمک و نیز دستکاری‌های نامناسب تخمک و اسپرم در روند تکثیر، شانس لقاح را کاهش داده و سبب افزایش تخم مرده در هچری می‌شود. از آنجایی که تخم مرده مناسب‌ترین مکان برای استقرار و

Journal of Aquatic Caspian Sea (J. A. C. S)

انتشار قارچ است، همین امر سبب افزایش قارچ زدگی در هچری می‌گردد (قیاسی و همکاران، ۱۳۹۱). معمولا ماهیان نر نسبت ساپرولگنیازیس جلدی حساس‌تر از ماده‌ها هستند. Cross و Willoughby (۱۹۸۹) نشان دادند که افزایش سطح سرمی هورمون ۱۱ – کتوتوستسترون در قزل آلاهای نر موجب کاهش شدید (تا ۵۰٪) سلولهای ترشح کننده موکوس (سلولهای گابلت) در هر میلی متر مربع پوست می‌شود. ضایعات جلدی ماهیان تحت تاثیر این هورمون بصورت پراکنده و متعدد در سطح بدن بوده که بتدریج کانونهای عفونت به هم متصل و تقریباً تمام سطح بدن را می‌پوشانند. در حالی‌که اگر بروز ساپرولگنیازیس ناشی از آسیب تروماتیک به پوست باشد ضایعات بصورت منفرد ایجاد می‌شوند. در بروز اپیدمی ساپرولگنیازیس جلدی در ماهیان قزل آلای پرورشی در منطقه هراز تفاوت جنسیتی در بروز بیماری وجود داشت بطوریکه ۲ /۸۱٪ ماهیان مبتلا نر و ۱۸/۷٪ ماده بودند(قیاسی و همکاران،۱۳۸۹)

۴ – مدیریت بهداشت و پرورش: معمولاً ترکیبی از یک مدیریت خوب بهداشتی – تغذیه ای و اتخاذ یک روش درمانی با استفاده از ترکیبات شیمیایی موثرترین روش جهت کنترل و ممانعت از بروز ساپرولگنیازیس در تخم و ماهی است(Ali *et al.*, 2015 Meyer (۱۹۹۱) نشان داد که کاهش استرس عاملی کلیدی در کمک به ماهی برای مقاومت در برابر عفونت قارچی است در روند تولید تخم، ترکیباتی از سیستم ایمنی مولدین ماده (ایمونوگلوبولین‌های مادری و ترکیبات کمپلمان) به تخم ماهیان قزل آلای رنگین کمان، گورخر ماهی و دوزیستان انتقال می‌یابند (Lovoll *et al.*, 2006; Poorten and Kuhn, 2009; Walke *et al.*, 2011). این ترکیبات نقش مهمی در دفاع اولیه سلولهای تخم در برابر انواع پاتوژن‌ها و از جمله گونه-های ساپرولگنیا در زمان شکل گیری جنین در تخم دارند (Wang *et al.*, 2008). لذا استفاده از ترکیبات محرک ایمنی افزایش مقاومت در برابر عفونت را هم در تخم و هم ماهی القا می‌کند. از این رو استفاده از محرک‌های ایمنی چون پروبیوتیکها (Nurhajati *et al.*, 2012)، ویتامین C (Leal *et al.*, 2017; Tewary and Patra, 2008)، گیاهان دارویی (Mehrabi *et al.*, 2019)، سینبیوتیکها (Firouzbakhsh *et al.*, 2014) در تغذیه مولدین توصیه می‌گردد. برداشت منظم تخمهای مرده و آلوده، استفاده از ازن (Bruno *et al.*, 2011)، آنولیت (Al-Haq *et al.*, 2001) و ترکیبات حاوی نانو ذره نقره (Johari *et al.*, 2014) (عوامل ضد عفونی کننده) سبب کاهش زئواسپور آب شده و قدم بسیار مهمی در کنترل عفونتهای ناشی از اوومیست‌ها است. کاهش اکسیژن محلول و دبی آب هچری، افزایش آمونیاک، تغییرات ناگهانی درجه حرارت و دستکاری نامناسب در زمان تکثیر مصنوعی از عوامل مهم افزایش قارچ زدگی است که در مدیریت هچری باید به آن توجه شود (Bruno *et al.*, 2011). دبی آب ورودی هچری نقش مهمی در ممانعت فیزیکی از رسوب یافتن زئواسپورها بر روی تخم‌ها دارد و جریان آب ۱۲۰۰ mL در دقیقه با سرعتی ملایم می‌تواند مانع رشد قارچ شود(Rach *et al.*, 1997).

یافته ترویجی

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

۱ - عدم استفاده از مولدین نورس و یا مسن به دلیل کاهش کیفیت اسپرم و تخمک و کاهش لقاح موفق و افزایش تخم مرده در هچری

۲ - عدم استفاده مکرر از یک مولد نر برای اسپرم کشی و نیز عدم استفاده از تخمک‌های بشدت رسیده.

۳ - ممانعت از دستکاری‌های نامناسب تخمک و اسپرم، بیهوش کردن ماهیان مولد با استفاده از داروی بیهوشی مناسب، تکثیر بدون خشونت و ممانعت از بروز شوک حرارتی در زمان تکثیر. عدم رعایت هریک از موارد فوق سبب افزایش تخم مرده در هچری می‌شود.

۴ - به حداقل رساندن عوامل استرس‌زا در مولدین خصوصاً نوع ماده و استفاده از عوامل محرک ایمنی(پروبیوتیکها، سینبیوتیکها، ترکیبات گیاهان دارویی) با دوز مناسب از سه ماه قبل از فصل تکثیر در جیره ماهیان. استفاده از ویتامینهای C ، E، ترکیبات کاروتنوئیدی(تا سه برابر دوز معمول) و ال- کارنیتین از ۶ ماه قبل از تکثیر در جیره مصرفی مولدین

۵ - استفاده ازن پلاسما، فیلترهای آب حاوی نانوذره نقره و یا آب یونیزه (آنولیت) با هدف کاهش زئواسپور قارچ در آب .

۶ - پرورش ماهیان تا سایز بشقابی(۳۵۰ – ۳۰۰ گرم) جهت ممانعت از بروز بلوغ جنسی خصوصا در ماهیان نر در مراکز پرورشی که امکان تهیه بچه ماهیان عقیم را ندارند.

۷ - باتوجه به بازار پسندی ماهیان بیش از ۵۰۰ گرم در بازار، برای کاهش عوارض ساپرولگنیازیس بهتر است برای پرورش از ماهیان عقیم یا تری‌پلوئید استفاده شود .

۸ - پیشگیری از بروز بیماری‌های باکتریایی و انگلی و کاهش ضایعات پوستی و یا آبششی ناشی از این بیماریها. معمولاً ساپرولگنیازیس به دنبال بروز سایر بیماریهای عفونی که سبب آسیب به پوست و آبشش می‌شوند، رخ می‌دهد .

۹ - استفاده از محرکهای ایمنی بصورت مکمل خوراکی در جیره در فصول سرد سال و یا در مواقع بروز استرس (شرایط نامناسب آب و تغییرات فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی و فلزات سنگین، حمل و نقل، افزایش تراکم).

منابع

قیاسی.م.، ۱۳۸۷. تعیین الگوی مولکولی و پروتئینی قارچهای آبزی بیماریزا(ساپرولگنیا) جداشده از تخم های آلوده ماهیان خاویاری و استخوانی مراکز تکثیر و پرورش استان مازندران، پایان نامه دکترای تخصصی دامپزشکی در رشته قارچ شناسی، دانشگاه تهران

قیاسی، م.، باباعلیان، ع.، بینایی، م.، بهروزی، ش.و سعیدی، ع.ا.، ۱۳۸۹. بروز اپیدمی ساپرولگنیازیس در ماهیان قزل آلای رنگین کمان پرورشی در استان مازندران، مجموعه مقالات شانزدهمین کنگره دامپزشکی ایران، ۹ – ۷ اردیبهشت، تهران، ایران، ص۱۵۹

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

قیاسی.م.، شکری، ح.، بینایی، م.، فارابی،س.م. و سعیدی، ع.ا.، ۱۳۹۱. شناسایی و مقایسه فراوانی عوامل قارچی جدا شده از تخم ماهیان سفید (*Rutilus frisii kutum*) استان مازندران، مجله توسعه آبزی پروری، ۱ (۱): ۷۷-۸۸.

Abram, Q.H., Dixon, B. and Katzenback, B.A., 2017. Impacts of Low Temperature on the Teleost Immune System, Biology, 6, 39: doi:10.3390/biology6040039

Al-Haq, M.I., Seo, Y., Oshita, S. and Kawagoe, Y., 2001. Fungicidal effectiveness of electrolyzed oxidizing water on postharvest brown rot of peach, Hortscience, 36(7):1310-1314.

Ali, S. E., Evensen, Ø. and Skaar, I., 2015. Recent advances in the mitigation of Saprolegnia infections in freshwater fish and their eggs. The Battle Against Microbial Pathogens: Basic Science, Technological Advances and Educational Programs (A. Méndez-Vilas, Ed.), 691 – 697.

Ashour, A.A., Mustafa, S.A. and Yassein, S.N., 2017. Histopathological Studies on Common Carp Cyprinus carpio L. Infected with Saprolegnia sp. and treated with Virkon® S. MRVSA. 6 (1): 19-30.

Bangyeekhun, E, Quiniou, S. M. A., E. Bly, J. and Cerenius, K., 2001. Charachterisation of Saprolegnia sp. Isolation from Channel cat fish, Disease of aquatic organism. Disease of Aquatic Organism, 45: 53 – 59.

Bruno, D.W., Van West, P. and Beakes, G.W., 2011. Saprolegnia and other oomycetes. In: Fish Diseases and Disorders, vol. 3. CABI International, Wallingford, UK, 669-720.

Chauhan, R., Beigh, A.H. and Bhatt, M.H., 2014. Histopathological manifestations in commercially important fish, Clarias batrachus (l.) found infected with Saprolegnia diclina. Indo American Journal of Pharmaceutical Research. (4) 2:1168-1172.

Cross, M.L. and Willoughby, L.G., 1989. Enhanced vulnerability of rainbow trout (Salmo gairdneri) to Saprolegnia infection, following treatment of the fish with an androgen. Mycological Resarch, 93:379-402.

Czeczuga, B., Kiziewicz, B. and Godlewska, A., 2004. Zoosporic fungi growing on eggs of Coregonus lavaretus holsatus Thienemann, 1916 from Lake Wdzydze in Kaszby, Polish Journal of Environmental Studies. 13 (4), pp. 355 – 359.

Czeczuga, B. and Muszynska. E., 1999a, Aquatic fungi growing on the eggs of 33 Cyprinid Taxa (Cyprinideae) in laboratory condition, Acta Ichthyologica et Piscatoria, 29(2): 53 – 72

Czeczuga, B. and Muszynska, E., 1999b.Aquatic fungi growing on Percid fish eggs (Percidae) in Poland. Polish Journal Environmental Studies, 8(1):31–34.

Journal of Aquatic Caspian Sea (J. A. C. S)

Czeczuga, B. and Muszynska. E., 1998. Aquatic fungi growing on Corogonid fish eggs, Acta Ichthyologica et Piscatoria, 29 (2): 53 – 72

Czeczuga, B., Pietrucha, M. and Muszynska, E., 2001. Zoosporic fungi growing on the eggs of Coregonus lavaretus maranea (Block 1779) from Leak Miedwie in Pomernia. Acta Ichthol. Piscat. 31 (1):141 – 150

Durborow, R., Wise, D.J. and Terhune, J.S., 2003, Saprolegniasis (Winter Fungus) and branchiomycosis of commercially cultured channel catfish, SRAC Publication, 4700

Earle, G. and Hintz, W., 2014. New approaches for controlling Saprolegnia parasitica, the causal agent of a devastating fish disease. Tropical Life Sciences Research, 25(2): 101–109.

Espeland, S. and Hansen, P., 2004. Prevention Saprolegnia onRainbow trout eggs, Bsc thesis, natturuvisindadeildin faroe, Island.

Firouzbakhsh, F., Mehrabi, Z., Heydari, M., Kazem Khalesi, M. and Tajick, M.A., 2014. Protective effects of a synbiotic against experimental Saprolegnia parasitica infection in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss), Aquaculture Research, 45:609–618

Ghiasi, M., Khosravi, A.R., Soltani, M., Binaii, M., Shokri, H., Tootian, Z., Rostami Bashman, M. and Ebrahimzade Mousavi, H., 2010. Characterization of Saprolegnia isolates from Persian sturgeon (Acipencer persicus) eggs based on physiological and molecular data. Journal de Mycologie Médicale, 20:1-7

Hatai, K. and Hoshiai, G., 1994, Pathogenisity of Saprolegnia parasitica coker in salmon saprolegniasis, edited by G. J. Muller, U. S. Department of Aquaculture,Portland, Oregon.

Hussein, M. A., Hatai, K. and Nomura, T., 2001. Saprolegniosis in salmonids and their eggs in Japan. Journal of Wildlife Diseases. 37(1): 204–207.

Jiang, R.H.Y., de Bruijn, I., Haas, B.J. and Belmonte, R., 2013. Distinctive Expansion of Potential Virulence Genes in the Genome of the Oomycete Fish Pathogen Saprolegnia parasitica. PLOS Genetics, 9(6): 1 -20.

Johari, S.A., Kalbassi, M.R., Soltani, M. and Yu, J., 2014. Study of fungicidal properties of colloidal silver nanoparticles (AgNPs) on trout egg pathogen, Saprolegnia sp. International Journal of Aquatic Biology, 3(3): 191-198

Kales, S. C., DeWitte-Orr, S. J., Bols, N. C. and Dixon, B., 2007. Response of the rainbow trout monocyte/macrophage cell line, RTS11 to water molds Achlya and Saprolegnia. Molecular Immunology, 44(9): 2303–2314.

Kashiwagi, M., Tanaka, H., Maekawa, Y., Yoshioka, M., Ueno, R., Hoshiai, G., Hatai, K., Deno, H., Kakiuchi, H. and Korihama, E., 2002. Fungicidal effects of weak alkaline electrolyzed solution on Saprolegnia infected salmonid eggs. Suisanzoshoku, 50(3):363-367.

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

Kitancharoen, N., Yuasa, K. and Hatai, K., 1996, Effects of Saprolegnia diclina and S. parastica isolationed from various sources, Mycoscience,37:385-390.

Koeypudsa, W., Phadee, P., Tangtrongpiros, J. and Hatai, K., 2005. Influence of pH, temperature and sodium chloride concentration ongrowth rate of Saprolegnia sp. Journal of Science Research Chulalongkorn university, 30 (2):123 – 130

Leal, E., Zarza, C. and Tafalla, C., 2017. Effect of vitamin C on innate immune responses of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) leukocytes, Fish and Shellfish Immunology, 67:179-188.

Lone, S.A. and Manohar, S., 2018. Saprolegnia parasitica, a lethal oomycete pathogen: demands to be controlled, Journal of Infection and Molecular Biology, 6 (2):36 – 44

Lovoll, M., Kilvik, T., Boshra, H., Bogwald, J., Sunyer J.O. and Dalmo, R.A., 2006. Maternal transfer of complement components C3-1, C3-3, C3-4, C4, C5, C7, Bf, and Df to offspring in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Immunogenetics,58: 168–179.

Mehrabi, Z., Firouzbakhsh, F., Rahimi-Mianji,G. and Paknejad, H., 2019, Immunostimulatory effect of Aloe vera (Aloe barbadensis) on non-specific immune response, immune gene expression, and experimental challenge with Saprolegnia parasitica in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss), Aquaculture, 503: 330-338.

Meyer, F.P. 1991. Aquaculture disease and health management. Journal of animal science, 69: 4201–4208.

Neitzel, D.A., Elston, R.A. and Abernethy, C.S., 2004. DOE report. Contract: DE-AC06-76RL01830. Prevention of pre spawning mortality: cause of salmon head burns and cranial lesions. pp. 1–25.

Nurhajati, J., Aryantha, I.N.P. and Indah, D.G. 2012, The curative action of Lactobacillus plantarum FNCC 226 to Saprolegnia parasitica A3 on catfish (Pangasius hypophthalamus Sauvage). International Food Resarch Journal, 19(4):1723–1727

Paxton, C.G.M., and Willoughby, L.G., 2000. Resistance of perch eggs to attack by aquatic fungi. Journal of Fish Biology, 57:562-570.

Poorten, T.J. and Kuhn, R.E., 2009. Maternal transfer of antibodies to eggs in Xenopus laevis. Developmental & Comparative Immunology, 33: 171–175.

Rach, J.J., Schreier, T.M., Howe, G.E. and Redman, S.D., 1997. Effect of species, life stage, and water temperature on the toxicity of hydrogen peroxide to fish. The Progressive Fish Culturist, 59, 41–46.

Roberts, R. Y., 2001, Fish Pathology, third edition, Sunders, UK, Chapter 12, 380 – 412

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

Shafer, T. H., Padgett, D. E. and Celio, D. A., 1990, Evidence for enhanced salinity tolerance of a suspected fungal pathogen of Atlantic menhaden, Brevoortia tyrannus Latrobe", Journal of Fish Diseases, 13:335 – 344

Songe, M.M., Willems, A., Wiik-Nielsen, J., Thoen, E., Evensen, Q., van West, P. and Skaar, I., 2016. Saprolegnia diclina IIIA and S. parasitica employ different infection strategies when colonizing eggs of Atlantic salmon, Salmo salar L. Journal of Fish Diseases, 39: 343–352.

Tewary, A. and Patra, B.C., 2008. Use of vitamin C as an immunostimulant. Effect on growth, nutritional quality, and immune response of Labeo rohita (Ham.), Fish Physiolology and Biochemistry, 34:251–259

Thoen, E., Evensen, Ø. and Skaar, I., 2011. Pathogenicity of Saprolegnia spp. to Atlantic salmon, Salmo salar L., eggs. Journal of Fish Diseases, 34: 601–608

Walke, J.B., Harris, R.N., Reinert, L.K., Rollins-Smith, L.A. and Woodhams, D.C., 2011. Social immunity in amphibians: evidence for vertical transmission of innate defenses. Biotropica, 43: 396–400.

Wang, Z. P., Zhang, S.C., Wang, G.F. and An, Y., 2008. Complement activity in the egg cytosol of zebrafish Danio rerio: evidence for the defense role of maternal complement components. PLoS ONE, 3(1):e1463

Zaror, L., Collado, L., Bohle, H., Landskron, E., Montaňa, J. and Avendaňo, F., 2004. Saprolegnia parasitica in salmon and trout from southern Chile. Archivos de Medicina Veterinaria, 36:71–78.

Journal of Aquatic Caspian Sea (J. A. C. S)

Prevention and control of Saprolegniasis with emphasis on fish breeding and health management approaches

Maryam Ghiasi1*, Mohammad Binaii1, Farshideh Habibi1, Shariyar Behrouzi1, Ehteram Sadat Alavi Tabari1

1-Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Caspian Sea Ecology Research Center (CSERC), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran

* ghiasimaryam4@gmail.com

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

Abstract

Saprolegniasis is one of the oldest reported diseases in fish. The first documented report of which back to the mid-eighteenth century. The causative agents are species of the genus *Saprolegnia*. This group of aquatic fungi is one of the most important fungal pathogens of fish with worldwide expansion. They were reported in fish breeding centers in different parts of the world. The one of the oldest effective compound to the saprolegniasis control was malachite green, which until 2002 in European countries and the United States was used to control this pathogen. When the carcinogenic and toxic effects of malachite green were proven, the use of it was banned worldwide. Although many studies have been done on the treatment and finding effective and alternative medicinal compounds of malachite green in the treatment of this disease, but the important of the role of pathogenesis, predisposing factors and health management have been less considered in raising diseases in hatcheries and farmed fish. In this study, we tried to focus on the importance of the pathogesis of *saprolegnia* sp. predisposing factors and health management methods that help to prevention and minimize of disease in hatcheries and farmed fish.

Keyword: Saprolegniasis, health management, pathogenicity, farmed fish, malachite green