

"مقاله پژوهشی"

حمل و نقل و جابه‌جایی مسئولانه و نقش آن در انتقال عوامل بیماری‌زا و بروز بیماری‌های عفونی در مزارع تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی ایران

سیده ساجده موسوی^۱، سید محمد جلیل ذریه زهرا^{۲*}، محمد عزیززاده^۳

۱- گروه دامپزشکی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران

۲- بخش بهداشت و بیماری‌های آبزیان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران

۳- دفتر بهداشت و مدیریت بیماری‌های آبزیان، سازمان دامپزشکی کشور، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۶

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۷/۸

چکیده

صنعت آبی‌پروری ایران طی دو دهه اخیر از رشد قابل توجهی برخوردار بوده که در این میان قزل‌آلا رنگین کمان به‌عنوان مهم‌ترین گونه پرورشی سردآبی از اهمیت ویژه و سرعت تولید رشد بالایی برخوردار است. البته این افزایش سریع تولید، مشکلات و مخاطراتی را برای این فعالیت ایجاد کرده که برای رفع آن‌ها نیاز به مدیریت بهتر و اصولی می‌باشد. از جمله فاکتورهای مدیریتی که به آن بی‌توجهی می‌شود بحث حمل‌ونقل ماهیان و تخم چشم زده می‌باشد. فعالیت‌های مربوط به حمل‌ونقل ماهی، از قبیل جابه‌جایی، حبس کردن و قرار گرفتن در معرض کیفیت مطلوب آب، امکان ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی در ماهی را به دلیل افزایش استرس دارند. علاوه بر این، درک شرایط نابجای محیطی و چگونگی تأثیر آن‌ها بر ماهی‌ها اغلب منجر به ایجاد پروتکل‌های جدید می‌شود که استرس و خطر احتمال انتقال بیماری را کاهش می‌دهند. از جمله اصول حمل‌ونقل ماهیان که در این مطالعه مورد بحث قرار گرفته است می‌توان به تنظیم فشار اسمزی، اکسیژن محلول، مواد جامد معلق و آمونیاک، دمای مخزن حمل‌ونقل و حفظ آن، دی‌اکسید کربن، صید فیزیکی و داروهای بیهوشی اشاره کرد. مراحل انتقال اصولی تخم چشم زده نیز به طور جداگانه بررسی شده است. با توجه به اهمیت قرنطینه و نقش اساسی آن در پیشگیری از شیوع بیماری‌های عفونی گوناگون در کشور، به بررسی الزامات اساسی و سطوح اجرایی آن نیز پرداخته شده است.

کلمات کلیدی: امنیت زیستی، مولدین قزل‌آلای رنگین کمان، بچه‌ماهی، ویروس، مرکز تکثیر

مقدمه

می‌باشد. هرچند مدیریت عوامل محیطی خود نقش به‌سزائی در افزایش تولید دارد. بنابراین در شرایط بهینه عوامل محیطی، این پتانسیل ژنتیکی قزل‌آلا است که موفقیت در مدیریت پرورش را به همراه دارد، در غیر این صورت بهترین شرایط محیطی نیز موجب شکست سرمایه‌گذاری در زمینه پرورش قزل‌آلا خواهد شد. درصد تلفات تخم و بچه ماهی و درصد ناهنجاریهای ظاهری بچه ماهیان در مراکز تکثیر کشور در سالهای اخیر تا چند برابر درصد معمول و استاندارد (حتی تا ۳۰-۲۵ درصد) افزایش یافته است. دوره زمانی پرورش ماهیان پروری در بسیاری از مزارع پرورشی طولانی و حتی در بچه ماهیان حاصل از تکثیر خارج از فصل تا دو برابر زمان معمول افزایش داشته است که می‌تواند ناشی از مسائل و مشکلات مربوط به مولدین باشد. اختلالات ژنتیکی ماهیان باعث افزایش ضریب تبدیل غذایی، افزایش مصرف غذا و افزایش هزینه‌های تولید مزارع پرورشی شده است (عبدالحی و همکاران، ۱۳۹۹).

در برنامه پنجم پیش‌بینی تولید تخم چشم زده بالای ۲۰۰ هزار عدد بوده که میزان تولید در سال ۱۳۹۹ معادل ۲۸۱۵۰۶ هزار عدد تخم چشم زده بوده است، که این نشانگر امکان خودکفائی کامل در کشور در این مقوله می‌باشد. در این میان واردات بی‌رویه تخم چشم زده بخصوص موضوع قاچاق آن از کشورهای همجوار تکثیر داخلی را با مشکلات بسیار روبرو کرده است. جدول ذیل میزان واردات تخم چشم زده را در سال‌های اخیر نمایش می‌دهد:

صنعت آبی‌پروری کشور طی دو دهه اخیر از رشد قابل‌توجهی برخوردار بوده است، به طوری که میزان تولید آبیان پرورشی از حدود ۴۰۰۰۰ تن در سال ۱۳۶۸ به حدود یک میلیون و ۲۵۹ هزار تن در سال ۱۴۰۱ رسیده است. ۷۰۲ هزار تن در حوزه صید و ۵۵۷ هزار تن در حوزه آبی‌پروری است و به جز ۵۸ هزار تن تولید میگو بقیه آبی‌پروری‌ها در حوزه آب‌های شیرین و داخلی است (وبگاه رسمی سازمان شیلات ایران). کل تولید شیلاتی کشور ایران در سال ۱۳۹۹، ۱۲۶۸۰۰۰ تن بوده که آبی‌پروری با تولید ۵۵۳۳۴۴ تن آبیان توانست ۴۴ درصد از سهم تولید را بخود اختصاص دهد. در بین کل تولیدات آبی‌پروری ماهیان گرمابی با ۴۰/۴ درصد بالاترین سهم، پس از آن ماهیان سردآبی با ۳۴/۶ درصد و تولید در منابع آبی و میگوی آب شور به ترتیب به میزان ۱۳/۷۶ درصد و ۸/۷۵ درصد در جایگاه‌های بعدی قرار گرفتند. در میان آبیان پرورشی، قزل‌آلای رنگین‌کمان به عنوان مهمترین گونه پرورشی سردآبی جایگاه خاصی داشته و با رشد متوسط حدود ۳۰ درصدی طی ۱۵ سال گذشته میزان آن از ۱۳۱۰۰۰ تن در سال ۱۳۹۱ به ۱۹۵۱۴۳ تن، در سال ۱۳۹۹ افزایش یافته است (عبدالحی و همکاران، ۱۳۹۹). تولید قزل‌آلا در جهان بالغ بر ۷۵۰۰۰۰ تن است که ایران در آب شیرین رتبه اول و در کل رتبه دوم را دارا می‌باشد. تولید قزل‌آلا در سال ۱۳۹۱ بالغ بر ۱۳۱ هزار تن بود و در برنامه پنجم مقرر بود که به دو برابر افزایش یابد. البته این افزایش سریع تولید، مشکلات و مخاطراتی را برای این فعالیت ایجاد کرده است، که از جمله آن‌ها کاهش ارزش ژنتیکی این گونه ماهی و عدم بهره‌گیری بهینه از عوامل محیطی مؤثر به تولید

جدول ۱: وضعیت تولید، نیاز و واردات تخم چشم زده (آمار سازمان شیلات ایران ۹۶-۱۳۹۵)

ماه‌های سال	میزان تولید داخلی تخم چشم زده (هزار قطعه)	میزان نیاز تخم چشم زده (هزار قطعه)	برنامه وارد کنندگان تخم چشم زده (هزار قطعه)
مهر	۱۱۵۰۰	۳۳۶۲	۳۲۵۰۰
آبان	۳۵۱۰۰	۴۳۶۱۰	۴۰۰۰۰
آذر	۶۰۴۷۰	۵۳۷۵۸	۶۵۰۰۰
دی	۴۸۶۷۴	۵۱۷۶۲	۷۳۰۰۰
بهمن	۴۲۴۲۸	۴۸۸۵۴	۴۵۵۰۰
اسفند	۲۳۰۳۶	۴۶۵۱۶	۴۳۵۰۰
فروردین	۵۸۲۰	۳۷۴۸۰	۳۵۰۰۰
اردیبهشت	۳۸۰۰	۳۴۵۱۰	۳۱۵۰۰
خرداد	۳۱۰۰	۳۳۵۶۶	۳۴۰۰۰
تیر	۴۱۰۰	۲۸۵۷۴	۴۲۰۰۰
مرداد	۳۷۰۰	۲۵۸۱۸	۳۳۵۰۰
شهریور	۴۴۰۰	۳۰۱۳۰	۳۴۰۰۰
جمع	۲۴۶۱۲۸	۴۶۸۲۴۰	۵۰۹۵۰۰

بر اساس آمار سازمان شیلات ایران در سال ۱۳۹۹، تعداد ۲۶۲ مزرعه با سطح مفید ۲۸۰۶۶۹ مترمربع در زمینه تکثیر و تولید بچه ماهیان سردابی فعال بودند. مزارع تکثیر و تولید بچه ماهی نسبت به سال ۹۸ از لحاظ تعداد ۱۴ مزرعه (۵/۰۷ درصد)، و سطح ۸۳۲۱۹ مترمربع (۲۲/۸۷ درصد) کاهش یافته‌است. در این سال ۲۸۱۵۰۶ هزار عدد تخم چشم زده تولید شد که ۴۴۱۸۸ هزار عدد (۱۵/۷۰ درصد) از آن در خارج از فصل تکثیر بوده‌است. این میزان تولید نسبت به سال قبل ۴۱۴۶۳ هزار عدد (۱۲/۸۴ درصد) کاهش یافته‌است. همچنین مجموع میزان بچه‌ماهی تولید شده از تخم‌های داخلی و وارداتی تعداد ۴۱۴۲۱۶ هزار قطعه با میانگین وزن ۷/۱۴ گرم و بازماندگی ۷۷/۳۷ درصد و

ضریب تبدیل غذای ۰/۸۵ بوده‌است. از این میزان تولید بچه‌ماهی ۷۳۰۴۸ هزار قطعه (۱۷/۶۳ درصد) در خارج از فصل تکثیر تولید شده‌است. تولید بچه‌ماهی نسبت به سال قبل ۳۴۹۳۱ هزار قطعه (۷/۷۸ درصد) کاهش یافته‌است (عبدالرحی و همکاران، ۱۳۹۹).

در این ارتباط بیماری‌هایی که از طریق ورود تخم چشم زده در یک دهه اخیر بعثت ورود بی‌رویه و بعضاً بدون کنترل و قرنطینه دامپزشکی وارد کشور شده، غالباً بیماری‌های خطرناکی همچون IPN و IHN, VHS (براساس گزارش‌های علمی متعدد) (Zavyalova, 2020; Zorriehzahra et al., 2020) و استرپتوکوکوزیس (تقریباً در همه استانها کم و بیش وجود دارد) می‌باشد و تشخیص آنها براحتی میسر

بهداشتی در حمل‌ونقل و جابه‌جایی ماهیان و تخم چشم زده، در پایلوت تحقیقاتی تولید قزل‌آلای عاری از بیماری خاص SPF ضروری و موردنیاز بود استحصال و بکار گرفته شد و توسط کارگروه امنیت زیستی همکار در این بررسی سازماندهی گردید. سیستم امنیت زیستی جهت به‌حداقل‌رساندن و حذف دقیق و قطعی آلودگی‌های احتمالی در روند حمل‌ونقل و جابه‌جایی ماهیان و تخم چشم زده، نیز طراحی و اعمال گردید (قیاسی و همکاران، ۱۳۹۲؛ ذریه زهرا و همکاران، ۱۳۹۹).

براساس بررسی‌های به‌عمل‌آمده و مطالعات انجام شده یکی از راه‌های ورود و انتشار عوامل بیماری‌زای خطرناک به مراکز تکثیر و پرورش آبزیان، عدم رعایت اصول بهداشتی و مسئولانه در روند حمل‌ونقل آبزیان است؛ لذا در این بررسی تأکید بر پیاده‌سازی اصول ایمنی زیستی مبتنی بر بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست براساس سیستم‌های HSE، تجزیه‌وتحلیل خطر و نقاط کنترل بحرانی HACCP و عملیات بهینه بهداشتی و آبی‌پروری GAP/GHP در فرآیند حمل‌ونقل و جابه‌جایی مسئولانه ماهیان و تخم چشم زده در پایلوت تحقیقاتی قزل‌آلای رنگین‌کمان عاری از بیماری‌های خاص (SPF) بود (ذریه زهرا و همکاران، ۱۳۹۹؛ موسوی، ۱۴۰۰).

فعالیت‌های مربوط به حمل‌ونقل ماهی، از قبیل جابه‌جایی، حبس کردن و قرارگرفتن در معرض کیفیت مطلوب آب، امکان ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی در ماهی را به دلیل افزایش استرس دارند. به دلیل وابستگی بین استرس و سلامت ماهی، به‌حداقل‌رساندن میزان استرس‌زای احتمالی و همچنین به‌حداقل‌رساندن مدت‌زمان قرارگرفتن در معرض عوامل استرس‌زا در

نبوده و نیاز به ابزار و تجهیزات پیشرفته می‌باشد (Kim and Heo, 2018).

انتقال بیماری‌ها به‌وسیله تخم چشم زده اغلب به شکل فیزیکی و مکانیکی بوده و احتمال انتقال اغلب بیماری‌ها به طریقه افقی وجود دارد که در آن صورت غیر از تخم ماهی از آب آلوده، لارو و بچه‌ماهی و ماهی مولد نیز می‌تواند صورت پذیرد. ولی باتوجه‌به حضور بیماری‌های نوپدید و نیز مقدار زیاد واردات تخم چشم زده نسبت به سایر عوامل (ورود لارو و بچه‌ماهی و ماهی مولد که بسیار اندک بوده‌است)، می‌توان نتیجه گرفت مشکل اصلی ورود تخم ماهی آلوده به کشور بوده است و متأسفانه باید گفت با ادامه روند واردات تخم چشم زده باید شاهد حضور بیماری‌های خطرناک دیگری نیز در کشور باشیم (Hutson and Cain, 2019).

به دلیل مشکلات موجود در تهیه تخم چشم زده قزل‌آلا و کمبود ظرفیت تولید در داخل کشور، بسیاری از مراکز از تخم چشم زده قزل‌آلای وارداتی استفاده می‌نمایند. واردات بی‌رویه از کشورهای مختلف و بدون برنامه‌ریزی لازم صورت می‌گیرد. اگرچه بسیاری از پرورش‌دهندگان از تخم چشم زده وارداتی اظهار رضایت می‌نمایند؛ ولی متأسفانه مشکلات جدیدی را ایجاد کرده‌است از جمله: ورود آلودگی‌ها و بیماری‌های نوپدید و بازپدید اپی‌زئوتیک (واگیردار غیربومی) و آگروتیک به داخل کشور. این در حالی است که مطابق دستورالعمل بهداشتی OIE کلیه محصولات آبزیان در هنگام جابه‌جایی‌ها باید عاری از هرگونه بیماری‌های خطرناک باشند. در این بررسی مجموعه‌ای از تدابیر، سیاست‌ها، دستورالعمل‌ها و روش‌هایی که برای تضمین حمل‌ونقل مسئولانه و

طی این روش‌ها بسیار مهم است. علاوه بر این، درک شرایط نابجای محیطی و چگونگی تأثیر آنها بر ماهی‌ها اغلب منجر به ایجاد پروتکل‌های جدید می‌شود که استرس را کاهش می‌دهند. افزایش میزان بقا و ورود ماهیان سالم به حمل و نقل و روش‌های قبل از جابه‌جایی و پس از حمل و نقل مرتبط با عملیات حمل ماهی بستگی دارد (Harmon, 2009).

اصول حمل و نقل ماهیان:

۱- تنظیم فشار اسمزی Osmoregulatory (stress)

احتمالاً مرگ و میر آبی در حمل و نقل اختلالات می‌تواند مرتبط با یون‌های خون باشد (McDonald and Milligan, 1997). ماهیان استخوانی دریایی به دلیل حرکت آب از بدن آنها به محیط آب دریا در اثر وضعیت هیپوتونیک، باید مقدار زیادی آب دریا بنوشند تا از کمبود آب جلوگیری کنند (Moyle and Cech, 2004). برعکس، ماهیان آب شیرین هیپرتونیک هستند، بنابراین آب می‌گیرند و الکترولیت‌ها را از دست می‌دهند. در طی هیجان و در شرایط استرس‌زا (که به طور معمول در حمل و نقل اتفاق می‌افتد)، اپی نفرین (آدرنالین) در جریان خون آزاد می‌شود، بنابراین بر نفوذ پذیری آب از طریق اپیتلیای آبشش در ماهی تأثیر می‌گذارد. اختلال در این امر باعث ایجاد اختلال در هموستاز تنظیم‌کننده تنظیم فشار می‌شود (Portz et al., 2006). به دلیل این شرایط، یک روش کلی برای انتقال بسیاری از ماهیان آب شیرین افزودن نمک به آب حمل و نقل آنها است. بسیاری از مطالعات، مزایای استفاده از نمک در حین و پس از حمل و نقل گونه‌های مختلف را اثبات کرده‌اند (Johnson and Metcalf, 1982; Mazik et al., 1991; Barton and

۲- اکسیژن محلول (Dissolved oxygen)

اکسیژن محلول (DO) اغلب تنها عامل محدودکننده در هر سیستم نگهداری ماهی است. DO مناسب باید در طول حمل و نقل حفظ شود. در حالت ایده‌آل، DO باید اشباع یا در نزدیکی ۱۰۰ درصد اشباع در طول حمل و نقل حفظ شود. حلالیت DO به درجه حرارت آب، ترکیب گاز، شوری و فشار کل بستگی دارد. با افزایش دمای آب، شوری و ارتفاع، میزان حلالیت اکسیژن کاهش می‌یابد. اشباع شدن گاز می‌تواند زمانی اتفاق بیفتد که گازهای محلول بیشتر از غلظت تعادل باشند (Mousavi et al., 2021). وقتی ماهی قبل از تعادل در معرض آب بیش از حد اشباع قرار می‌گیرد، گاز اضافی ممکن است باعث ایجاد آمبولی در بافت‌های مختلف شود. این به عنوان بیماری حباب گاز شناخته می‌شود (Gas bubble disease). اگر در هنگام حمل و نقل از اکسیژن خالص استفاده می‌شود، اشباع آب بسیار آسان است. با این حال، از آنجا که اکسیژن از نظر متابولیکی جذب می‌شود، احتمال تشکیل حباب‌های مداوم نسبت به گازهای دیگر (مانند نیتروژن) کمتر است. Wedemeyer (۱۹۹۶) خاطرنشان کرد: افزایش اشباع اکسیژن (توجه داشته باشید: هوای محیط

برخوردار هستند و به راحتی می‌توانند بر روی جعبه حمل و نقل سوار شوند. مسمومیت با آمونیاک همچنین در حمل و نقل ماهی بویژه در مسافت‌های طولانی نگران‌کننده است (مازندرانی و همکاران، ۱۳۹۵). آمونیاک به عنوان یک محصول جانبی از متابولیسم ماهی تولید می‌شود و در درجه اول از طریق آبشش با انتشار منتشر می‌شود (Colt and Armstrong, 1981). تجمع آمونیاک را می‌توان با ناشتایی ماهی قبل از حمل و نقل و یا افزودن عوامل کاهش دهنده آمونیاک به آب به حداقل رساند. ناشتا بودن ماهی حداقل ۲۴ ساعت برای کاهش تجمع مدفوع و آمونیاک در مخزن توصیه می‌شود (Cerreta et al., 2020).

۴- دمای مخزن حمل و نقل (Temperature of the transport tank)

آب اطراف ماهیان برای میزان واکنش‌های فیزیولوژیکی آنها حیاتی است. همان‌طور که دمای بدن آنها افزایش می‌یابد سرعت واکنش بیوشیمیایی افزایش می‌یابد. برعکس، با کاهش دمای بدن آنها، فرایندهای متابولیکی کاهش می‌یابد؛ بنابراین، خنک کردن آب حمل‌دارای مزایای بسیاری است. خنک شدن آب باعث کاهش سرعت متابولیسم ماهی می‌شود که به نوبه خود تولید آمونیاک، مصرف اکسیژن و سمیت آمونیاک را کاهش می‌دهد و حلالیت اکسیژن را افزایش می‌دهد. خنک کردن آب در دمای ۵-۷ درجه سانتی‌گراد یک پروتکل بسیار مورد استفاده در بسیاری از حمل و نقل‌های ماهی قرل‌آلا است (Wedemeyer, 1996).

نیست و حاوی نیتروژن است) میزان مرگ و میر ناشی از بیماری حباب گاز ۲۰٪ است. با این حال، Wedemeyer (۱۹۹۶) هشدار داد که ممکن است تهویه آبشش کاهش یابد، زیرا میزان اکسیژن بالا باعث افزایش دی‌اکسید کربن (CO_2) در خون ماهی می‌شود. ۶۰-۳۰ دقیقه اولیه در کانتینر حمل و نقل به دلیل افزایش فعالیت توسط ماهی حیاتی است. از روش‌های مختلفی برای دستیابی و حفظ سطح DO مناسب در حمل و نقل ماهی استفاده شده است، از جمله اکسیژن‌گازی فشرده، همزن‌ها، هواده‌ها و اکسیژن مایع. در یک حجم معین، اکسیژن مایع اکسیژن بیشتری نسبت به شکل گازی در خود نگه می‌دارد. با این حال، یک محفظه اکسیژن مایع روزانه تقریباً ۲٪ از دست می‌دهد. بنابراین، اگر ذخیره سازی طولانی مدت لازم باشد، می‌تواند به یک مسئله تبدیل شود (Ebeling and Timmons, 2010). استفاده از پخش‌کننده صحیح نیز برای کارایی مهم است. حباب‌های کوچکتر که از پخش‌کننده‌های دارای منافذ ریز تولید می‌شوند در مقایسه با همان حجم گاز با حباب‌های بزرگ، سطح هوا به آب بیشتری دارند. این امر با توجه به میزان اکسیژن مورد نیاز برای حمل و نقل مهم است. همزن‌ها در مقایسه با تزریق خالص O_2 از طریق پخش‌کننده‌ها ناکارآمد هستند، اما در حذف CO_2 مهم هستند.

۳- مواد جامد معلق و آمونیاک (Suspended solids and ammonia)

مواد جامد معلق حاصل از مدفوع ماهی می‌تواند باعث آلودگی آب و همچنین صدمه جسمی به غلاف‌های ماهی شود. فیلترهای کارتریج نوع مکانیکی متصل به پمپ شناور از قابلیت فیلتراسیون بسیار خوبی

دهانه در بالای یک ظرف حمل و نقل می‌تواند مسیری را برای تبادل هوای جو فراهم کند (Mousavi *et al.*, 2021).

۷- صید فیزیکی (Physical handling)

استرس مربوط به صید فیزیکی و جابه‌جایی ماهی اغلب به دلیل آماده‌سازی برای حمل و نقل ماهی نادیده گرفته می‌شود. Maule و همکاران (۱۹۸۸) گزارش کرد که استرس‌زا ترین مورد در مطالعه سالمون‌ها، بارگیری ماهی در مخازن بود و نه حمل و نقل واقعی. در صورت امکان ماهی‌ها باید بدون برداشتن آنها از آب جابجا شوند. در هنگام حمل و نقل، دست زدن به ماهی در تور تقریباً اجتناب‌ناپذیر است. لذا در مواقع ضروری بودن استفاده از تور، توصیه می‌شود از تورهایی استفاده کنید که ساینده‌گی آنها کمتر باشد. از استفاده شبکه‌های ساخته شده از پلی پروپیلن یا پلی اتیلن باید خودداری شود. این شبکه‌ها سفت هستند و می‌توانند باعث از بین رفتن پولک‌ها شوند. از دست دادن پولک می‌تواند منجر به باز شدن اپیدرم شود که مسیری را برای پاتوژن‌های باکتریایی، قارچی و ویروسی فراهم می‌کند. هر عملی برای به حداقل رساندن حذف مخاط ماهی و از بین رفتن پولک‌ها ترجیح داده می‌شود. مخاط ماهی به عنوان یک عامل ضد باکتری و همچنین یک مانع فیزیکی بین ارگانیسم‌های بیماری‌زا در آب و ماهی عمل می‌کند. هرگونه از بین رفتن مخاط احتمال عفونت، به ویژه عفونت‌های قارچی ثانویه را افزایش می‌دهد (Wedemeyer, 1996). همچنین توصیه می‌شود هنگام جابجایی ماهیان دارای خار، از تورهای روکش دار استفاده کنید.

۵- حفظ دمای مخزن (Maintaining the temperature of the tank)

جعبه‌های عایق‌بندی‌شده، کامیون‌های قابل کنترل دما، چیلرها و... یا یخ می‌توانند به کنترل دما کمک کنند. مواد مخزن همچنین می‌تواند در حفظ دما تأثیر بگذارد، خصوصاً اگر دمای آب و دمای هوا بسیار متفاوت باشد. امروزه بسیاری از مخازن از فایبرگلاس یا آلومینیوم ساخته شده‌اند و مواد عایقی مانند پلی‌اورتان در وسط آن قرار دارد. این نوع مخزن در مقایسه با مخزن آلومینیومی که فاقد عایق است یا مخزن فایبرگلاس بدون عایق، دارای خاصیت هدایت حرارتی بسیار متفاوت است (Harmon, 2009).

۶- دی اکسید کربن (Carbon dioxide)

دی‌اکسید کربن به عنوان محصول جانبی متابولیسم ماهی تولید می‌شود. Wedemeyer (۱۹۹۶) اشاره کرد که غلظت بالای CO₂ می‌تواند خطر بیشتری نسبت به افزایش سطح آمونیاک در هنگام حمل و نقل باشد. مقادیر بیش از حد CO₂ می‌تواند منجر به هایپرکاپنیا (سطح بالای CO₂ در خون) و اسیدوز و احتمالاً بیماری مخدر و مرگ شود. پیشنهاد می‌شود که در حین حمل و نقل غلظت CO₂ زیر ۳۰-۴۰ میلی‌گرم در لیتر حفظ شود. هر نوع اختلال در آب، مانند همزن یا هوادهی شدید، می‌تواند به حذف CO₂ از آب کمک کند. با این حال، بسیاری از ظروف حمل و نقل دارای درب و "بسته" هستند. این مخازن می‌توانند یک مشکل ثانویه باشند. دی‌اکسید کربن که از آب سلب شده است می‌تواند باعث افزایش فشار جزئی CO₂ در فضای هوای بالای آب شود که در نهایت ممکن است از گازگرفتن CO₂ جلوگیری کند. در این حالت، هر نوع

۸- ظرفیت حمل

تعداد (وزن) ماهی‌هایی که می‌توانند با موفقیت حمل شوند به کیفیت آب، مدت زمان حمل، دمای آب، اندازه ماهی و گونه‌ها بستگی دارد. در مورد قزل‌آلا حداکثر وزن مجاز با طول آنها متناسب است؛ بنابراین، اگر مخزنی بتواند ۲۰ کیلوگرم قزل‌آلای ۵ سانتی‌متری را در خود نگه دارد، در آن صورت می‌تواند ۴۰ کیلوگرم قزل‌آلای ۱۰ سانتی‌متری را در خود نگه دارد (Harmon, 2009).

۹- داروهای بیهوشی

از داروهای بیهوشی قبل و در حین حمل‌ونقل برای کاهش سرعت متابولیسم ماهی به طور گسترده استفاده می‌شود، بنابراین باعث کاهش جذب اکسیژن و کاهش تولید CO₂ و آمونیاک می‌شود. داروهای بیهوشی همچنین پاسخ استرس ناشی از افزایش فعالیت و دست‌زدن را کاهش می‌دهند (Wedemeyer, 1996). دوز مناسب حیاتی است و با توجه به گونه و اندازه ماهی متفاوت خواهد بود. مهم است که عملکردهای فیزیولوژیکی ماهی و جهت گیری آن در ستون آب توسط ماده بیهوشی مانع نشود، زیرا اگر یک دوز برای بیهوشی به جای آرام بخشی استفاده شود، این امر می‌تواند رخ دهد (Neiffer, 2021).

۱۰- سازگاری

به دلیل صرفه‌جویی در زمان حمل‌ونقل، معمولاً مرحله عادت‌دادن در عملیات حمل ماهی به درستی صورت نمی‌گیرد. با این حال، اگر ماهیان به درستی سازگار نشوند، دچار استرس می‌شوند و می‌تواند باعث تضعیف سیستم ایمنی آن‌ها شود. روش ترجیحی برای

کاهش استرس مرتبط با روند سازگاری تقلید از آبی است که ماهی از آن گرفته شده است و این شامل آب ظرف حمل‌ونقل و آب دریافتی پس از حمل‌ونقل است. از تغییر ناگهانی پارامترهای آب مانند دما، pH، سختی و شوری باید خودداری کرد. اگر گونه ماهی بسیار متفاوت از آب مخزن حمل باشد، باید با آب سازگار شود. با این حال، همان‌طور که قبلاً ذکر شد، افزودن نمک و همچنین کاهش درجه حرارت حمل گونه‌های آب شیرین می‌تواند در طی فرایند حمل مفید باشد (Harmon, 2009).

۱۱- اصول حمل و نقل تخم چشم زده:

۱۱-۱- مراحل دریافت و باز کردن تخم چشم زده در بسیاری از مزارع قزل‌آلای رنگین‌کمان در کشور، شروع پرورش زمانی است که تخم چشم زده، بچه‌ماهی یا انگشت قدها را از دیگر مزارع وارد کنند. قبل از ورود تخم‌ها، تمام تجهیزات پرورشی باید تمیز و ضدعفونی شوند (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۲). پس از آماده سازی تجهیزات، آب شان نیز باید بررسی شود. ماهی قزل‌آلا به تغییرات دمای آب بسیار حساس هستند، به ویژه هنگامی که از آب سرد به آب گرم منتقل شوند. ماهیان کوچکتر، به طور کلی بیشتر به شوک دمایی حساس هستند و به ویژه به شوک دمای گرم حساس تر هستند. بنابراین، بسیار مهم است که کاهش یا افزایش دمای آب به کندی صورت گیرد، در این مرحله به منظور تأمین سلامت ماهی به ازاء هر نیم درجه یک دقیقه زمان لازم است.

تخم‌های چشم زده به دو روش منتقل می‌شوند:

۱. در کیسه های پلاستیکی با آب و اکسیژن
۲. در جعبه های عایق بر روی سینی ها به همراه یخ

ب) جابجائی تخم‌های چشم زده در جعبه
مراحل کار عبارتند از:

۱. قرار دادن تخم‌های چشم زده بر روی سینی‌های داخل جعبه
۲. قرار دادن یخ بر روی سینی بالای تخم‌ها

۱۱-۴- رسیدگی به تخم‌ها و اندازه‌های مختلف ماهی

رسیدگی به تخم‌ها و اندازه‌های مختلف ماهی شغلی است که شامل بسیاری از فعالیت‌های متنوع مانند مراقبت از تخم‌ها، خارج نمودن تخم‌های مرده، بچه‌ماهی و ماهی، و همچنین انتقال و رقم‌بندی ماهی است. تمیزکردن تجهیزات پرورشی در طول دوره انکوباسیون تخم‌ها و بعد از تخم‌گشایی با استفاده از پنس‌های ویژه تخم و سیفون کردن انجام می‌شود. به‌طور کلی در فرایند تمیزکردن سیستم پرورشی:

۱. تخم‌ها نباید قبل از چشم‌زدن دستکاری شوند. تخم‌های قارچ زده باید توسط موجین مخصوص برداشته شوند.

۲. پس از تخم‌گشایی، پوسته تخم‌ها، تخم‌های مرده و لاروهای مرده از سیستم پرورشی باید سیفون شوند.

در تولید تجاری قزل‌آلا و سایر ماهی‌های آزاد در برخی کشورها همچون آمریکا، تخم‌ها معمولاً در مزارع ماهی مولد تولید شده که از مزارعی که ماهی (پروراری) برای تولید غذا و استفاده از گوشت استفاده می‌شود جدا است. تولید باکیفیت خوب، تخم‌های عاری از بیماری‌های فعالیتی تخصصی است که به درجه بالایی از مهارت و مدیریت نیاز دارد. اغلب تخم‌های استفاده شده در تولید تجاری ماهی قزل‌آلا، در جنوب شرقی ایالات متحده یا در شمال غربی اقیانوس آرام

مراحل هم‌دمایی و نحوه خارج نمودن تخم‌ها در هر دو روش یکسان است.

۱) اندازه‌گیری دمای آب داخل کیسه پلاستیکی و دمای آب تخم‌سرا باید انجام شود. به تدریج دمای آب تخم‌ها با آب تخم‌سرا هم‌دمای شوند. به محض هم‌دمای شدن، تخم‌ها باید بلافاصله به سینی‌هایی که قبلاً ضد عفونی شده اند منتقل گردد.

۲) به تدریج با اضافه نمودن آب تخم‌سرا به یخ‌هایی که روی سینی‌های داخل جعبه قرار دارند عمل هم‌دمایی تخم‌ها با آب تخم‌سرا صورت می‌گیرد. به محض پر شدن جعبه‌های تخم از آب تخم‌سرا (هم‌دمای شدن)، تخم‌های چشم‌زده باید به سینی‌های تخم‌سرا منتقل شوند.

۱۱-۲- مراحل دریافت و تخلیه، بچه‌ماهی، انگشت قد یا دیگر اندازه‌های قزل‌آلا

انتقال بچه‌ماهی یا انگشت قد توسط کیسه‌های پلاستیکی یا مخازن کوچک صورت می‌گیرد. روش هم‌دمایی در هر دو روش یکسان است.

۱. اندازه‌گیری آب مخزن و آب پرورشی
۲. هم‌دمایی تدریجی آب مخزن با آب پرورشی
۳. به محض هم‌دمای شدن، بچه‌ماهی یا انگشت قد‌ها به محل جدید شان باید منتقل شوند.

۱۱-۳- نحوه جابجائی تخم‌های چشم‌زده

الف) جابه‌جایی تخم‌های چشم‌زده در کیسه پلاستیکی
مراحل جابه‌جایی عبارت‌اند از:

۱. پر کردن یک سوم کیسه از آب
۲. وارد کردن تخم‌های چشم‌زده به کیسه
۳. پر کردن کیسه با اکسیژن
۴. بستن کیسه‌ها با باند لاستیکی
۵. جایگیری در موقعیت مورد نظر برای حمل

همچنین رطوبت از دست می‌دهند. برای انجام این کار ابتدا درجه حرارت تخم‌ها در ظروف حمل‌ونقل اندازه‌گیری می‌شود. سطل تمیز یا ظرف دیگری با آب لاروها پر شده و دما آب با یخ برای تطبیق هم دما کردن تنظیم می‌شود. تخم‌ها را به آرامی در آب ریخته، سپس کمی آب تمیز لاروها را اضافه کرده تا دمای تخم‌ها به تدریج افزایش یابد. تخم‌ها طی فرآیند تنظیم دما باید یک یا دو بار به آرامی هم زده شوند تا از گردش آب کافی به تمامی تخم‌ها اطمینان حاصل شود. هم دما کردن نباید در زمان تبدیل لاروها انجام شود، اما، برای جلوگیری از ایجاد آلودگی لاروها با عوامل بیماری‌زا باید در مکانی مجزا انجام شود. همچنین برای ممانعت از آلودگی لاروها تمام ظروف حمل‌ونقل را دور انداخته و یا از بین برده شوند. با اینکه تخم‌ها قبل از نقل و انتقال توسط عامل تهیه‌کننده ضدعفونی شده است، اما کار صحیح این است که پس از دریافت همه آنها را ضدعفونی کرد. تخم‌ها که در حال حاضر به لارو تبدیل می‌شوند ضدعفونی نبوده و ماده ضدعفونی‌کننده مورد استفاده برای این کار از ترکیبات یددار پلی و نیل ید پیرولیدین است و باید به صورت حمام به مدت ۱۰ دقیقه در ppm ۱۰۰ از ید آزاد، انجام شود. ترکیبات ضدعفونی‌کننده حاوی ید (Iodophor) معمولی مانند آرگنتین (Argentyne) یا بتادین (Betadine) دارای ۱ درصد ppm ۱۰۰۰۰) ید قابل استفاده هستند. غلظت ید ppm ۱۰۰ معادل ۱۱۰۰ از رقت "قدرت کوزه" (jug strength) محلول استفاده ۳۸ میلی‌لیتر یا ۲۸/۱ اونس مایع یا ۵/۷ قاشق چایخوری در هر گالن آب.

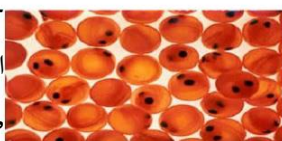
از جمله ترکیبات ضدعفونی‌کننده حاوی ید، وسکادین (Wescodyne) است که دارای ۱/۶ درصد یا

تولید شده است. معمولاً تخم‌های قزل‌آلا هنگامی حمل می‌شوند که به مرحله "چشم زده" رسیده باشند (شکل ۲) که بیش از نصف دوره نهفتگی (کمون) طی شده- باشد.

مدت انکوباسیون به دمای آب بستگی دارد. در دمای ۵۵ درجه فارنهایت (حدود ۱۳ درجه سانتی‌گراد)، تخم‌های قزل‌آلای رنگین‌کمان حدود ۳ هفته بعد از لقاح بین ۴ تا ۷ روز به تخم‌های "چشم زده" تبدیل می‌شوند؛ در ۴۵ درجه فارنهایت (حدود ۸ درجه سانتی‌گراد) حدوداً ۷ هفته پس از لقاح، تخم‌ها "چشم زده" خواهند شد.



ب



الف



ج

شکل ۱. الف. تخم چشم زده ب: لارو با کیسه زرده ج: ماهی انگشت قد؛ ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (۹۰ درصد از اندازه طبیعی)

۱۱-۵- دریافت و ضدعفونی کردن تخمها

تخم‌هایی قزل‌آلا در ظروف حمل‌ونقل "بر روی یخ" به مزرعه خواهند رسید. مقدار کمی یخ به جای آب، برای تنظیم رطوبت و سرمای تخم‌ها در طول مدت نقل و انتقال استفاده می‌شود. گام نخست به محض دریافت تخم‌ها هم دما کردن آنهاست تا به تدریج به دمای انکوباسیون برای تبدیل تخم‌ها به لارو برسند که بیش از ۳۰ دقیقه تا یک ساعت طول می‌کشد. در طول حمل‌ونقل و جابه‌جایی، تخم‌ها مقداری آب و

می‌شوند. سینی‌های کالیفرنیا - مخصوص پرورش ماهیان سردآبی است - به‌ندرت در جنوب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

انکوباتورهای سینی عمودی اساساً همان سینی‌های کالیفرنیا هستند که به ترتیب روی هم چیده شده‌اند. به طور نسبی آنها، به‌خاطر داشتن طبقات فضا و آب کم برای تخم‌گشایی تعداد زیادی تخم نیاز دارند. آب دوباره هوادهی شده از بین سینی‌های روی هم چیده شده جریان می‌یابد. میزان آب جاری در انکوباسیون‌های سینی عمودی ۴ تا ۶ گالن در دقیقه (gpm) برآورد شده است. در انکوباتورهای سینی عمودی پوسته‌های تخم بعد از تشکیل لارو با کیسه زرده به صورت دستی جمع‌آوری می‌شوند اما لارو کیسه زرده دار می‌تواند ۱۰ تا ۱۴ روز در سینی‌ها نگهداری شوند. برای جلوگیری از نابودی و تخریب تخم‌های قزل‌آلا، نباید بیشتر از ۲ تا ۳ لایه عمیق در سینی‌های انکوباتور عمودی قرارداد شوند. انکوباتورهای جوششی با استفاده از جریان آب گردش‌ی مناسب را ایجاد می‌کنند، موجب معلق ماندن نسبی تخم‌ها می‌شود. این انکوباتورها هنگام عمل نباید بیش از دو سوم حجمشان از تخم پر شوند. میزان جریان آب در واحدهای فراجوششی (Upwelling units) باید بر این اساس تنظیم شود که موجب بالا آمدن تخم‌ها به اندازه ۵۰ درصد عمق اولیه شان باشد. برای مثال اگر تخم‌ها هنگام باز بودن آب در عمق ۹ اینچی قرار دارند، باید در هنگام بسته بودن آب به عمق ۶ اینچی بروند. انکوباتورهای جوششی در مدل‌های مختلف موجود هستند، یا اینکه به راحتی می‌توان آنها را از پی‌وی‌سی، فایبرگلاس یا سایر مواد ساخت. تمام انواع انکوباتورهای تخم باید برای محافظت از جنین‌های در

بیشتر ید می‌باشد، به همین دلیل به میزان رقت بیشتری نیاز دارد (فقط ۲۳/۷ میلی لیتر، ۵/۸ اونس مایع یا ۴/۵ قاشق چایخوری در هر گالن آب استفاده می‌شود). مطمئن شوید که از غلظت مناسب این ترکیب استفاده می‌کنید. در بافر ضعیف (قلیایی کمتر از ۳۵ ppm) و یا آبهای اسیدی، باید ۰/۵ گرم بیکربنات سدیم) حدود نصف قاشق چایخوری (پیش از ترکیب با مواد حاوی ید به هر گالن آب اضافه کنید. سپس به آرامی مواد ضد عفونی کننده به تخمها اضافه می‌شود مطمئن شوید که تمام سطح تخمها را این مواد بپوشاند. تخمها را با آب تمیز شستشو دهید تا پیش از انتقال تخمها به انکوباسیون ترکیبات ید دار کاملاً حذف و شسته شود. در حال حاضر تخمها آماده انتقال به انکوباسیون و تبدیل شدن به لارو هستند.

۱۱-۶- تخم پروری - خواباندن تخم

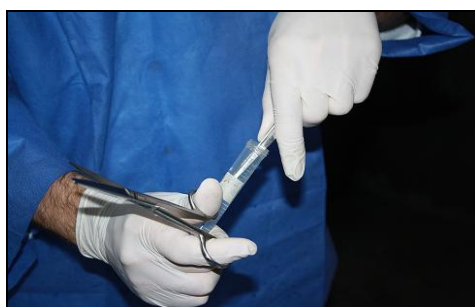
معمولاً از سه نوع سیستم انکوباتور تخم پرور گاه استفاده می‌شود. سینی "کالیفرنیا" (California trays) سینی عمودی، انکوباتورهای "هیت" (Heat incubators) انکوباتورهای فراجوششی (Upwelling incubators). همان‌طور که نشان داده شده، سینی کالیفرنیا، سینی‌های کف مسطح که داخل فرورفتگی‌هایی قرار گرفته‌اند و پرورش مناسب در یک سری افقی انجام می‌شود. بین هر سینی یک پارتیشن به سمت پایین گسترده شده و نیروی آب از پایین بین تخم‌ها جریان می‌یابد. سینی‌های کالیفرنیا در درجه نخست زمانی استفاده می‌شوند که تعداد بسیار زیادی از تخم‌ها به مرحله تخم‌گشایی رسیده‌اند و تأمین آب محدودیتی نداشته باشد. لارو با کیسه زرده و پوسته‌های تخم به سختی از این نوع سینی‌ها جدا می‌شوند و تخم‌ها غالباً پیش از تبدیل به نوزاد ماهی از سینی حذف

رسیدن به رقت $1/600$ معادل $(1/667 \text{ ppm})$ به مدت ۱۵ دقیقه در روز مورد نیاز است. این معادل ۹۵ میلی لیتر فرمالین بر حسب گالن بر هر دقیقه از جریان آب یا $3/2$ اونس فرمالین مایع در گالن بر دقیقه که در بیش از یک دوره ۱۵ دقیقه ای اضافه شده است. تخم‌های قزل‌آلا ظرف مدت ۲۴ ساعت پس از تخم‌گذاری با فرمالین درمان نمی‌شوند. پراکسید هیدروژن هم می‌تواند برای کنترل قارچها در تخم‌های قزل‌آلا مورد استفاده قرار گیرد. اما مدیران هجری جنوب (آمریکا) از این ماده به طور گسترده استفاده نمی‌کنند. هنگامیکه تخم‌گذاری شروع می‌شود، تخمها و لاروهای کیسه زرده‌دار نباید در معرض هیچ ماده شیمیایی قرار بگیرند.

حال رشد از نور مستقیم پوشیده شوند. برای انجام این کار هنگام استفاده از سینی‌های عمودی نباید تخمها در سینی بالایی قرار داده شوند. تخم‌های چشم زده قزل-آلای خریداری شده از مرکز پرورش تخم معمولاً حاوی درصد بسیار کمی از تخم‌های مرده است که حتی ممکن است نیازی به درمان علیه قارچها هم نداشته باشد. با این حال، برای جلوگیری از گسترش احتمالی عفونتهای قارچی حداکثر تا ۳ روز پس از تبدیل تخمها به لارو کیسه زرده دار باید تخم‌های مرده جمع‌آوری شوند. حذف تخم‌های مرده تأثیر بیشتری از درمانهای شیمیایی برای کنترل بیماریهای قارچی دارد اما زمان زیادی صرف انجام این کار میشود. اگر کنترل شیمیایی قارچها ضروری باشد، افزایش فرمالین به جریان آب تا



شکل ۲. بیهوش کردن ماهی‌ها با استفاده از پودر گل میخک (سمت راست)، زیست‌سنجی ماهی (سمت چپ)



شکل ۳. نمونه‌گیری از باله ماهی و فیکس کردن در الکل ۹۶٪

سازمان‌های دولتی که مسئول ایجاد و اجرای سیاست‌های ملی بهداشت آبزیان هستند، اغلب

۱۲- اهمیت قرنطینه و نقش اساسی آن در پیشگیری از شیوع بیماری‌های عفونی

قرنطینه اصولاً در سه سطح اجرا می‌شود:

(۱) قرنطینه گونه‌های با ریسک خطر بالا: مثل آبریزی که در سطح بین‌المللی جابجا می‌شوند یا در داخل کشور بین استان‌های مختلف (با سطح سلامتی مختلف) حمل و نقل می‌شوند. این گونه‌ها کاربرد آبریزی پروری و شیلاتی زیادی دارند و همچنین احتمال فرار کردن آنها یا انتقال عوامل بیماری‌زا به محیط زیست زیاد است.

(۲) قرنطینه گونه‌هایی که احتمال خطر کمتری دارند: مثل آبریزی که به قصد تجارت زینتی هدف گذاری می‌شوند.

(۳) قرنطینه‌های معمول آبریزان در مزارع پرورشی: به عنوان مثال در مزارع تازه احداث شده، یا برای نگهداری مولدین. همچنین برای گله‌هایی که نیاز به پروتکل‌های امنیت زیستی بالاتری دارند مثل گله‌های عاری از عامل بیماری‌زا خاص (SPF)

در گذشته قرنطینه اغلب به‌عنوان روشی که بایستی برای واردات تمام آبریزان به اجرا گذاشته شود، نگریسته می‌شد؛ ولی این تفکر، به‌طور قابل‌توجهی در ده سال گذشته تغییر کرده‌است. به‌طوری‌که دولت‌ها به‌طور فزاینده‌ای قرنطینه را به‌عنوان یکی از جنبه‌های استراتژی سلامت و بهداشت ملی قلمداد می‌کنند. برای مثال در جنوب شرقی آسیا، یک برنامه ملی با همکاری سازمان فائو و اتحادیه آبریزی‌پروری در منطقه آسیا اقیانوسیه تعریف شده‌است که از حمایت ۲۱ کشور در آسیا و اقیانوس آرام و تعدادی از سازمان‌های بین‌المللی برخوردار می‌باشد که یکی از خروجی‌های این برنامه دستورالعمل فنی منطقه‌ای در مدیریت بهداشتی برای انتقال مسئولانه آبریزان است. در نمای کلی، این دستورالعمل‌ها چارچوبی هستند که کشورهای آسیا و

مشکلاتی در ایجاد برنامه‌های امنیت زیستی مؤثر ملی، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه دارند. در برخی از موارد این مشکلات منجر به سرمایه‌گذاری کلان در زیرساخت‌ها، نیروی انسانی و هزینه‌های عملیاتی و امکانات قرنطینه‌ای می‌شود؛ ولی پیشرفت واقعی کمی در امنیت زیستی ملی حاصل می‌گردد (Mousavi et al., 2021). بر اساس میزان ریسکی که یک محموله در حال انتقال آبریزان دارد، یک کشور باید از پروتکل‌های قرنطینه‌ای متنوعی استفاده نماید. استاندارد اجرایی برای نقل و انتقال آبریزان به‌صورت موردی و با ارزیابی خطر و یا بر اساس تجربه‌های قبلی تعیین می‌شود (قره‌وی، ۱۳۹۹).

۱۲-۱- تعریف قرنطینه و اهداف آن

قرنطینه به معنی نگهداری یک گروه از آبریزان در محلی مجزا و بدون تماس مستقیم و یا غیرمستقیم با دیگر آبریزان است که به‌منظور نظارت برای مدت مشخص و در صورت لزوم انجام آزمایش و درمان ماهی و یا ضدعفونی پساب خروجی انجام می‌شود. در سطح بین‌المللی، هدف اصلی از قرنطینه به‌حداقل رساندن احتمال ورود عوامل بیماری‌زا به کشور واردکننده و جلوگیری از انتقال آن به گونه‌های حساس است. از دیگر اهداف قرنطینه، جلوگیری از ورود موجودات آبریزی بالقوه مضر است که ورود آنها به کشور ممنوع است. در سطح محلی، قرنطینه می‌تواند توسط استان‌ها برای جلوگیری از گسترش عوامل بیماری‌زا در سطح رودخانه‌ها، تالاب‌ها، دریاچه‌ها و مناطق درگیر با بیماری انجام گردد. در سطح کارگاه‌های تولیدی، قرنطینه می‌تواند در مراکز تکثیر و مزارع پرورشی برای جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا خطرناک به اجرا گذاشته شود.

اقیانوسیه باید جهت کاهش احتمال انتشار عوامل بیماری‌زا از طریق انتقال آبزیان زنده و محصولاتشان بکارگیرند که رسماً بعنوان یک سند توسط انجمن ملل آسیای جنوب شرقی (ASEAN) به تصویب رسید که از مفاد این سند ملی سلامت و بهداشت آبزیان (FAO/NACA, 2000) می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- فهرست عامل بیماری‌زای ملی
- تشخیص بیماری
- گواهی بهداشتی و معیارهای قرنطینه‌ای
- منطقه شیوع بیماری
- جمع‌آوری اطلاعات بیماری و گزارش‌دهی
- تجزیه و تحلیل خطر واردات آبزیان

صدور گواهینامه سلامت و اقدامات قرنطینه‌ای از اجزاء کلیدی این سند است که کشورها باید در استراتژی سلامت و بهداشت آبزیان آنها را در نظر بگیرند. در مواردی که ارزیابی خطر مشخص کند که سطح خطر در ارتباط با تجارت یک محصول بیش از معیار قابل قبول است، واردات آن محصول به کشور باید در سطح مناسبی از حفاظت انجام شود. کشور واردکننده پس از آن می‌تواند برای کاهش خطر ابتلا و انتشار عوامل بیماری‌زای احتمالی، تمهیداتی را اعمال نماید. گزینه‌های ممکن برای مدیریت ریسک، بسته به ماهیت محصول متفاوت است و قرنطینه یکی از گزینه‌های ممکن است که می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

کشورهای در حال توسعه، به ویژه کشورهای آسیایی، برای اجرای قرنطینه آبزیان به عنوان بخشی از استراتژی ملی آبزیان خود اقدامات گوناگونی انجام داده‌اند. متأسفانه، این تلاش‌ها در جلوگیری از ورود و

گسترش عوامل بیماری‌زای فرامرزی آبزیان به داخل مرزهای بین‌المللی موفقیت‌آمیز نبوده‌است که شاهد آن بروز انواع بیماری‌های ویروسی ماهی و میگو است که هر از چندگاه از دیگر کشورها به داخل نفوذ کرده و خسارات اقتصادی زیادی را به وجود آورده‌است. این امر دلایل متعددی داشته‌است که مهم‌ترین آن این است که قرنطینه هنوز به طور کامل با برنامه‌های امنیت زیستی ملی به عنوان بخشی از فرایند ارزیابی خطر عوامل بیماری‌زا همراه نبوده‌است.

بهترین مثال اهمیت قرنطینه در کشور ایران مربوط به واردات تخم چشم‌زده قزل‌آلا است؛ واردات تخم چشم‌زده قزل‌آلا از کشورهای اروپایی منتج به شیوع بیماری‌های مختلف آگزوتیک در کشور گردید بروز بیماری‌های ویروسی آگزوتیک به کشور طی سال‌های اخیر دقیقاً با این مقوله مرتبط بوده‌است (قیاسی و همکاران، ۱۳۹۲). همچنین، تجربه‌ای که در خصوص بیماری لکه سفید میگو (WSD) در سال ۱۳۹۸ در سایت پرورش میگوی گمیشان وجود داشت موید این مقوله اساسی است. منطقه‌ای که عاری از بیماری و تقریباً تامین‌کننده مولدین عاری از بیماری بود. اما بدلیل عدم تکثیر میگو در خود سایت، برای ذخیره سازی پست لارو متکی به استان‌هایی بود که درگیر بیماری لکه سفید میگو (WSD) بودند. پست لاروها با یکبار آزمایش در استان مبداء به محل ذخیره سازی منتقل و بدون در نظر گرفتن معیارهای قرنطینه‌ای محلی و استانی بطور مستقیم در استخرها ذخیره سازی می‌شدند که در نهایت منجر به بروز بیماری لکه سفید در این سایت شد. اگرچه میزان پست لاروهای ورودی به استان زیاد بود ولی این امکان وجود داشت که با برنامه ریزی دقیق و ذخیره سازی اولیه در مکانی خاص و

زده قزل‌آلا از کشورهایی از جمله استرالیا، فرانسه، دانمارک، ایتالیا، نروژ، اسکاتلند و آمریکا طی دهه اخیر در زمان‌های مختلف به استان‌های مختلف کشور امکان انتقال و شیوع بیماری‌های مهلک در مزارع تکثیر و پرورش بوجود آمد و عامل اصلی بروز تلفات و خسارات وارده به این صنعت و کاهش تولید در سالهای ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ ناشی از همه‌گیری بیماری‌های VHS و IHN بدلیل عدم رعایت اصول بهداشت و ضوابط قرنطینه‌ای و جابجایی مسئولانه ماهیان و نهاده‌های مربوط به آنها بوده است (بکایی و همکاران ۱۳۹۶). این درحالی است که رقم تولید این ماهی در افق سال ۱۴۱۴ حدود ۴۱۲ هزار تن پیش‌بینی شده است. با توجه به درصد تلفات طبیعی در شرایط معمول (۱۰٪) و ۱۰٪ درصد تلفات بیشتر در اثر بروز بیماری‌های مرگ و میر دهنده، میزان خسارت اقتصادی وارده به این صنعت در حدود ۱۰۸ میلیارد تومان در سال برآورد می‌شود. با بکار بستن تمهیدات مربوط به عاری نمودن گله‌های پرورشی قزل‌آلا از بیماری‌های عفونی چنانچه تنها بتوان ۲٪ تلفات را کاهش داد حدود ۲۱ میلیارد تومان صرفه جویی اقتصادی رخ می‌دهد. با توجه به اینکه هزینه سالیانه یک نفر بر اساس قانون کار حدود ۱۱۱ میلیون ریال برآورد می‌شود با این میزان هر ساله می‌توان زمینه اشتغال حدود ۲۱۱۱ نفر را فراهم نمود و نیز با ارتقای کیفیت گوشت ماهیان تولیدی زمینه ارتقا سطح بهداشت و امنیت مواد غذایی انسانی را ایجاد کرد. در این راستا نقش حمل و نقل بهداشتی و مسئولانه به عنوان عوامل مستعدکننده و زمینه‌ساز بروز و شیوع انواع بیماری‌های همه‌گیر و بویژه اختلال کردنی در ماهیان بسیار حائز اهمیت می‌باشد. شناسایی و تعیین عوامل خطر ساز در حمل و نقل بهداشتی و مسئولانه در

انجام آزمایشات تکمیلی از ورود بیماری به استان جلوگیری گردد (قره‌وی، ۱۳۹۹). همه این موارد اهمیت قرنطینه را چه در مبادی ورودی کشور و چه در داخل یک استان بخوبی نشان می‌دهند.

۱۲-۲- الزامات اساسی برای قرنطینه

- ۱) زیرساخت‌های فیزیکی متناسب با سطح امنیت زیستی مورد نیاز (مثل وجود ادوات و منبع آب مطمئن و عاری از بیماری و...)
- ۲) ایجاد پروتکل‌های اجرایی که قابلیت ردیابی بیماری را داشته باشند
- ۳) وجود کارکنانی که به خوبی با روش‌های تشخیصی و فنآوری‌های جدید آشنا باشند (قره‌وی، ۱۳۹۹).

بحث

امروزه نقش بیماری‌های عفونی به‌ویژه بیماری‌های اگزوتیک و در حفظ و بقای سرمایه‌های کشورها غیرقابل‌انکار است. در این میان ایجاد مراکز SPF و عاری بودن ماهیان پرورشی از بیماری‌های اختلال کردنی امری ضروری در جهت حفظ افزایش تولید و نیز عدم گسترش این بیماری‌ها به مناطق عاری از آنها و نیز محیط‌های دریائی همچون سیستم‌های پرورش در قفس و محیط‌های دریائی است (Bondad-Reantaso *et al.*, 2018). طبق آمار منتشره در سالنامه شیلات کشور در سال ۱۳۹۵ تولید قزل‌آلای رنگین‌کمان در کشور از ۲۳۱۳۳ تن در سال ۱۳۸۲ به ۱۸۲۶۰۱ تن در سال ۱۳۹۸ رسیده است و این به معنی یک افزایش ۶/۲ برابر تولید طی ۱۱ سال گذشته است. ولی بدلیل واردات بی‌رویه، بی‌برنامه و کنترل نشده تخم چشم

تدوین دستورالعمل و پروتکل‌های کنترل، پیشگیری و ریشه‌کنی از بیماری‌های مزبور می‌تواند بسیار مؤثر و تأثیرگذار باشد.

در این میان امنیت زیستی در آبی‌پروری، یکی از راه‌های مهم پیشگیری از بروز بیماری در تأسیسات آبی‌پروری است. راهکار اصلی و توصیه سازمان‌های OIE & FAO برای جبران کمبود تولید، افزایش امنیت زیستی و مدیریت بهداشتی در مزارع بر پایه HACCP و روش‌های بهینه آبی‌پروری (GAP = Good Aquaculture Practice) است. در سال‌های اخیر با اجرای عملیات بهینه بهداشتی و اجرای روش‌های پاک‌سازی و ضدعفونی مناسب، پیشرفت بسیار زیادی در دستیابی به منافع اقتصادی حاصل از استقرار سیستم امنیت زیستی و کاهش مشکلات تولید آبی‌پرورش به دست آمده است. روش‌های پیشرفته امنیت زیستی در آبی‌پروری مبتنی بر هفت اصل سیستماتیک و راهکار محور است که به وسیله پرورش‌دهندگان آبی‌پرورش سراسر جهان پذیرفته شده است. استراتژی‌های HACCP برای شناسایی نقاطی که عوامل بیماری‌زا می‌توانند وارد سیستم پرورشی شوند و راه‌هایی که می‌توان از ورود آنها پیشگیری نمود و یا آنها را حذف نمود تدوین و طراحی شده‌اند و شامل روش‌هایی است که نشان می‌دهد تمامی مراحل و قسمت‌های زنجیره تولید به طور مستمر مورد توجه قرار دارند تا اطمینان حاصل شود که هر یک از عملیات درون این زنجیره، تأثیرگذار و کارآمد هستند.

در داخل کشور سوابقی از استقرار ایمنی زیستی در مراکز تکثیر و مزارع پرورش ماهیان منتشر نشده و فقط اطلاعات مربوط به استقرار استانداردهای ایمنی زیستی در پایلوت تحقیقاتی تولید میگوی عاری از بیماری

خاص توسط افشار نسب و همکاران (۱۳۹۳) منتشر شده است.

در این طرح نقاط بحرانی شناسایی و برای هر کدام از مراحل پایلوت تحقیقاتی میگوی عاری از بیماری دستورالعمل اجرایی تنظیم و اجرا گردیده و بصورت بسیار مؤثر نسبت به کاهش خطرات بالاخص در زمینه بروز بیماریها اقدام شده است. در مقاله ای در سال ۲۰۱۵ به اهمیت Biosecurity در پرورش متراکم آبی‌پرورش اشاره شده است (Karreman *et al.*, 2015). پس از آن در اتحادیه اروپا و آمریکا ضوابط استقرار سیستم ایمنی زیستی در مراکز تکثیر و مزارع پرورش آبی‌پرورش مورد توجه قرار گرفته و دستورالعمل‌های مربوطه تدوین و انتشار یافته است (Pruder, 2004; Delabbio *et al.*, 2005). در یک بررسی جدید (ذریه زهرا و همکاران، ۱۳۹۹) به منظور ارزیابی شاخص‌های بهداشتی و استقرار ایمنی زیستی و ارزیابی شاخص‌های ایمنی زیستی در حمل و نقل و جابجایی ماهیان و تخم چشم زده در پایلوت تحقیقاتی تولید قزل‌آلای عاری از بیماری خاص نسبت به سیاست گذاری، برنامه ریزی، سازماندهی، هدایت و کنترل، ارزیابی و نیز تجدیدنظر در سازماندهی و برنامه ریزی جهت اجرای بهینه کلیه فعالیت‌های پایلوت مرتبط با بکارگیری و اجرای سیستم‌های امنیت زیستی و HACCP و همچنین نظارت دائمی بر وضعیت و کسب اطمینان از اجرای مؤثر آن در کلیه زمینه‌ها در مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی تنکاین و محل اجرای طرح کلان تولید ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان عاری از بیماری‌های خاص (SPF) به موارد مشروحه ذیل پرداختند:

آموزش اعضای تیم امنیت زیستی و HACCP مدیران، کارشناسان و کارگران پایلوت SPF جهت

و ضوابط صدور مجوزها و تمدید مجوزهای بهره‌برداری و بهداشتی نسبت به الزام قانونی در رعایت به‌کارگیری سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و بهینه‌سازی سیستم‌های حفاظت زیستی و پیاده‌سازی صحیح آن در این مراکز توسط دستگاه‌های مرتبط از قبیل سازمان نظام‌مهندسی کشاورزی، سازمان نظام دامپزشکی و سازمان‌های شیلات ایران و دامپزشکی کشور در جهت حفظ تولید و ارتقای تولید پایدار اقدام لازم صورت گرفته و گذراندن دوره‌های آموزشی تخصصی کاربردی در زمینه‌های یاد شده بالا برای کارشناسان و صاحبان مزارع برای اخذ مجوزهای مربوطه اجباری اعلام شود. ضمن آنکه اجرای دستورالعمل‌های امنیت زیستی در جهت نقل و انتقالات مولدین و بچه ماهیان در سطح کشور اجباری اعلام شده و مورد رعایت و اجرای دقیق همگان قرار گیرد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند که از مساعدت کلیه عزیزانی که ما را در انجام این بررسی یاری رساندند، تشکر به عمل آورند.

منابع

۱. افشار نسب، م.، آئین جمشید، خ.، قائد نیا، ب.، یگانه، و.، دشتیان نسب، ع.، میربخش، م.، پذیر، خ.، زنده بودی، ع.، ۱۳۹۳. استقرار استانداردهای ایمنی زیستی در پایلوت تحقیقاتی تولید میگوی عاری از بیماری خاص، گزارش نهایی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۱۷۵ صفحه.
۲. ذریه زهرا، س.، محسنی، م.، حافظیه، م.، شهبازیان، ن.، کاکولکی، ش.، لشگری، س.، مهربابی، م.

آشنایی با امنیت زیستی و راه‌های ورود بیماری به پایلوت، شناخت انواع مخاطرات تهدیدکننده سلامت ماهیان، مقررات، ضوابط و اصول بهداشتی بین‌المللی (OIE) در آبزیان، راه‌های تشخیص، پیشگیری، اقدامات نظارتی، اقدامات اصلاحی و حدود بحرانی برای هر یک از مخاطرات، شناسایی نقاط کنترل بحرانی، بهداشت فردی و اهمیت آن، اصول GMP، روش‌های شستشو و ضدعفونی، ممیزی و تأیید کارکرد صحیح سیستم HACCP در حمل و نقل و جابه‌جایی ماهیان و تخم چشم زده، تدوین دستورالعمل‌های بهداشت فردی کارکنان، بهداشت آبی، روش‌های ضدعفونی در حمل و نقل و جابه‌جایی ماهیان و تخم چشم زده در پایلوت تحقیقاتی تولید قزل‌آلای عاری از بیماری خاص (SPF)، مشارکت، نظارت و کنترل جنبه‌های ایمنی زیستی در انتقال و جابه‌جایی مسئولانه مولدین به‌گزینی شده به سالن‌های تکثیر و مرکز SPF و تکثیر ماهیان تا مرحله توزیع بچه ماهیان تولیدی.

در این راستا بر اساس ضوابط HACCP و GAP تمامی موارد مربوط به برنامه‌های پیش‌نیازی (PRPs)، برنامه‌های پیش‌نیازی عملیاتی (OPRPs)، تحلیل خطر و نقاط کنترل بحرانی HACCP، در حمل و نقل و جابه‌جایی ماهیان و تخم چشم زده طراحی و به تدوین دستورالعمل‌های ایمنی زیستی پرداخته شد. بررسی ارزیابی خطر در مزارع آلوده و ویروسی نشان داد که عدم رعایت امنیت زیستی، واردات تخم چشم زده خارجی به مزرعه و نیروی انسانی غیر مجرب به‌عنوان نقطه بحرانی (Critical) ارزیابی خطر عوامل مدیریتی محسوب می‌گردد؛ لذا در این راستا به دستگاه‌های مسئول پیشنهاد می‌شود ضمن بازنگری کلی در شرایط

۷. قیاسی، م.، ذریه زهرا، س.، باهنر، ع.، پورغلام، ر.، فارابی، س.، بینایی، م.، سعیدی، ع.، ۱۳۹۲. ارزیابی مدیریت بهداشتی مراکز تکثیر و پرورش ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در استان مازندران. فن آوریهای نوین در توسعه آبی‌پروری (شیلات)، ۷(۳)، ۱۲۷-۱۱۹.

۸. مازندرانی، م.، سوداگر، م.، کلنگی میاندره، ح.، ۱۳۹۵. مواجهه کوتاه مدت با غلظت‌های کشنده (سطوح بالا) آمونیاک غیریونیزه در ماهی کلمه خزری *Rutilus caspicus*. نشریه توسعه آبی‌پروری، ۱۰(۲)، ۱۲۶-۱۱۹.

۹. موسوی، س. س.، ۱۴۰۰. بررسی وضعیت بهداشتی مراکز تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی کشور، پایان نامه دکتری حرفه ای دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار. ۱۶۵ صفحه.

۱۰. مهدوی، س. م.، مجازی امیری، ب.، صیادبورانی، م.، ۱۳۹۲. مقایسه درصد تفریح، بازماندگی و رشد لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان *Oncorhynchus mykiss* حاصله از تخم‌های چشم زده وارداتی و داخلی. نشریه توسعه آبی‌پروری، ۷(۱)، ۸۷-۹۴.

11. Barton, B.A., Zitzow, R.E., 1995. Physiological responses of juvenile walleyes to handling stress with recovery in saline water. The Progressive Fish-Culturist, 57(4), 267-276.

12. Bondad-Reantaso, M.G., Sumption, K., Subasinghe, R., Lawrence, M., Berthe. F., 2018. Progressive management pathway to improve aquaculture biosecurity (pmp/ab) 1. FAO Aquaculture Newsletter, 58, 9-11.

13. Cerreta, A., Lewbart, G. Harrison, T., 2020. A novel approach to ornamental fish transportation for the aquarium hobbyist.

سپهداری، ا.، وهاب نژاد، آ.، قربانزاده، آ.، رخشانی مهر، ک.، عادل، میلاد.، صفی‌خانی، ح.، بهرامیان، ب.، سیدمرتضایی، س.، دادار، م.، علیزاده ثابت، ح.، شریف‌پور، ع.، رادخواه، ک.، یوسفی، ر.، جمیلی، ش.، حقیقی، م.، عزیززاده، م.، راست‌روان، م.، مهدوی، س.، شریف‌روحانی، م.، بنادرخشان، ر.، ۱۳۹۹. ارزیابی شاخص‌های بهداشتی و ایمنی زیستی در حمل و نقل و جابجایی ماهیان و تخم چشم زده، در پایلوت تحقیقاتی تولید قزل‌آلای عاری از بیماری خاص، گزارش نهائی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج وزارت جهاد کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، ۷۲ صفحه.

۳. سالنامه آماری سازمان شیلات، ۱۳۹۵. مدیریت برنامه ریزی و توسعه نیروی انسانی، ۴۵ صفحه.

۴. بکایی، س.، آبسالان فرد، ک.، فلاح مهرآبادی، م. ح.، ابراهیم‌زاده موسوی، ح.، قاجاری، ا.، شهبازیان، ن.، ۱۳۹۶. بررسی طغیان‌های سپتی‌سمی خونریزی‌دهنده ویروسی (Viral Hemorrhagic Septicemia) و عوامل مؤثر بر آن در مزرعه‌های ماهی قزل‌آلای کشور در سال ۱۳۹۳: یک مطالعه مقطعی. مجله اپیدمیولوژی ایران. ۱۳(۳)، ۲۵۳-۲۶۱.

۵. عبدالحی، ح.، شکوری، م.، کرمی راد، ن.، معدنی، و.، شیرینی، ا.، نفری یزدی، م.، ۱۳۹۹. گزارش عملکرد آبی‌پروری کشور در سال ۱۳۹۹، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، شماره فروست ۶۲۲۷۲، مورخ ۱۴۰۱/۰۷/۱۲، ۳۸۰ صفحه.

۶. قره‌وی، ب.، ۱۳۹۹. قرنطینه و اهمیت آن در آبیاری و آبی‌پروری، سایت موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور.

23. Mazik, P.M., Simco, B.A. Parker, N.C., 1991. Influence of water hardness and salts on survival and physiological characteristics of striped bass during and after transport. *Transactions of the American Fisheries Society*, 120(1), 121-126.
24. McDonald, G., Milligan, L., 1997. Ionic, osmotic and acid-base regulation in stress. *Fish stress and health in aquaculture*, 62, 119-145.
25. Moyle, P.B., Cech, J.J., 2004. *Fishes: An introduction to ichthyology*.
26. Mousavi, S., zorrehzahra, M., 2021. Proper management of fish farms for the most appropriate productivity. *Survey in Fisheries Sciences*, 8 (1), 127-152
27. Neiffer, D.L., 2021. Anesthesia and Analgesia. *Clinical Guide to Fish Medicine*, 198-212.
28. Portz, D.E., Woodley, C.M., Cech, J.J., 2006. Stress-associated impacts of short-term holding on fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 16(2), 125-170.
29. Pruder, G.D., 2004. Biosecurity: Application in aquaculture. *Aquacultural Engineering*, 32(1), 3-10.
30. Swanson, C., Mager, R.C., Doroshov, S.I., Cech, Jr., 1996. Use of salts, anesthetics, and polymers to minimize handling and transport mortality in delta smelt. *Transactions of the American Fisheries Society*, 125(2), 326-329.
31. Wedemeyer, G., 1996. *Physiology of fish in intensive culture systems*. Springer Science & Business Media.
32. Zavyalova, E., 2020. Virological research as an integral part of complex monitoring of fish diseases. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing: pp: 072006.
33. Zorrehzahra, M., Yarmohammadi, M., Hosseini, D., Pourkazemi, M., Sepahdari, A., Ghasemi, M., Kakoolaki, S., Mehrabi, M., Shenavarmasooleh, A.R., Ghiasi, M., 2020. Using Real-time PCR to detect notifiable viral diseases (IPN, VHS and Survey in Fisheries Sciences, 7(1), 105-112.
14. Colt, J. Armstrong, D., 1981. Nitrogen toxicity to crustaceans, fish, and molluscs.
15. Delabbio, J.L., Johnson, G.R., Murphy, B.R., Hallerman, E., Woart, A., McMullin, S.L., 2005. Fish disease and biosecurity: Attitudes, beliefs, and perceptions of managers and owners of commercial finfish recirculating facilities in the United States and Canada. *Journal of Aquatic Animal Health*, 17(2), 153-159.
16. Ebeling, J.M., Timmons, M.B., 2010. *Recirculating aquaculture*. Cayuga Aqua Ventures.
17. Harmon, T.S., 2009. Methods for reducing stressors and maintaining water quality associated with live fish transport in tanks: A review of the basics. *Reviews in Aquaculture*, 1(1), 58-66.
18. Hutson, K.S., Cain, K.D., 2019. Pathogens and parasites. *Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants*: 217.
19. Johnson, D.L., Metcalf, M.T., 1982. Causes and controls of freshwater drum mortality during transportation. *Transactions of the American Fisheries Society*, 111(1), 58-62.
20. Karreman, G., Klotins, K. Bebak, J., Gustafson, L., Osborn, A., Kebus, M.J., Innes, P., Tiwari, A., 2015. Aquatic animal biosecurity: A case study of bioexclusion of viral hemorrhagic septicemia virus in an Atlantic salmon hatchery. *Journal of Applied Aquaculture*, 27(3), 299-317.
21. Kim, D.-H., Heo, M.-S., 2018. Characteristics and diagnostic methods of streptococcosis causing disease in aquaculture. *Journal of Life Science*, 28(9), 1118-1126.
22. Maule, A.G., Schreck, C.B., Bradford, C.S. Barton, B.A., 1988. Physiological effects of collecting and transporting emigrating juvenile chinook salmon past dams on the Columbia river. *Transactions of the American Fisheries Society*, 117(3), 245-261.

IHN) in specific pathogen free (SPF) rainbow trout broodstock generations. Iranian Scientific Fisheries Journal, 29(4), 47-59.