مجله امنیت زیستی

دوره ۱۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱

ISSN ۲۷۱۶-۹۸۰۴ الکترونیکی، ISSN ۲۷۱۷-۰۶۳۲ چاپی

# مروری بر امنیت زیستی در سیستم‌های آبزی‌پروری به‌عنوان یکی از الزامات توسعه پایدار

نوع مقاله: مروری 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7

علیرضا رادخواه[۱]، سهیل ایگدری*[۱]

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

soheil.eagderi@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۰۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۲۸

صفحه ۱۱۸-۹۷

## چکیده

امروزه، با گسترش فعالیت‌های آبزی‌پروری، خطر انتشار عوامل بیماری‌زا نیز در کمین این بخش اقتصادی است که می‌تواند تبعات منفی زیادی به‌همراه داشته باشد. از اینرو، حفظ امنیت زیستی (biosecurity) در صنعت آبزی‌پروری لازمه توسعه پایدار این بخش است. با توجه به اهمیت مبانی امنیت زیستی در پرورش آبزیان و همچنین نقش این مسئله در سلامت جامعه بشری، پژوهش حاضر با هدف بررسی اصول امنیت زیستی در سیستم‌های آبزی‌پروری انجام شد. در این پژوهش تلاش شده است که به زوایای مختلف مدیریت در سیستم‌های پرورشی از جمله مدیریت جمعیت ماهیان، مدیریت شرایط محیطی، مدیریت عوامل بیماری‌زا، مدیریت تجهیزات و کارکنان اشاره شود. اطلاعات ارائه شده می‌تواند در جهت بهبود مبانی امنیت زیستی در سیستم‌های آبزی‌پروری کشور و همچنین آگاهی پرورش‌دهندگان مورد استفاده قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی**: امنیت زیستی، ماهیان، بیماری‌زاها، ضدعفونی‌کننده، مدیریت کارکنان.



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

## مقدمه

امنیت زیستی (biossecurity) به اقداماتی اطلاق می‌شود که با هدف جلوگیری از ورود و یا انتشار ارگانیسم‌های مضر (مانند ویروس‌ها و باکتری‌ها) به جانوران و گیاهان به‌منظور به حداقل رساندن خطر انتقال بیماری‌های عفونی انجام می‌شود (Meyerson and Reaser, 2002; Bera et al. 2018). در کشاورزی، این اقدامات با هدف محافظت از محصولات غذایی در برابر آفات، گونه‌های مهاجم و سایر موجودات غیرمفید به‌منظور رفاه جامعه بشری انجام می‌شود (Mousavi et al. 2007). اصطلاح امنیت زیستی شامل تهدیدات زیستی برای انسان، از جمله تهدیدات ناشی از بیماری‌های همه‌گیر و بیوتروریسم می‌شود (Bera et al. 2018; DAERA. 2021).

آبزی‌پروری یک فعالیت قدیمی است که تصور می‌شود بیش از دو هزار سال پیش در چین آغاز شده است (Correia et al. 2020). تقریباً در چهار تا پنج دهه گذشته بود که تولید تجاری آبزیان گسترده شد و از تولید سالانه ۴/۷ میلیون تُن در سال ۱۹۸۰ به ۸۰ میلیون تُن در سال ۲۰۱۶ رسید (FAO. 2018). آبزی‌پروری به‌عنوان یکی از صنایع مهم در کشورهای مختلف به‌ویژه کشورهای در حال توسعه شناخته می‌شود. اقیانوس‌ها، دریاها و آب‌های داخلی به‌واسطه صنعت آبزی‌پروری پتانسیل بسیار زیادی برای تامین مواد غذایی سالم دارند. از اینرو، صنعت آبزی‌پروری نقش مهم و اثرگذاری در تامین "امنیت غذایی" جامعه بشری ایفا می‌کند (Radkhah and Eagdari, 2019; Radkhah et al. 2021).

امنیت زیستی در آبزی‌پروری شامل اقداماتی است که خطر معرفی یک بیماری عفونی و سرایت آن به آبزیان در یک مرکز و خطر خروج آبزیان بیمار یا عوامل عفونی از یک مرکز و انتشار به سایر مناطق و سایر گونه‌های مستعد را به حداقل می‌رساند (Banrie. 2103; Scarfe and Palić, 2020). این شیوه‌ها همچنین استرس آبزیان را کاهش می‌دهد، در نتیجه آنها را کمتر مستعد ابتلا به بیماری می‌کند. در طول دهه گذشته، گزارش‌های متعدد و مختلفی از شیوع بیماری‌های مهم در آبزی‌پروری مانند ویرمی بهاره کپور (در هند، چین، ایران، ویتنام، مالزی، تایلند و آمریکا)، کوی هرپس ویروس (Koi herpesvirus disease) و سپتی‌سِمی هموراژیک ویروسی (viral hemorrhagic septicemia) در مناطق مختلف جهان به‌ویژه کشورهای جنوب شرق آسیا و



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

خاورمیانه (McAllister. 2007; Meyers et al. 2007; Groocock. 2007; Ortega-Villaizan et al. 2022) ثبت شده است که این مسئله اهمیت امنیت زیستی در بخش آبزی‌پروری را افزایش داده است (Banrie. 2103; Bera et al. 2018).

تجربه نشان داده است در شرایطی که بیماری‌زاها (انگل‌ها، باکتری‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌ها) امکان معرفی به درون یک سیستم پرورشی و ایجاد بیماری را پیدا می‌کنند، لازم است که اقدامات ضروری از سوی تولیدکنندگان انجام شود. بر اساس مطالعات، توجه به مبانی امنیت زیستی در سیستم‌های آبزی‌پروری، امکان مواجهه و حساسیت آبزیان به عوامل بیماری‌زا را به حداقل می‌رساند، خسارات اقتصادی ناشی از تلفات را کاهش می‌دهد و به جلوگیری از کاهش جمعیت آبزیان کمک می‌کند. از اینرو، با توجه به نقش امنیت زیستی در تولید یکپارچه و پایدار آبزیان، مطالعه حاضر به مرور مبانی بهداشت در سیستم‌های آبزی‌پروری با رویکرد امنیت زیستی پرداخته است. در این پژوهش، مفاهیم کلی امنیت زیستی در سیستم‌های آبزی‌پروری در قالب سه بخش مجزا شامل مدیریت جمعیت آبزیان، مدیریت بیماری‌زا و مدیریت کارکنان مورد بررسی قرار گرفته است. مطالب ارائه شده می‌تواند در راستای افزایش اگاهی عموم اقشار جامعه و همچنین، بهبود امنیت زیستی در سیستم‌های آبزی‌پروری، مورد توجه پرورش‌دهندگان، کارکنان، مدیران و سیاستگذاران بخش شیلاتی کشور قرار گیرد (Scarfe and Palić, 2020; Radkhah and Eagderi, 2022).

**اهداف اصلی امنیت زیستی**

اهداف اصلی امنیت زیستی عبارتند از: الف- مدیریت ارگانیسم (به دست آوردن ذخایر سالم و بهینه‌سازی ایمنی آنها از طریق پرورش مناسب، ب- مدیریت بیماری‌زا (پیشگیری، کاهش یا حذف عوامل بیماری‌زا) و پ- مدیریت افراد (آموزش و مدیریت کارکنان و بازدیدکنندگان) (Waage and Mumford, 2008). امکان ورود بیماری‌زا به درون یک مرکز، انتشار آن از سیستمی به سیستم دیگر و ایجاد بیماری به موارد ذیل بستگی دارد: الف) گونه، وضعیت ایمنی، مرحله زندگی و حساسیت گونه ماهی پرورش داده شده؛ ب) عوامل محیطی اصلی مانند کیفیت آب، شیمی آب، و شیوه‌های پرورشی؛ پ) ویژگی‌های بیماری‌زا، از قبیل زیست‌شناسی و چرخه زندگی، منشا (ناقلین، موجودات دیگر)، بقا در اشیاء بی‌جان (تجهیزات)، وضعیت نظارتی (قوانین ملی و بین‌المللی) درک

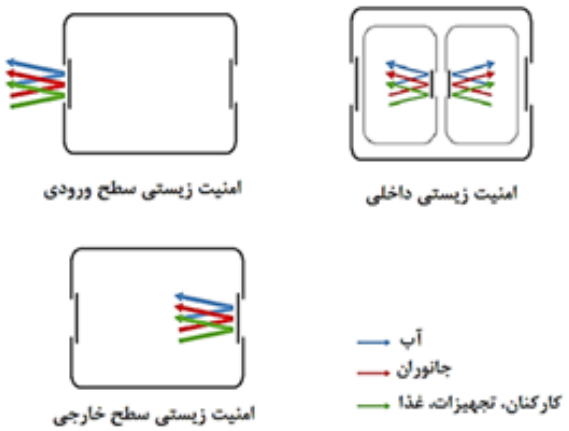


[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

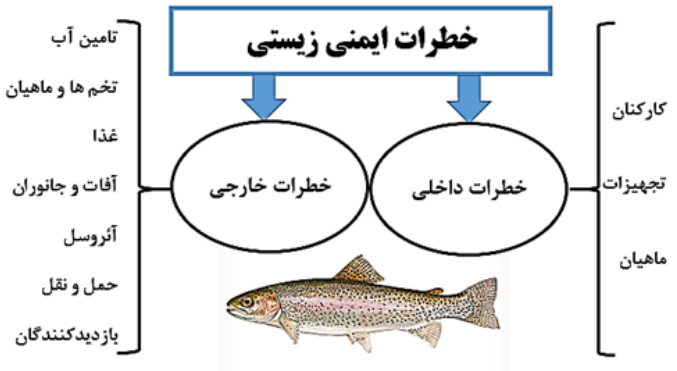
[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

کارگران از اصول امنیت زیستی و همکاری و انطباق آنها با پروتکل‌های امنیت زیستی (Hopkins et al. 1993).

در شکل ۱ سطوح مختلف امنیت زیستی در سیستم‌های پرورشی نشان داده شده است. بر اساس این شکل، سطوح امنیت زیستی به خروج بیماری‌زا از سیستم (entry-level)، جابه‌جایی درون سیستم (internal) و ورود به سیستم (exit-level) تقسیم می‌شود. در همه موارد مذکور، انتقال بیماری‌زا یا عامل بیماری‌زا می‌تواند به واسطه ارگانیسم، آب، کارکنان، تجهیزات و غذا انجام شود (SCAAH. 2016). در شکل ۲ نمای دیگری از این موضوع نشان داده شده است که خطرات ناشی از انتشار عوامل بیماری‌زا را به دو بخش داخلی و خارجی تقسیم کرده است (Subramanian et al. 2020).




**شکل ۱**- سطوح مختلف امنیت زیستی در سیستم آبزی‌پروری (SCAAH. 2016).




**شکل ۲**- خطرات امنیت زیستی در سیستم‌های آبزی‌پروری (Subramanian et al. 2020).



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

**مبانی امنیت زیستی در سیستم‌های آبزی‌پروری**

**الف) مدیریت جمعیت آبزیان**

تهیه ارگانیسم سالم (تخم، بچه ماهی، مولدین) از یک تامین‌کننده معتبر بسیار مهم است. باید همواره از نظرات یک متخصص بهداشت ماهی استفاده شود تا پارامترهای سلامت گونه و بیماری‌های مورد نگرانی تعیین شود. آبزی‌پروران قبل از اینکه آبزیان را از منبع بیرونی تهیه کنند، تا جایی‌که امکان دارد باید در مورد سلامت آنها اطلاعات کسب کنند. از جمله اینکه از کجا آمده اند، آیا آنها مشکلات بیماری داشته‌اند یا خیر و اینکه آیا آنها معاینات بهداشتی، آزمایش بیماری یا درمان داشته‌اند یا خیر. برخی از تامین‌کنندگان، آبزیانی را پیشنهاد می‌کنند که اثری از بیماری‌زاهای خاص در آنها مشاهده نشده است. اگر چنانچه اطلاعات مربوط به سلامت آبزیان در دسترس نیست یا نامشخص است، ماهی‌ها بلافاصله پس از دریافت باید آزمایش شوند. برخی از گونه‌های آبزی‌پروری به بیماری‌های خاص مقاوم‌تر شده‌اند. ردیابی ژنتیکی مولدین در سیستم‌های پرورشی به جلوگیری از هم‌خونی و اطمینان از تولید گامت و بچه ماهیان سالم کمک می‌کند (Bera et al. 2018).

شرایط پرورشی مناسب نیز برای امنیت زیستی مهم است. هرچه شرایط محیطی به پوست، باله‌ها، آبشش‌ها یا روده آسیب برساند، سیستم ایمنی آنها را تضعیف و مستعد ابتلا به بیماری می‌کند. کیفیت خوب آب /شیمی، تغذیه، و روش‌های جابجایی آب به پیشگیری از بیماری کمک زیادی می‌کند. اقدامات پیشگیرانه شامل قرنطینه، بازرسی، واکسیناسیون و استفاده از محرک‌های ایمنی، پروبیوتیک‌ها و تشخیص برای مدیریت بیماری است (Assefa and Abunna, 2018).

قرنطینه یکی از مهمترین اقدامات در مدیریت جمعیت آبزیان و امنیت زیستی در سیستم‌های پرورشی است. قرنطینه روشی است که طی آن فرد یا جمعیتی قبل از رهاسازی در مزرعه یا برای فروش زنده در بازار (مثلاً برای پرورش ماهی یا فروشگاه‌های ماهیان آکواریومی) و یا در صورت لزوم به‌دلیل وجود بیماری‌های خاص به‌صورت جداگانه نگهداری می‌شوند. اصول قرنطینه برای ماهی‌های جدیدی که وارد سیستم می‌شوند، ماهی‌هایی که از یک ناحیه به ناحیه دیگر در درون سیستم حرکت می‌کنند و ماهی‌های ساکن سیستم که بیمار می‌شوند، اعمال می‌شود (Hadfield and Clayton, 2011; Assefa and Abunna, 2018).



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

در سیستم‌های قرنطینه‌ای که به خوبی طراحی شده‌اند، ماهی‌های ورودی از سایر ماهیان مزرعه متمایز می‌شوند. آب در سیستم‌های قرنطینه نیز باید از مزرعه اصلی جدا باشد و تخلیه آن به طرز صحیح مدیریت شود (FAO. 2021). قرنطینه مناسب نه تنها از مواجهه جمعیت‌های آبزی در معرض عوامل بیماری‌زا محافظت می‌کند، بلکه به موجودات جدید نیز امکان می‌دهد که با آب، غذا و شرایط جدید سازگار شوند و پس از جابجایی و حمل و نقل، بهبود یابند. بررسی مطالعات و تجربیات به‌دست آمده نشان داده شده است که جابجایی و حمل و نقل، مقاومت آبزیان در برابر بیماری را کاهش می‌دهد، به‌طوری‌که ممکن است مدت زمان بهبودی هفته‌ها به‌طول انجامد. اجزای اصلی قرنطینه شامل ذخیره‌سازی همه‌جانبه، جداسازی، مشاهده و تنظیم رژیم غذایی و نمونه‌برداری و درمان است (Hadfield and Clayton, 2011; Jia et al. 2017).

ذخیره‌سازی: ذخیره‌سازی شامل نگهداری آبزیان به‌عنوان یک گروه در طول دوره قرنطینه است. این امر از قرار گرفتن آبزیان در معرض سایر عوامل بیماری‌زا جلوگیری می‌کند. در حالت ایده‌آل، هیچ ارگانیسم جدیدی نباید به گروهی که در حال حاضر در قرنطینه هستند، اضافه شود. قرنطینه همه‌جانبه می‌تواند کل یک مرکز، اتاق یا سیستم را شامل شود (Assefa and Abunna, 2018).

انزوا یا جدایی: گروهی از آبزیان در قرنطینه باید از نظر فیزیکی از سایر جمعیت‌ها جدا شوند. روش‌های جداسازی باید در طراحی تاسیسات و سیستم لحاظ شود. صرف‌نظر از سطح ایزوله، اقدامات بهداشتی و ضدعفونی مناسب باید برای کاهش آلودگی متقابل بین جمعیت‌های قرنطینه شده و جمعیت‌های جدا از قرنطینه استفاده شود (Adams and Thompson, 2005).

مشاهده و تنظیم رژیم غذایی: جمعیت آبزیان باید از نظر ظاهر و رفتارهای طبیعی و غیرعادی در طول دوره قرنطینه تحت نظر باشند تا مشکلات بیماری زود تشخیص داده شود. به‌عنوان مثال، از دست دادن اشتها، یک علامت بسیار شایع و اولیه بیماری است. تغذیه مناسب، مقاومت آبزیان در برابر بیماری را افزایش می‌دهد. از اینرو، تنظیم دقیق رژیم‌های غذایی آبزیان در سیستم‌های آبزی‌پروری، مشکلات ناشی از تغییرات ناگهانی را کاهش می‌دهد (Hadfield and Clayton, 2011).

نمونه‌برداری و درمان: از ماهیان قرنطینه شده باید در ابتدا و انتهای دوره قرنطینه و در هر زمانی که علائم بیماری ایجاد شدند، نمونه‌برداری انجام شود. کالبدگشایی کامل تعدادی از نمونه‌ها



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

به‌عنوان بهترین راهکار محسوب می‌شود. علاوه‌بر این، نمونه‌برداری و بررسی بخش‌های کوچک ماهیان شامل پوست، باله‌ها و آبشش‌ها از نظر وجود انگل و همچنین، انجام آزمایش‌های خون برای تشخیص عفونت‌های باکتریایی بسیار کمک‌کننده است. از این نتایج می‌توان به‌منظور بهبود روش‌های قرنطینه و استفاده از داروها بهره برداری نمود. برای کمک به این موضوع، لازم است که از نظرات یک متخصص سلامت ماهی استفاده شود. همچنین، توصیه می‌شود که مسائل حقوقی مرتبط با مصرف دارو قبل از درمان مورد توجه قرار گیرد (Oidtmann et al. 2011).

**ب) مدیریت بیماری‌زا**

همه بیماری‌زاها (ارگانیسم‌های ایجادکننده بیماری مانند باکتری‌ها، انگل‌ها، ویروس‌ها و قارچ‌ها) به یک اندازه نگران‌کننده نیستند. بیماری‌زاها از نظر اهمیت نظارتی، قابلیت بقا در مخازن، بیماری‌زایی، تشخیص و کنترل متفاوت هستند. اگرچه برخی از بیماری‌زاها سریع‌تر از سایرین باعث ایجاد بیماری می‌شوند، اما در نهایت عوامل محیطی و میزبان - به‌ویژه گونه‌ها و وضعیت ایمنی آن‌ها- مشخص می‌کنند که آیا ماهی بیمار می‌شود یا خیر؟ (Gaudioso. 2008).

اهمیت نظارتی برخی از بیماری‌ها و بیماری‌زاها در سطح بین‌المللی مهم تلقی می‌شود و به‌دلیل اهمیت اقتصادی یا زیست‌محیطی آنها توسط سازمان جهانی بهداشت حیوانات (world organization for animal health) فهرست شده است. شیوع برخی از این بیماری‌ها مستلزم کاهش جمعیت است که تاثیرات قابل توجهی برجای خواهد داشت. در شرایط مشکوکی که تشخیص بیماری در یک مرکز آبزی‌پروری انجام می‌شود، مقامات مسئول (محلی، استانی و کشوری) باید از این موضوع مطلع شوند. در این راستا، لازم است با یک متخصص سلامت آبزیان مشورت شود تا از کمک‌های حرفه‌ای وی برای تشخیص و مدیریت بیماری استفاده شود (Adams and Thompson, 2005; Taw. 2017; Jia et al. 2017; Assefa and Abunna, 2018).

منابع (زنده/غیرزنده): بیماری‌زاها می‌توانند در درون "منابع" یک مرکز پرورشی زنده بمانند و رشد کنند. منابع به دو دسته غیرزنده و زنده تقسیم می‌شوند. در اینجا، منظور از منابع غیرزنده، آب، اجزای سیستم، تجهیزات، کف و دیوارها و غذا است. در مقابل، منابع زنده شامل خود موجودات آبزی، سایر جانوران (مانند قورباغه‌ها و پرندگان)، گیاهان و غذای زنده (یا منجمد) است (Bera et



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

al. 2018). درک جنبه‌های زیست‌شناختی بیماری‌زاها بسیار حائز اهمیت است چراکه کسب اطلاعات در این زمینه می‌تواند در جهت پاسخ‌گویی به برخی از سوالات مهم، از جمله اینکه چگونه بیماری‌زاها را می‌توان توسط ضدعفونی‌کننده‌های معمول از بین برد، مورد استفاده قرار گیرد (Oidtmann et al. 2011).

تراکم بالای جانوران، بیوفیلم‌ها و رسوبات می‌تواند به افزایش بار میکروبی میکروارگانیسم‌ها کمک کند. خوراک‌های خورده نشده و سایر مواد آلی موجود در سیستم باعث بقا و گسترش بیماری‌زاها می‌شوند. گونه‌های *آئرومونـاس* (*Aeromonas*) و *ویبریو* (*Vibrio*) باکتری‌هایی هستند که این محیط‌های بسیار ارگانیک را ترجیح می‌دهند. آنها همچنین می‌توانند گاهی اوقات بدون ایجاد بیماری در ماهی زیست کنند. درمان بیماری‌های ناشی از عفونت *آئرومونـاس* به‌طور معمول با استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها انجام می‌شود (Zdanowicz et al. 2020; Pereira et al. 2022). بر اساس گزارش Zdanowicz و همکاران (۲۰۲۰)، بعضی از سویه‌های *آئرومونـاس* در مواجهه با برخی از آنتی‌بیوتیک‌ها از قبیل بتالاکتام (β-lactam) و لینکوزامید (lincosamide) مقاومت نشان می‌دهند (Oidtmann et al. 2011; Zdanowicz et al. 2020).

گروه دیگری از باکتری‌ها، گونه‌های استرپتوکوک، به اندازه *آئرومونـاس* و *ویبریو* شایع نیستند، اما پس از استقرار در یک سیستم پرورشی، از بین بردن آنها دشوار است. مایکوباکتری‌ها همچنین در بیوفیلم‌هایی زندگی می‌کنند که مخازن، فیلترها و لوله‌ها را می‌پوشانند (Yanong et al. 2022). برخی از انگل‌ها، از جمله تریکودینیدها و مژک‌داران، در ضایعات آلی و ماهی‌های مُرده یا در حال مرگ رشد می‌کنند. توانایی ویروس‌ها برای بقا متفاوت است، اما برخی از ویروس‌ها ممکن است هفته‌ها یا ماه‌ها زنده بمانند. به‌همین ترتیب، هاگ‌های قارچ نیز می‌توانند برای مدت زمان طولانی زنده بمانند (Adams and Thompson, 2005; Taw. 2017).

بیماری‌زاها می‌توانند در آئروسل (قطرات ریز آب)، تجهیزات، وسایل نقلیه، روی دست‌ها، بازوها و پاهای افراد قرار گیرند و از این طریق به داخل سیستم آبزی‌پروری نفوذ کنند (شکل ۲). پس از ورود بیماری‌زاها، این عوامل می‌توانند در روی زمین، دیوارها یا سقف زنده بمانند. بیماری‌زاها همچنین می‌توانند توسط سایر جانورانی که در حوضچه‌ها یا مخازن یا در نزدیکی آنها زندگی می‌کنند (پرندگان، جوندگان،



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

خزندگان، حشرات، بی مهرگان آبزی)، انتشار یابند. حضور سویه‌های *ویبریو* در برخی از توده‌های تخم ماهی در برخی از کشورها ثبت شده است. ارگانیسم‌ها علاوه‌بر انتقال مستقیم برخی از بیماری‌زاها، ممکن است در تکمیل چرخه‌های حیات برخی از انگل‌ها نیز نقش به‌سزایی داشته باشند (Cable et al. 2017).

بیماری‌زایی بیماری‌گرها از نظر توانایی آنها برای آلوده کردن و ایجاد بیماری متفاوت است. برخی از بیماری‌زاها از قبیل باکتری‌های *آئروموناس* و *ویبریو* که در سیستم‌های آبزی‌پروری شایع هستند، فرصت‌طلب هستند و تنها زمانی‌که شرایط محیطی نامناسب است یا ماهی‌ها تحت فشار هستند، بیماری ایجاد می‌کنند. سایر بیماری‌زاها، مانند *Edwardsiella ictaluri* گربه‌ماهی و ویروس کوی هرپس می‌توانند به راحتی در گونه‌های ماهی باعث ایجاد بیماری شوند. بیشتر بیماری‌زاها در نقطه‌ای بین این دو حد قرار می‌گیرند (Adams and Thompson, 2005; Scarfe. 2006).

تشخیص: بسیاری از بیماری‌زاها را می‌توان با استفاده از آزمایشات معمول تشخیص داد. با این‌حال، شناسایی برخی از آنها در موارد بیماری یا در هنگامی‌که ماهی‌ها به ظاهر سالم و ناقل هستند، بسیار دشوار است، چراکه در این شرایط، عوامل بیماری‌زا پنهان هستند و یا در تعداد بسیار کمی از افراد حضور دارند. به‌عنوان مثال، تعداد کمی از ویروس‌های هرپس ممکن است در ناقلین سالم زنده بمانند و آزمایش این ماهی‌ها منفی باشد. بیشتر ویروس‌ها دارای محدوده دمایی خاصی هستند که در آن دامنه رشد می‌کنند. آزمایش ماهیان آلوده‌ای که در آب خارج از آن محدوده دمایی هستند نیز می‌تواند باعث نتایج منفی شود (Scarfe. 2006; Assefa and Abunna, 2018).

کنترل بیماری: برخی از بیماری‌های عفونی به راحتی با رعایت مسائل بهداشتی، ضدعفونی مناسب و یا با استفاده از دارو کنترل می‌شوند. سایر بیماری‌زاها از جمله *مایکوباکتریوم*‌ها (*Mycobacterium*)، برخی انگل‌ها و بسیاری از ویروس‌ها را نمی‌توان به‌طور موثر یا آسان درمان کرد. در این شرایط، اقدامات پیشگیرانه و استفاده صحیح از واکسن‌ها می‌تواند بهترین گزینه برای کنترل باشد. شایان ذکر است که استفاده نادرست و مکرر داروها می‌تواند منجر به مقاومت میکروبی به‌خصوص در بسیاری از سویه‌های باکتریایی شود (Llor and Bjerrum, 2014; Ventola. 2015).



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

**بهداشت و ضدعفونی**

بیان تفاوت بین بهداشت و ضدعفونی، ممکن است کمی گیج‌کننده باشد. هر دو این موارد، برای کنترل بیماری ضروری هستند. بهداشت یا نظافت اولین قدم است. این امر شامل حذف تمام مواد خارجی (خاک، مواد آلی، بیوفیلم) از اجسام به واسطه تمیز کردن کامل آنها است. ضدعفونی یا گندزدایی مرحله دوم است که اکثر یا همه میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا را از بین می‌برد (Vargová et al. 2020). ضدعفونی تنها زمانی مؤثر است که ارگانیسم‌های موجود در تمام سطوح در معرض مواد ضدعفونی‌کننده مناسب با غلظت خاص و برای مدت زمان مشخص قرار گیرند (Taw. 2017).

**پروتکل نظافت و ضدعفونی**

اقدامات خوب بهداشتی می‌تواند تاثیرات مضر پسماندهای آلی را که خود منشا بسیاری از عوامل بیماری‌زا هستند، حذف کند. از بین بردن آلودگی‌ها و مواد ارگانیک نیز اثربخشی مواد ضدعفونی‌کننده را بهبود می‌بخشد. نظافت دستی به تنهایی تعداد ارگانیسم‌های آلوده را تا حد زیادی کاهش می‌دهد. یک مسئله بهداشتی مهم در سیستم‌های آبزی‌پروری این است که اطمینان حاصل شود سیستم‌های فیلتراسیون و هوادهی به خوبی فعالیت می‌کنند و در نتیجه، ذرات معلق، غذای مصرف نشده، ماهی مُرده یا در حال مرگ (به‌عنوان منشا اصلی عوامل بیماری‌زا) و سایر مواد آلی حذف می‌شوند و این مواد زائد مطابق با تمام مقررات مربوطه دفع می‌شوند.

تمام تجهیزات، تمام سطوح داخل مرکز و تمام وسایل نقلیه/لاستیک‌ها باید نظافت و سپس ضدعفونی شوند. البته در برخی موارد، ممکن است توصیه شود که دسترسی وسایل نقلیه به برخی از مناطق خاص محدود شود. به‌عنوان مثال، ممکن است بر اساس قوانین اتخاذ شده در شرایط خاص، امکان حمل و نقل وسایل نقلیه به سایر تاسیسات آبزی‌پروری به حداقل برسد (Adams and Thompson, 2005; Scarfe. 2006).

پس از تمیز کردن اشیا می‌توان آنها را ضدعفونی کرد، البته در برخی شرایط، ممکن است ضدعفونی کامل اشیا غیرممکن باشد. با این‌حال، استفاده از مواد ضدعفونی‌کننده، تعداد بیماری‌زاها را تا حد زیادی کاهش می‌دهد. به‌عنوان مثال، در حوضچه‌های خاکی که خاک و مواد آلی از برخی عوامل بیماری‌زا در برابر بیشتر مواد ضدعفونی‌کننده محافظت می‌کنند، افزایش pH به بیش از ۱۱ با استفاده از آهک یا آهک زنده، می‌تواند تا حد قابل توجهی ویروس ویرمی بهاره



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

کپور (*Carp sprivivirus*) را غیرفعال کند (Shao and Zhao, 2017). در سیستم‌های پرورشی مداربسته، حتی زمانی‌که از غلظت‌های بالای کلر استفاده می‌شود، بیوفیلم‌های درون لوله‌ها ممکن است از برخی عوامل بیماری‌زا محافظت کنند. با این وجود، کلر همچنان درصد بالایی از موجودات را می‌کُشد یا غیرفعال می‌کند (Scarfe. 2006; Taw. 2017).

تعدادی از روش‌های ضدعفونی وجود دارد که می‌توان از آنها در محیط‌های آبزی‌پروری استفاده کرد. سمیت باقی‌مانده در محیط و هزینه لازم برای از بین بردن آن تعیین می‌کند که کدام روش در این شرایط خاص، بهترین کارایی را دارد. متداول‌ترین روش‌های ضدعفونی، فیزیکی یا شیمیایی هستند. در روش‌های ضدعفونی فیزیکی از گرما، نور خورشید و خشک کردن استفاده می‌شود. قرار گرفتن در معرض دمای ۸۰ تا ۱۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه همه میکروارگانیسم‌های فعال را از بین می‌برد (BOP. 2022)، اما برخی از میکروارگانیسم‌ها مانند هاگ ممکن است به دوره‌های زمانی بسیار طولانی‌تری نیاز داشته باشند (Otto et al. 2011). نور خورشید می‌تواند در عملکرد خشک کردن موثر باشد، اما با این‌حال، زمان قرار گرفتن در معرض آن بسته به شدت، دما و عوامل دیگر متفاوت است. به‌کارگیری تجهیزات خشک‌کُن نیز می‌تواند به کاهش تعداد بیماری‌زا کمک کند، اما در این روش، امکان بقا و زنده ماندن هاگ‌ها، کیست‌ها یا تخم‌ها وجود دارد. شایان ذکر است که روش خشک کردن با محدویت‌هایی نیز همراه است که از جمله آنها می‌توان به این نکته اشاره کرد که در مناطق با رطوبت بالا (مانند محیط‌های پرورشی سربسته یا در فضای باز در فصول بارانی یا مرطوب)، ممکن است استفاده از این روش به‌طور کامل امکان‌پذیر نباشد (Banrie. 2013).

**ضدعفونی‌کننده‌های شیمیایی**

ضدعفونی‌کننده‌های شیمیایی بسیار مفید هستند، اما از نظر اثربخشی در برابر ارگانیسم‌ها متفاوت هستند. به‌طور معمول دوزهای استاندارد، بسیاری از بیماری‌زاها را از بین می‌برند اما برخی بیماری‌زاها ممکن است به دوزهای خاص یا زمان تماس بیشتری نیاز داشته باشند (Dvorak. 2008; CDC. 2020). مواد ضدعفونی‌کننده شیمیایی رایج شامل محصولات غیرآلی کلر (سفیدکننده، هیپوکلریت سدیم یا هیپوکلریت کلسیم)، ترکیبات آمونیوم چهار ظرفیتی (QACs)، کلرهگزیدین‌ها، الکل‌ها (مانند ایزوپروپیل الکل)، یدوفورها،



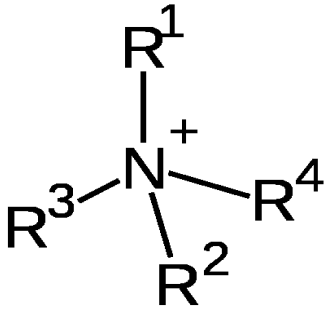
[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

پراکسید هیدروژن، فنل و فرمالدئید هستند (Banrie, 2013).

ضدعفونی‌کننده‌های کلر در برابر بسیاری از باکتری‌ها، ویروس‌ها، انگل‌ها و قارچ‌های شایع موثر هستند. تعدادی از محصولات تجاری مختلف توسط آژانس حفاظت از محیط زیست (environmental protection agency, EPA) برای استفاده در آبزی‌پروری به‌عنوان قارچ‌کش و ماهی‌کش ثبت شده است. ترکیبات کلر برای فلزات بسیار خورنده و برای پوست و غشاهای مخاطی انسان خشن هستند (NCBI. 2022). اثربخشی آنها به میزان pH (به‌طور بهینه ۶ تا ۸) بستگی دارد، چراکه بیشتر فعالیت به محصول هیپوکلرو اسید (HOCl) نسبت داده می‌شود.

ترکیبات آمونیوم چهار ظرفیتی ( quaternary ammonium compound, QACs) که شامل کلریدهای بنزالکونیوم و کلریدهای بنزتونیوم هستند، به‌عنوان مواد ضدعفونی‌کننده شناخته می‌شوند. این مواد از نظر خصوصیات شیمیایی سورفکتانت کاتیونی هستند (Vereshchagin et al. 2021). ترکیبات QAC عوامل پاک‌کننده خوبی هستند به‌طوری‌که بسیاری از قارچ‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌ها را نیز از بین می‌برند اما در برابر سودوموناس‌ها، مایکوباکتری‌ها و برخی ویروس‌ها اثرگذار نیستند. پس از استفاده از این مواد، بخشی از آن ممکن است در سیستم باقی بماند که می‌تواند برای ماهی سمی باشد. بنابراین پس از کاربرد آنها، تجهیزات مورد نیاز شامل تورها باید به‌طور کامل و با نهایت دقت شسته شوند (Adams and Thompson, 2005; Assefa and Abunna, 2018).




**شکل ۳**- ساختار پایه ترکیبات آمونیوم چهار ظرفیتی (Gerba. 2015). در این ترکیبات، اتم نیتروژن مرکزی ($N^+$) به چهار گروه مختلف آلکیل (R1, R2, R3, R4) متصل شده است.



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

کلرهگزیدین (chlorhexidine) یک بیگوآنید کاتیونی است. گسترده ترین محصولات کلرهگزیدین در دسترس، کلرهگزیدین گلوکونات (به عنوان مثال، Virosan™ و دی‌استات (به‌عنوان مثال، Nolvasan®-S) هستند که هر دو به‌طور معمول حاوی ۲ درصد کلرهگزیدین هستند. کلرهگزیدین با زمان تماس حداقل ۵ دقیقه باکتری‌ها، ویروس‌های پوششی و اکثر موجودات قارچی را از بین می‌برد، اما فعالیت کمی در برابر اسپورهای باکتریایی و قارچی دارد (CDC. 2016; Lin et al. 2020). در این شرایط، *مایکوباکتریوم* مهار می‌شود اما از بین نمی‌رود (Okunishi et al. 2009; HISEPT. 2022). مواد آلی می‌توانند کلرهگزیدین را غیرفعال کنند، بنابراین سطوح اشیا باید در ابتدا تمیز شوند. با این‌حال، کلرهگزیدین به اندازه کلر و یدوفورها تحت تأثیر خاک آلی نیست. به همین دلیل، کلرهگزیدین اغلب برای حمام پا استفاده می‌شود. ترکیباتی که به‌طور معمول در آب سخت یافت می‌شوند (سولفات، فسفات، کربنات، نیترات و کلرید) می‌توانند فعالیت کلرهگزیدین را کاهش دهند. همچنین، زمانی‌که مقدار pH بسیار پایین یا خیلی زیاد باشد، فعالیت کلرهگزیدین کاهش می‌یابد (Stuart et al. 2009).

الکل‌ها (ایزوپروپیل الکل یا اتانول با غلظت‌های ۶۰ تا ۹۰ درصد) بسیاری از بیماری‌زاهای شایع ماهیان (باکتری‌ها، قارچ‌ها، انگل‌ها، ویروس‌ها) را از بین می‌برند و یکی از معدود ضدعفونی‌کننده‌های در دسترس هستند که بر علیه *مایکوباکتریوم*ها موثر هستند (CDC. 2016). در هنگامی‌که سطوح تجهیزات در سیستم‌های پرورشی به‌طور کامل از مواد آلی و خاک پاک شوند، استفاده از الکل‌ها بسیار موثر خواهد بود. با این وجود، این مواد در برخی از مراحل زندگی مانند هاگ با مقاومت همراه خواهد بود. ایزوپروپیل الکل نسبت به اتانول کمتر قابل اشتعال بوده و گزینه ایمن‌تری است (Scarfe. 2006).

استفاده از ضدعفونی‌کننده‌های یدوفور (Iodophor) در صنعت آبزی‌پروری از پیشینه طولانی برخوردار است. ضدعفونی‌کننده‌های یدوفور بافری در دهه ۱۹۷۰ ساخته شدند. این مواد به‌طور ویژه برای توقف انتقال عمودی ویروس‌ها، از جمله ویروس نکروز عفونی پانکراس (infectious pancreatic necrosis, IPN)، بر روی غشای بیرونی تخم‌های گونه‌های سالمونوئید، بدون نفوذ یا آسیب به تخم‌ها، فرموله شده‌اند (Evans Vanodine. 2020). یدوفورها (ید تثبیت شده در یک کمپلکس حامل حل‌شونده،



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

مانند محصولات پوویدون ید) می‌توانند ضدعفونی‌کننده‌های موثری باشند (UFWS. 2022)، اما هر محصول باید طبق توصیه‌های شرکت سازنده استفاده شود. یدوفورها برای ضدعفونی تخم‌ها و همچنین سطوح از حضور بیماری‌زاها مؤثر هستند (Chen et al. 2018).

پراکسید هیدروژن یک عامل اکسیدکننده قوی است که می‌تواند به‌عنوان یک ضدعفونی‌کننده سطح در غلظت ۳ درصد موثر باشد. این ماده باکتری‌ها و برخی دیگر از عوامل بیماری‌زا را از بین می‌برد (Finnegan et al. 2010; Totaro et al. 2020). از آنجایی‌که پراکسید هیدروژن به اکسیژن و آب تجزیه می‌شود، از دیدگاه زیست‌محیطی به‌عنوان یک ماده ایمن در نظر گرفته می‌شود. پراکسید هیدروژن پس از تماس با سطح، فعالیت اکسیدکنندگی خود را اعمال می‌کند و رادیکال های آزادی تولید می‌کند که منجر به آسیب اکسیداتیو در پروتئین‌ها و لیپیدهای غشایی می‌شود (NCBI. 2020).

محصولات فرمالدئیدی برای آبزی‌پروران بیشتر با نام فرمالین شناخته می‌شود. فرمالین صد در صد (۱۰۰٪) محلول اشباع‌شده از گاز فرمالدئید در آب (تقریباً ۳۷ تا ۴۰ درصد وزنی فرمالدئید) است. فرمالدئید در برابر باکتری‌ها، ویروس‌ها، هاگ‌های باکتری و باکتری‌های اسیدی مانند *مایکوباکتریوم* موثر است (CDC, 2016; Chen et al. 2016). اگرچه گاهی اوقات از ۱ تا ۸ درصد فرمالدئید (تقریباً ۳ تا ۲۰ درصد فرمالین) در آبزی‌پروری استفاده می‌شود، اما با این حال، در حال حاضر گزینه‌های ضدعفونی بسیار بهتر و مطمئن‌تری وجود دارد. فرمالین به‌دلیل بخارات تحریک‌کننده و سرطان‌زایی بالقوه در غلظت‌های بالاتر توصیه نمی‌شود. از اینرو، از محصولات دیگری به جای فرمالین استفاده می‌شود. بر اساس بسیاری از مطالعه Leal و همکاران (۲۰۱۸)، فرمالین در برابر بسیاری از انگل‌های خارجی از جمله تک‌یاخته‌ها و ترماتودهای تک‌ژنتیکی موثر است (Baker et al. 2019).

روش دیگری که برای ضدعفونی استفاده می‌شود، تنظیم pH است. بسته به عامل بیماری‌زا، کاهش pH به سطح اسیدی (با استفاده از اسیدهایی مانند اسید کلریدریک یا اسید سولفوریک) یا افزایش pH به سطح بسیار قلیایی (با استفاده از آهک سریع) و حفظ این مقدار pH برای یک دوره زمانی مشخص، می‌تواند برای از بین بردن تمام مراحل زندگی یک بیماری‌زا کافی باشد (Fewtrell and Bartram, 2001; Kasai et al. 2002).



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

**پ) مدیریت کارکنان**

امنیت زیستی تنها در صورتی موفق خواهد بود که مدیران، کارکنان و بازدیدکنندگان اقدامات لازم را درک کرده و از آنها پیروی کنند. کارمندان و بازدیدکنندگانی که از پروتکل‌های تعیین‌شده تبعیت نمی‌کنند، خطر ابتلا به بیماری را افزایش می‌دهند. در سیستم‌های پرورشی، دسترسی به مناطق حساس فقط باید به برخی از پرسنل مجاز محدود شود (شکل ۲). علاوه‌بر این، بازدیدکنندگانی که بلافاصله پس از بازدید از تأسیسات آبزی‌پروری دیگر به مرکز جدید مراجعه می‌کنند، باید به‌عنوان یک خطر جدی در نظر گرفته شوند (Hadfield and Clayton, 2011; Jia et al. 2017; Assefa and Abunna, 2018).

اگر نیروی کار به اندازه کافی بزرگ باشد، باید محدوده فعالیت پرسنل بر اساس سن ماهی، گونه و وضعیت بیماری مشخص شود. اگر پرسنل کافی برای انجام این کار وجود نداشته باشد، ابتدا باید ماهی‌های تمیز و سالم، سپس ماهی‌های بیمار یا احتمالاً بیمار و در نهایت، ماهی‌هایی که در قرنطینه هستند، نگهداری شوند. لازم به ذکر است که سن نیز نقش مهمی دارد. ماهیان جوان‌تر جزو حساس‌ترین ماهی‌ها محسوب می‌شوند، بنابراین ترتیب نگهداری آنها باید از جوان‌ترین ماهی به مُسن‌ترین باشد (Adams and Thompson, 2005). هنگامی‌که یک برنامه امنیت زیستی ایجاد شد، برنامه‌های آموزشی مستمر باید برای کارکنان ارائه شود. در برنامه‌های امنیت زیستی، انطباق‌پذیری کارکنان، بیماری‌ها و بهره‌وری باید به صورت دوره‌ای مورد بازبینی قرار گیرد. به‌منظور توسعه برنامه‌های امنیت زیستی توصیه می‌شود که با یک متخصص بهداشت آبزیان مشورت شود (Phu et al. 2016).

**ایستگاه‌های ضدعفونی برای افراد و تجهیزات**

در سیستم‌های پرورشی، به‌منظور جلوگیری از ورود عوامل بیماری‌زا، از حمام‌های ضدعفونی‌کننده، ایستگاه‌های شستشوی دست یا بطری‌های اسپری الکل، ایستگاه‌های ضدعفونی تور، دوش‌ها و ایستگاه‌های ضدعفونی خودرو استفاده شود. اینها باید در مکان‌های استراتژیک (از جمله در ورودی‌ها و بین سیستم‌ها) قرار گیرند تا استفاده از آنها آسان شود و اثربخشی آنها به حداکثر برسد. استفاده از حمام پا (شکل ۴-الف) یک روش معمول و در دسترس است. با این حال، در صورت مدیریت صحیح می‌توان از ظروف کم‌عمق یا مواد جاذب استفاده کرد. برای این منظور، به‌طور معمول از کلرهگزیدین یا



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

ترکیبات کلر (هیپوکلریت سدیم یا کلسیم) استفاده می‌شود، اما کلر با اثرات منفی همراه است (Gallandat et al. 2021).

شستن دست‌ها: شستن دست‌ها به تنهایی با آب و صابون تعداد قابل توجهی از عوامل بیماری‌زا را از بین می‌برد (شکل ۴-ب). استفاده از مواد ضدعفونی‌کننده، خطرات ناشی از عوامل بیماری‌زا را تا حد قابل توجهی کاهش می‌دهد. یکی از گزینه‌های مطرح در این زمینه، استفاده از محصولاتی با الکل ۶۰ تا ۹۰ درصد است. با توجه به اینکه الکل می‌تواند پوست را خشک کند، لازم است که اقدامات بهداشتی از سوی پرسنل رعایت شود. صابون‌های ضد باکتریایی نیز می‌توانند سطحی از محافظت را ایجاد کنند، اما در این بین، پرسنل و کارکنان باید مراقب هرگونه افزودنی مانند عطرهایی که ممکن است در آب حالت سمی بگیرند، باشند (Taw. 2017; Jia et al. 2017).

ایستگاه‌های ضدعفونی تورها: تورهایی که در سیستم‌های پرورشی مورد استفاده قرار می‌گیرند، پس از هر بار استفاده باید کاملاً مورد ضدعفونی قرار گیرند تا از انتشار عوامل بیماری‌زا از یک گروه ماهی به گروه دیگر جلوگیری شود. ضدعفونی تورها باید به‌نحوی انجام شود که امکان غوطه‌ورسازی کامل تور در محلول ضدعفونی‌کننده وجود داشته باشد و در صورت امکان بخشی از دسته تور که ممکن است در حین استفاده در آب فرو رود نیز کاملاً تمیز شود (شکل ۴-پ). از جمله محصولات ضدعفونی‌کننده‌ای که به‌منظور نظافت تورها استفاده می‌شوند، می‌توان به ترکیبات آمونیوم چهار ظرفیتی (QACs) اشاره کرد (Gerba. 2015).

الف) حمام متحرک (Banrie. 2013).

ب) ایستگاه شستشوی دست (Alibab. 2022).



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

پ) ایستگاه ضدعفونی تورها (Alitools. 2022).

ت) ناحیه ضدعفونی‌کننده برای شستشوی چرخ‌های خودرو (Banrie. 2013).

**شکل ۴**- ایستگاه‌های ضدعفونی‌کننده در سیستم‌های آبزی‌پروری.

دوش‌ها: بسیاری از تأسیسات آبزی‌پروری دارای دوش هستند و به‌طور معمول امکان نظافت کارگران پس از کار در مزرعه وجود دارد. با این‌حال، کارگران می‌توانند در صورت دوش گرفتن و تعویض لباس‌ها و چکمه‌ها در حین جابه جایی بین مناطق، خطر شیوع بیماری را کاهش دهند. این مسئله به‌طور ویژه در مورد مناطقی که ماهی‌ها قرنطینه شده و یا جمعیت‌های بیمار حضور دارند، بسیار حساس شمرده می‌شود (Taw. 2017; Assefa and Abunna, 2018).

وسایل نقلیه‌ای که از یک مرکز به مرکز دیگر حرکت می‌کنند، می‌توانند به‌واسطه چرخ‌های خود زمینه‌ساز انتقال عوامل بیماری‌زا باشند. برخورداری از مناطق دارای مواد ضدعفونی‌کننده در ورودی‌ها و خروجی‌ها می‌تواند به کاهش این خطر کمک کند (شکل ۴-ت). با این‌حال، ایجاد ایستگاه‌های شستشو برای وسایل نقلیه بسیار ضروری است (Scarfe and Palić, 2020).

## نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر نشان داد که با به‌کارگیری اقدامات امنیت زیستی، خطرات فاجعه‌بار ناشی از بیماری‌های عفونی کاهش می‌یابد. در این راستا، لازم است که با یک متخصص باتجربه در زمینه بهداشت آبزیان، متخصص تولید و مهندس آبزی‌پروری برای ایجاد یک طرح امنیت زیستی خوب و جامع همکاری نمود. علاوه‌بر این، منابع ماهی و آب باید مورد شناسایی قرار گیرند تا اطمینان حاصل شود که بیماری‌زاهای خاصی از هر دو مسیر وارد مرکز تولید نمی‌شوند. انجام اقدامات مرتبط با قرنطینه، آزمایش و نظارت بر سلامت ماهیان در طول چرخه تولید باید استمرار



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

داشته باشد. به‌منظور کاهش انتشار بیماری‌زاها و بیماری‌ها، لازم است که جمعیت‌های ماهی را جداسازی کرد، به‌طوری‌که ماهیان مراحل مختلف حیات خود را در سیستم‌های مختلف سپری کنند. برای انجام طرح‌های بهداشتی، ضدعفونی و مدیریت تأسیسات باید برنامه‌ریزی کرد و امنیت زیستی محیط پرورش را با به‌کارگیری دانش روز و هماهنگی پرسنل بهبود بخشید.

## فهرست منابع

## References


**Adams A, Thompson KD. 2006.** Biotechnology offers revolution to fish health management. Trends in Biotechnology. 24(5): 201–205.

**Alibaba. 2022.** Eco-friendly camping portable sink and green plastic hand washing sink in garden. https://www.alibaba.com. Accessed 5 March 2022.

**Alitools. 2022.** https://alitools.io/en/showcase/swimming-pool-tool-shallow-deep-water-fishing-net-pool-cleaning-equipment-home-outdoor-fishing-net-supplies-33028149587. Accessed 27 February 2022.

**Aqua Ultraviolet. 2022.** Water is the key to elevating your Aquaculture Harvests? Aquaculture. https://aquaultraviolet.com/aquaculture-2. Accessed 29 February 2022.

**Aquatic Solutions. 2022.** Disinfecting foot mat high wall rubber. https://myaquaticsolutions.com/disinfecting-foot-mat-high-wall-rubber-yellow-edge-32-x-39-x-2-5-deep. Accessed 5 March 2022.

**Artika IM, Nisa MC. 2017.** Laboratory biosafety for handling emerging viruses. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 7(5): 483-491.

**Assefa A, Abunna F. 2018.** Maintenance of fish health in aquaculture: review of epidemiological approaches for prevention and control of infectious disease of fish. Veterinary Medicine International. 2018: 1-10. DOI: 1155/2018/5432497

**Baker BB, Meyer DN, Llaniguez JT, Rafique SE, Cotroneo TM, Hish GA, Baker TR. 2019.** Management of multiple protozoan ectoparasites in a research colony of axolotls (*Ambystoma mexicanum*). Journal of the American Association for Laboratory Animal Science. 58(4): 479-484.

**Banrie A. 2103.** Biosecurity in aquaculture, Part 1: An overview. Available at:https://thefishsite.com/articles/biosecurity-in-aquaculture-part-1-an-overview. Accessed 30September 2021.

**Bera KK, Karmakar S, Jana P, Das S, Purkait S, Pal1 S, Haque R. 2018.** Biosecurity in aquaculture: an overview. Aqua International. 42: 1-5.




[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

**BOP. 2022.** Using physical methods to control microorganisms. BCcampus Open Publishing. https://opentextbc.ca. Accessed 26 May 2022.

**Cable J, Barber I, Boag B, Ellison AR, Morgan ER, Murray K, Pascoe EL, Sait SM, Wilson AJ, Booth M. 2017.** Global change, parasite transmission and disease control: lessons from ecology. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences. 372(1719): 20160088. DOI: 10.1098/rstb.2016.0088.

**CDC. 2016.** Chemical disinfectants. Guideline for disinfection and sterilization in healthcare facilities. 2008. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/disinfection/disinfection-methods/chemical.html. Accessed 18 September 2016.

**CDC. 2020.** Disinfection and sterilization guidelines. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/disinfection/glossary.html. Accessed September 11, 2020.

**Chen NH, Djoko KY, Veyrier FJ, McEwan AG. 2016.** Formaldehyde stress responses in bacterial pathogens. Frontiers in Microbiology. 7. DOI:10.3389/fmicb.2016.0025

**Chen X, Lai C, Wang Y, Wei L, Zhong Q. 2018.** Disinfection effect of povidone-iodine in aquaculture water of swamp eel (*Monopterus albus*). PeerJ 6, e5523. DOI: 10.7717/peerj.5523

**Correia M, Costa Azevedo I, Peres H, Magalhães R, Oliva-Teles A, Ribeiro Almeida CM, Guimarães L. 2020.** Integrated multi-trophic aquaculture: a laboratory and hands-on experimental activity to promote environmental sustainability awareness and value of aquaculture products. Frontiers in Marine Science. 20. DOI: 10.3389/fmars.2020.00156.

**DAERA. 2021.** Department of agriculture, environment and rural affairs. Biosecurity. https://www.daera-ni.gov.uk/articles/biosecurity. Accessed September 15, 2021.

**Dvorak G. 2008.** Disinfection 101. DABVPCenter for Food Security and Public Health. Veterinary Medicine. 1: 22-30.

**Evans Vanodine. 2020.** Disinfection in aquaculture. Fish egg and equipment disinfection. Evans Vanodine. https://www.evansvanodine.co.uk/assets/disinfection_in_aquaculture_buffodine.pdf. Accessed 24 May 2020.

**FAO. 2018.** The state of world fisheries and aquaculture-meeting the sustainable development goals. Rome, FAO. Food and Agriculture Organization.

**FAO. 2021.** Procedures for the quarantine of live aquatic animals: a manual. Food and Agriculture Organization. pp. 1-57. https://www.fao.org/3/i0095e/i0095e01.pdf. Accessed September 25, 2021.

**Fewtrell L, Bartram J. 2001.** Water Quality: Guidelines, Standards and Health. Water treatment and pathogen control. World Health Organization titles with IWA Publishing. 112 pp.

**Finnegan M, Linley E, Denyer SP, McDonnell G, Simons C, Maillard JY. 2010.** Mode of action of hydrogen peroxide and other oxidizing agents: differences between liquid and gas forms. Journal of Antimicrobial Chemotherapy. 65(10): 2108-2115. DOI: 10.1093/jac/dkq308.

**Gallandat K, Kolus RC, Julian TR, Lantagne DS. 2021.** A systematic review of chlorine-based surface disinfection efficacy to inform recommendations for low-resource outbreak settings. American Journal of Infection Control. 49(1): 90-103. DOI: 10.1016/j.ajic.2020.05.014

**Gaudioso J. 2008.** Biosecurity and biosafety- A growing concern. Sandia Corporation. Accessed 23 May 2020.

**Gerba CP. 2015.** Quaternary ammonium biocides: efficacy in application. Applied and Environmental Microbiology. 81(2): 464-469. DOI: 10.1128/AEM.02633-14

**Groocock GH. 2007.** Viral hemorrhagic septicemia and spring viremia of carp: Threats to aquaculture. Cornell University, College of Veterinary Medicine, Department of Microbiology and Immunology, Aquatic Animal Health Program. Accessed 22 July 2007.

**Hadfield CA, Clayton LA. 2011.** Fish quarantine: Current practices in public zoos and aquaria. Journal of Zoo and Wildlife Medicine. 42(4): 641–650.



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

**HISEPT. 2022.** Resistance of microorganism against disinfectant. https://hisept.com/resistance-of-microorganism-against-disinfectant. Accessed 25 May 2022.

**Hopkins JS, Hamilton RD, Sandier PA, Browdy CL, Stokes AD. 1993.** Effect of water exchange rate on production, water quality, effluent characteristics and nitrogen budgets of intensive shrimp ponds. Journal of the World Aquaculture Society. 24(3): 304-320.

**Jia B, St-Hilaire S, Singh K, Gardner IA. 2017.** Biosecurity knowledge, attitudes and practices of farmers culturing yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*) in Guangdong and Zhejiang provinces, China. Aquaculture. 471: 146–156.

**Kasai H, Yoshimizu M, Ezura Y. 2002.** Disinfection of water for aquaculture. Fisheries Science 68(Supplement 1): 821-824. DOI: 10.2331/fishsci.68.sup1_821.

**Leal J, Neves MGPM, Santos EBH, Esteves VI. 2018.** Use of formalin in intensive aquaculture: Properties, application and effects on fish and water quality. Reviews in Aquaculture. 10(2): 281-295. DOI: 10.1111/raq.12160.

**Lin Q, Lim J, Xue K, Yew P, Owh C, Chee PL, Loh XJ. 2020.** Sanitizing agents for virus inactivation and disinfection. View (Beijing, China), Advance online publication. 16 pp. DOI: 10.1002/viw2.16

**Llor C, Bjerrum L. 2014.** Antimicrobial resistance: risk associated with antibiotic overuse and initiatives to reduce the problem. Therapeutic Advances in Drug Safety. 5(6): 229-241. DOI: 10.1177/2042098614554919.

**McAllister PE. 2007.** Viral hemorrhagic septicemia of fishes. fish disease leaflet. United States Department of the Interior, U.S. Fish and Wildlife Service. Archived from the original on 15 June 2007. Accessed 12 July 2008.

**Meyers TR, Sullivan J, Emmenegger E, Follett J, Short S, Batts WN. 2007.** Identification of viral hemorrhagic septicemia virus isolated from Pacific cod Gadus macrocephalus in Prince William Sound, Alaska, USA. Diseases of Aquatic Organisms. 12: 167–75. DOI: 10.3354/dao012167.

**Meyerson LA, Reaser JK. 2002.** Biosecurity: Moving toward a Comprehensive Approach: A comprehensive approach to biosecurity is necessary to minimize the risk of harm caused by non-native organisms to agriculture, the economy, the environment, and human health. BioScience. 52(7): 593-600.

**Mousavi A, Malboobi MA, Esmailzadeh NS. 2007.** Development of agricultural biotechnology and biosafety regulations used to assess the safety of genetically modified crops in Iran. Journal of AOAC International. 90(5): 1513-1516.

**NCBI. 2020.** PubChem Compound Summary for CID 784, Hydrogen peroxide. National Center for Biotechnology Information. https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Hydrogen-peroxide. Accessed 15 October 2020.

**NCBI. 2022.** PubChem Compound Summary for CID 313, Hydrochloric acid. National Center for Biotechnology Information. https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Hydrochloric-acid. Accessed 25 May 2022.

**Okunishi J, Nishihara Y, Maeda S, Ikeda M. 2009.** In vitro evaluation of the antimicrobial activity of HM-242, a novel antiseptic compound. The Journal of Antibiotics. 62(9): 489-493. DOI: 10.1038/ja.2009.56.

**Ortega-Villaizan MD, Chico V, Perez L. 2022.** Fish innate immune response to viral infection-an overview of five major antiviral genes. Viruses. 14(7): 1546. DOI: 10.3390/v14071546.

**Otto C, Zahn S, Rost F, Zahn P, Jaros D, Rohm H. 2011.** Physical methods for cleaning and disinfection of surfaces. Food Engineering Reviews. 3: 171-188. DOI: 10.1007/s12393-011-9038-4

**Pereira C, Duarte J, Costa P, Braz M, Almeida A. 2022**. Bacteriophages in the control of *Aeromonas* sp. in aquaculture systems: An integrative view. Antibiotics (Basel, Switzerland). 11(2): 163. DOI: 10.3390/antibiotics11020163.

**Phu TM, Phuong NT, Dung TT. 2016.** An evaluation of fish health-management practices and occupational health hazards associated with Pangasius catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) aquaculture in the Mekong Delta, Vietnam. Aquaculture Research. 47(9): 2778–2794.



[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

**Radkhah AR, Eagderi S. 2019.** Investigation of biological characteristics and breeding potentials of some species of surgeonfish (Family: Acanthuridae) inhabiting the Persian Gulf for exploitation in the ornamental fish breeding industry. Journal of Ornamental Aquatics. 6(4): 1-11.

**Radkhah AR, Eagderi S, Mousavi-Sabet H. 2021.** Review on the benefits and disadvantages of nanotechnology in the aquaculture. Journal of Ornamental Aquatics. 8(2): 43-58.

**Scarfe AD, Palić D. 2020.** Aquaculture biosecurity: Practical approach to prevent, control, and eradicate diseases. Aquaculture Health Management. Design and Operation Approaches 2020. pp. 75-116

**SCAAH. 2016.** Department of Agriculture, Subcommittee on Aquatic Animal Health (SCAAH), Canberra. Aquaculture Farm Biosecurity Plan: generic guidelines and template. 23 pp.

**Shao L, Zhao J. 2017.** Isolation of a highly pathogenic spring viraemia of carp virus strain from grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) in late summer, China. Virus Research. 238: 183-192. DOI: 10.1016/j.virusres.2017.06.025.

**Stuart MC, Kouimtzi M, Hill SR. 2009.** World Health Organization. WHO Model Formulary 2008. World Health Organization. pp. 321–22.

**Subramanian S, Sumares B, Fu T. 2020.** Biosecurity 101: Keys to keeping your RAS pathogen-free. RASTECH Magazine. https://www.rastechmagazine.com/biosecurity-101-keys-to-keeping-your-ras-pathogen-free. November 11, 2020.

**Syndel. 2022.** Virkon Aquatic. https://syndel.com/product/virkon-aquatic. Accessed 10 March 2022

**Taw N. 2017.** Biosecurity in aquaculture systems with special emphasis on shrimp farming. Journal of Fisheries and Livestock Production. 5(2): 25–37.

**Totaro M, Casini B, Profeti S, Tuvo B, Privitera G, Baggiani A. 2020.** Role of hydrogen peroxide vapor (HPV) for the disinfection of hospital surfaces contaminated by multiresistant bacteria. Pathogens. 9(5): 408. DOI: 10.3390/pathogens9050408

**UFWS. 2022.** U.S. fish and wildlife service. Iodophor disinfection of fish eggs. 8 pp. https://www.fws.gov/policy/aquatichandbook/volume_3/section_1.pdf. Accessed 24 May 2022.

**Vargová M, Laktičová KV, Hromada R, Cimboláková I, Uher I, Papajová I, Peter K. 2020.** Sanitation and the environment. In (Ed.), Environmental factors affecting human health. IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.93106

**Ventola CL. 2015.** The antibiotic resistance crisis: part 1: causes and threats. P & T: a peer-reviewed journal for formulary management. 40(4): 277-283.

**Vereshchagin AN, Frolov NA, Egorova KS, Seitkalieva MM, Ananikov VP. 2021.** Quaternary ammonium compounds (QACs) and ionic liquids (ILs) as biocides: From simple antiseptics to tunable antimicrobials. International Journal of Molecular Sciences. 6793. DOI: 10.3390/ijms22136793

**Waage JK, Mumford JD. 2008.** Agricultural biosecurity. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences 363(1492), 863-876. DOI: 10.1098/rstb.2007.2188

**Yanong RPE, Francis-Floyd R, Petty BD. 2022.** Bacterial diseases in aquaculture. https://www.msdvetmanual.com. Accessed 23 March 2022.

**Zdanowicz M, Mudryk ZJ, Perliński P. 2020.** Abundance and antibiotic resistance of *Aeromonas* isolated from the water of three carp ponds. Veterinary Research Communications. 44(1): 9-18. DOI: 10.1007/s11259-020-09768-x.

[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]

# Biosecurity in Aquaculture Systems as one of the Requirements for Sustainable Development

**Alireza Radkhah[1], Soheil Eagdari[1*]**
1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
soheil.eagderi@ut.ac.ir

**Abstract**

Today, with the expansion of aquaculture activities, the risk of the spread of pathogens is also lurking in this economic sector, which can have many negative consequences. Therefore, maintaining biosecurity in the aquaculture industry is a prerequisite for the sustainable development of this sector. Considering the importance of biosecurity principles in aquaculture and also the role of this issue in the health of human society, the present study was conducted to investigate the principles of biosecurity in aquaculture systems. In this research, we attempt to refer to different aspects of management in farming systems such as fish population management, environmental conditions management, pathogen management, equipment and staff management. The information provided can be used to improve the basics of biosecurity in the country's aquaculture systems as well as farmers' awareness.

**Keywords**: Biosecurity, Fish, Pathogens, Disinfectants, Staff Management.

[ Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2024-04-19 ]

[ DOR: 20.1001.1.27170632.1401.15.2.1.7 ]