مجلهٔ ترویجی بوم‌شناسی منابع آبی
دورهٔ ۴، شمارهٔ ۱

پایش باکتری‌های بیماری‌زا در مزارع پرورش میگوی تیاب شمالی

محسن گذری*[۱]، سعید تمدنی جهرمی[۱]، سجاد پورمظفر[۲]، محمدرضا زاهدی[۱]، احمد زاهری[۳]، رامین کریم‌زاده[۱]

۱- پژوهشکدهٔ اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، مؤسسهٔ تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران
۲- ایستگاه تحقیقات نرم‌تنان خلیج‌فارس، پژوهشکدهٔ اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، مؤسسهٔ تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرلنگه، ایران
۳- گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
M_gozari@yahoo.com

تاریخ دریافت: بهمن‌ماه ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: اسفندماه ۱۳۹۸

چکیده

به دلایل اقتصادی توسعهٔ پرورش میگو در کشور رشد شتابانی یافته است. این موضوع باعث افزایش سرمایه‌گذاری و ورود قشرهای مختلفی از سرمایه گذران به این عرصهٔ تخصصی گردیده است. تمایل به سود بیشتر بدون در نظر گرفتن اصول مدیریت آبزی‌پروری از قبیل افزایش بی‌رویهٔ میزان ذخیره‌سازی میگو در واحد سطح، استفاده از غذای ارزان‌قیمت دست‌ساز، عدم توجه به کیفیت آب ورودی، عدم استفاده از بهبوددهنده‌ها و فراورده‌های پروبیوتیک و دیگر عوامل موجب مستعد شدن آبزی به بیماری و انتشار آن در مزارع گردیده است. در این مطالعهٔ ترویجی باهدف پایش عوامل بیماری‌زای باکتریایی در مزارع پرورش میگوی تیاب شمالی اقدام به نمونه‌برداری و انجام آزمون‌های میکروبی از ۲ استخر با منبع آب‌گیری مختلف شد. نتایج نشان داد در استخر شمارهٔ ۲، تعداد کل باکتری‌ها در آب ورودی نسبت به خروجی حدود ده برابر بالاتر بود. همچنین باکتری‌های ویبریو به ترتیب ۱۹/۶۴ و ۲۲/۶۶ درصد از کل باکتری‌های موجود در آب استخر شمارهٔ ۱ را تشکیل دادند. درحالی‌که در نمونه‌های آب ورودی و خروجی استخر ۲ به ترتیب معادل ۲۱/۲۱ و ۳۱/۷۰ درصد از کل باکتری‌های قابل‌کشت را گونه‌های ویبریو تشکیل دادند. جدایه‌های ویبریو پاراهمولیتیکوس به ترتیب ۵/۴۵ و ۷/۰۵ درصد از کل باکتری‌های ویبریوی موجود در نمونهٔ آب را در برگرفتند. درحالی‌که در استخر شمارهٔ ۲ به ترتیب ۵ و ۸/۴۶ درصد از جدایه‌های ویبریو متعلق به ویبریو پاراهمولیتیکوس بودند. نتایج این مطالعه بیانگر اختلاف زیاد بار میکروبی در آب ورودی و خروجی استخر شمارهٔ ۲ و حضور بالاتر باکتری بیماری‌زای فرصت‌طلب ویبریو پاراهمولیتیکوس در این استخر بود. این موضوع می‌تواند ناشی از وضعیت بهداشتی

نامناسب در استخر شمارهٔ ۲ باشد. تجدیدنظر اساسی در فرایند آبگیری، تأمین غذای مناسب و غذادهی منظم، ضدعفونی آب ورودی استخر، تعویض آب برنامه‌ریزی‌شده، ذخیره‌سازی متناسب با ظرفیت استخر به‌عنوان توصیه‌های ترویجی ارائه می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: بیماری باکتریایی، پایش وضعیت بهداشتی، پرورش میگو، مدیریت آبزی‌پروری، ویبریو پاراهمولیتیکوس

مقدمه

آبزی‌پروری یک صنعت چند میلیارد دلاری است و بخش عمده‌ای از تجارت غذا در دنیا را به خود اختصاص داده است. امروزه با توجه به کاهش منابع طبیعی آبزیان دریایی توسعهٔ صنعت آبزی‌پروری در اولویت قرارگرفته است (Farmer *et al.*, 2014) . نگاهی تحلیلی به تجربیات کشورهای پیشرو در این صنعت نشان می‌دهد بزرگ‌ترین مانع و تهدید مختل‌کننده توسعهٔ این صنعت مشکل بیماری است. شیوع بیماری‌های مختلف تلفات سنگینی را بر کشورهای جنوب شرق آسیا وارد نموده است. برای نمونه در تایلند شیوع بیماری طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۷ منجر به زیان اقتصادی ۷/۳۸ میلیارد دلاری گردید (Shinn *et al.*, 2018). در سایر کشورهای پرورش‌دهندهٔ عمدهٔ میگو نیز میزان تولید به دلیل شیوع بیماری، روندی پر نوسان را تجربه کرده است. به‌طوری‌که از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ به دلیل شیوع مکرر بیماری سالیانه با ۴/۶۹ درصد کاهش تولید را مواجه بوده‌اند (FishStatJ, 2017). در سال‌های اخیر با گسترش این صنعت و افزایش تراکم ذخیره‌سازی و تولید میگو متأسفانه شاهد وقوع تلفات در مزارع پرورش میگو در کشور بوده‌ایم. گزارش‌های سازمان شیلات ایران حاکی از افزایش وقوع موارد بیماری در مزارع پرورش میگو در کشور به‌ویژه در مناطق دارای توسعهٔ سریع‌تر است. ازاین‌رو ضروری است همراه با رشد کمّی و شتابان این صنعت الزامات مدیریتی و فنی این صنعت به‌منظور صیانت از روند پایدار توسعهٔ آن موردتوجه جدی قرار گیرد. از ضروریات گذار از تولید نیمه متراکم به تولید متراکم ارتقاء وضعیت کیفی با بهره‌برداری از دانش روز و مدیریت نوین است. در صورت نادیده گرفتن ضرورت‌های فنّاورانه تشدید مشکلات و خسارات گریزناپذیر خواهد بود. بررسی استراتژی‌های جدید برای مقابله با بیماری بیانگر آن است که تمرکز اقدامات از روش‌های درمان به‌سوی روش‌های پیشگیری سوق یافته است. مدیریت بهداشتی اکوسیستم تکثیر و پرورش میگو در تمام حلقه‌های زنجیرهٔ تولید از مرحله تکثیر تا پرورش و برداشت الزامی بوده و موفقیت یا شکست سرمایه‌گذار را رقم می‌زند. به دلیل ماهیت عوامل بیماری‌زا و پیوستگی مزارع پرورش میگو هرگونه بی‌توجهی به موضوع بهداشت و بیماری‌های آبزیان همهٔ سایت پرورش میگو و حتی کل منطقه را درگیر خواهد کرد. مهم‌ترین راهکار در جهت پیشگیری از وقوع و انتشار بیماری، انجام پایش عوامل بیماری‌زا و نظارت دوره‌ای در تمام مزارع و مراکز تکثیر است (Bentzon-Tilia *et al.*, 2016). در طی این عملیات عوامل بیماری‌زای میگو در بخش‌های مرتبط با اکوسیستم از مرحله آماده‌سازی استخر تا بعد از برداشت محصول مورد نظارت قرار می‌گیرد. از مهم‌ترین عوامل بیماری‌زای میگو باکتری‌ها می‌باشند. باکتری‌های جنس ویبریو از شاخص‌ترین عوامل بیماری‌زا بوده که در استخرهای تکثیر و پرورش حضور دارند (Sadeghi *et al.*, 2017). بیماری ویبریوزیس از مهم‌ترین بیماری‌های باکتریایی آبزیان است که عمدتاً توسط باکتری‌های ویبریو ایجاد می‌شود (McVey, 1993). شیوع این بیماری باعث ایجاد تلفات گسترده‌ای در استخرهای تکثیر و پرورش میگو در سرتاسر دنیا گردیده است (Won and Park, 2008).خانوادهٔ ویبریوناسه باکتری‌های گرم منفی، بی‌هوازی اختیاری می‌باشند که در محیط‌های دریایی حضور گسترده‌ای دارند. این گروه از باکتری‌ها تقریباً تمام مراحل پرورش میگو از مرحله لاروی تا بلوغ را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Carson *et al.*, 2005). از عوامل اصلی بیماری ویبریوزیس می‌توان به *Vibrio harvey*i، *V. anguillarum*، *V. alginolyticus*، *V. parahaemolyticus* اشاره نمود (Gozari *et al.*, 2016). در این میان *V. parahaemolyticus* به‌عنوان یک بیماری‌زای فرصت‌طلب در صنعت آبزی‌پروری محسوب می‌شود (Chandrakala and Priya, 2017). این باکتری عامل اصلی سندرم مرگ زودرس یا EMS است و ردیابی آن در سیستم‌های پرورش میگو تأثیر بسزایی در پیشگیری و درمان

این بیماری دارد (De Schryver *et al.*, 2014). هدف از مطالعهٔ حاضر پایش حضور باکتری‌ها و ردیابی باکتری‌های ویبریو در استخرهای پرورش میگوی منطقه تیاب و ارائه راهکارهای ترویجی برای اصلاح وضعیت موجود بود.

مواد و روش‌ها

پیرو گزارش تلفات میگوهای پرورشی در برخی مزارع سایت تیاب، گروه کارشناسی پژوهشکدهٔ اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان در تاریخ ۱۳۹۸/۶/۱۱ از مزارع پرورش میگوی منطقهٔ تیاب شمالی بازدید و اقدام به نمونه‌برداری نمود. انتخاب استخرها بر اساس گزارش تلفات، منبع آب‌گیری و موقعیت جغرافیایی انجام شد. نمونه‌برداری از نمونه‌های محیطی شامل آب ورودی و خروجی استخر، میگوهای تلف‌شده، سالم و مشکوک به بیماری انجام شد. نمونه‌برداری از آب استخر در ظرف‌های استریل طبق استاندارد ملی شمارهٔ ISIRI ۴۲۰۸ و ISIRI ۸۸۹۹ صورت گرفت. نمونه‌برداری از اندام‌های میگو شامل همولنف و هپاتوپانکراس در محل انجام پذیرفت. آزمون‌های جداسازی، تشخیص و تأیید باکتری‌های قابل‌کشت و ویبریو پاراهمولیتیکوس و سایر گونه‌های ویبریو بر اساس استانداردهای ملی شمارهٔ ۱- ISIRI ۹۶۶۷ و ۲- ISIRI ۹۶۶۷ انجام شد.

شکل ۱. نمونه‌برداری از استخرهای پرورش میگو تیاب شمالی

یافته‌ها

نتایج شمارش تعداد کل باکتری‌های قابل‌کشت، تعداد جدایه‌های متعلق به جنس ویبریو و تعداد جدایه‌های ویبریو پاراهمولیتیکوس در نمونه‌های آب جمع‌آوری‌شده از ورودی و خروجی آب دو استخر موردبررسی تعیین گردید. نتایج نشان داد آب ورودی و خروجی استخر شمارهٔ ۱ حاوی به ترتیب $۵/۶\times۱۰^{۳}$ CFU/ml و $۷/۵\times۱۰^{۳}$ CFU/ml در نمونهٔ مورد آزمون بود (واحد تشکیل‌دهندهٔ کلونی CFU: Colony Forming Unit). درحالی‌که این میزان برای استخر شمارهٔ ۲ به ترتیب برابر با $۶/۶\times۱۰^{۳}$ CFU/ml و $۴/۱\times۱۰^{۴}$ CFU/ml در آب مورد آزمون بود. این نتایج بیانگر آن بود که در استخر شمارهٔ ۲ تعداد کل باکتری‌ها در آب ورودی نسبت به آب خروجی استخر به‌طور فراوانی (حدود ده برابر) بالاتر بودند (جدول ۱).

آنالیز تعداد کل باکتری‌های ویبریو در نمونه‌های آب ورودی و خروجی استخرهای موردبررسی نشان داد آب ورودی و خروجی استخر شمارهٔ ۱ حاوی به ترتیب $۱/۱\times۱۰^{۳}$ CFU/ml و $۱/۷\times۱۰^{۳}$ CFU/ml نمونهٔ آب بود. این میزان برای استخر شمارهٔ ۲ معادل به ترتیب $۱/۴\times۱۰^{۳}$ CFU/ml و $۱/۳\times۱۰^{۴}$ CFU/ml آب بود. این نتایج نشان داد باکتری‌های ویبریو به ترتیب ۱۹/۶۴ و ۲۲/۶۶ درصد از کل باکتری‌های موجود در آب ورودی و خروجی استخر شمارهٔ ۱ را تشکیل می‌دهند. این در حالی است که در نمونه‌های آب ورودی و خروجی استخر شمارهٔ ۲ به ترتیب معادل ۲۱/۲۱ و ۳۱/۷۰ درصد از کل باکتری‌های قابل‌کشت را گونه‌های متعلق به جنس ویبریو تشکیل دادند (جدول ۱).

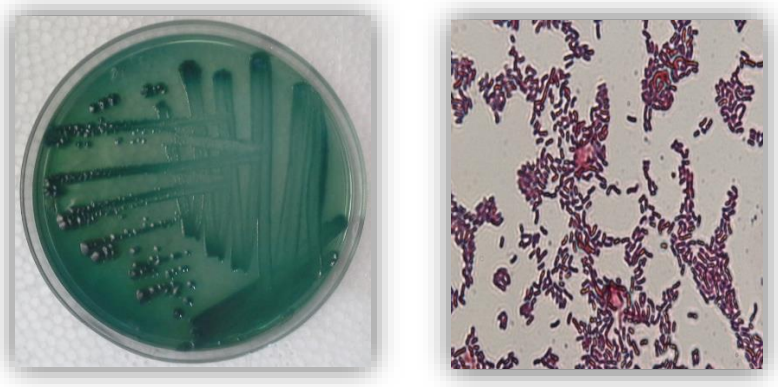
نتایج شناسایی جدایه‌های ویبریو نشان داد جدایه‌های ویبریو پاراهمولیتیکوس به میزان ۶×۱۰^{۱} CFU/ml و $۱/۲\times۱۰^{۲}$ به ترتیب در نمونه‌های آب ورودی و خروجی استخر شمارهٔ ۱ موجود بودند. این میزان برای نمونه‌های آب ورودی و خروجی جمع‌آوری‌شده از استخر شمارهٔ ۲ معادل به ترتیب ۷×۱۰^{۱} CFU/ml و $۱/۱\times۱۰^{۳}$ بود. آنالیز آماری نشان داد ایزوله‌های متعلق به ویبریو پاراهمولیتیکوس به ترتیب ۵/۴۵ و ۷/۰۵ درصد از کل جدایه‌های ویبریوی موجود در نمونهٔ آب‌های ورودی و خروجی را در برگرفتند. درحالی‌که در استخر شمارهٔ ۲ به ترتیب ۵ و ۸/۴۶ درصد از جدایه‌های ویبریو متعلق به ویبریو پاراهمولیتیکوس بود (جدول ۱).

جدول ۱. بررسی فراوانی تعداد کل باکتری‌ها، گونه‌های ویبریو و ویبریو پاراهمولیتیکوس در نمونه‌های آب

نمونه‌ها	TVPC/TVC (%)	TVC/TPC (%)	TVPC (CFU/ml)	TVC (CFU/ml)	TPC (CFU/ml)
آب ورودی (استخر ۱)	۵/۴۵	۱۹/۶۴	۶×۱۰^{۱}	$۱/۱\times۱۰^{۳}$	**$۵/۶\times۱۰^{۳}$**
آب خروجی (استخر ۱)	۷/۰۵	۲۲/۶۶	$۱/۲\times۱۰^{۲}$	$۱/۷\times۱۰^{۳}$	**$۷/۵\times۱۰^{۳}$**
آب ورودی (استخر ۲)	۵	۲۱/۲۱	۷×۱۰^{۱}	$۱/۴\times۱۰^{۳}$	**$۶/۶\times۱۰^{۳}$**
آب خروجی (استخر ۲)	۸/۴۶	۳۱/۷۰	$۱/۱\times۱۰^{۳}$	$۱/۳\times۱۰^{۴}$	**$۴/۱\times۱۰^{۴}$**

TPC : تعداد کل باکتری‌های شمارش‌شده،TVC: تعداد کل باکتری‌های ویبریو TVPC: تعداد کل *Vibrio parahaemolyticus*

جدایه‌های ویبریوی موردبررسی تمامی ویژگی‌های مورفولوژی میکروسکوپی و ماکروسکوپی گونه‌های ویبریو را نشان دادند. کلونی‌های رشد نموده روی محیط کشت اختصاصی TCBS به رنگ‌های زرد یا سبز پس از انجام آزمون‌های مقدماتی ازجمله اکسیداز و کاتالاز به‌عنوان ویبریو محسوب شدند. در مشاهدات میکروسکوپی شکل جدایه‌های ویبریو به‌صورت کاما شکل و در رنگ‌آمیزی گرم به‌صورت گرم منفی مشاهده شدند (شکل ۳). آزمون‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیک تمامی خصوصیات گونه‌های ویبریو را تأیید نمود (جدول ۲). آنالیز میکروبی نمونه‌های همولنف و هپاتوپانکراس میگوهای موردبررسی بیانگر فقدان حضور باکتری‌های ویبریو در نمونهٔ همولنف بود. درحالی‌که نمونه‌های هپاتوپانکراس حاوی باکتری‌های ویبریو متعلق به گونه‌های ویبریو هارویی و ویبریو آلجینولیتیکوس بود (جدول ۳).



شکل ۲. ویبریو پاراهمولیتیکوس جداسازی شده از نمونه آب استخرهای پرورش میگو

جدول ۲. ویژگی‌های مورفولوژیک، بیوشیمیایی و فیزیولوژیک جدایه‌های ویبریو

مشخصه	ویبریو پاراهمولیتیکوس	ویبریو هارویی	ویبریو آلجینولیتیکوس	مشخصه	ویبریو پاراهمولیتیکوس	ویبریو هارویی	ویبریو آلجینولیتیکوس
واکنش گرم	–	–	–	اورنیتین دکربوکسیلاز	-	+	+
شکل میکروسکوپی	میله‌ای خمیده	میله‌ای خمیده	میله‌ای خمیده	لیزین دکربوکسیلاز	+	+	-
رنگ کلونی در TCBS	سبز	زرد	زرد	تخمیر قندهای:			
حرکت	+	+	+	سوکروز	+	+	+
اکسیداز	+	+	+	لاکتوز	-	-	-
اکسیداسیون تخمیر	+/+	+/+	+/+	گلوکز	+	+	+
کاتالاز	+	+	+	آرابینوز	-	-	-
متیل رد	+	-	+	مانیتول	+	+	+
اندول	+	+	+	رشد در حضور کلرید سدیم:			
سولفید هیدروژن	-	-	-	٪۰	-	-	-
اوره آز	-	-	-	٪۳	+	+	+
احیا نیترات	+	+	+	٪۶	+	+	+
وژ-پروسکوئر	-	-	-	٪۸	+	+	+
ONPG	-	-	-	رشد در دمای:			
ژلاتین	+	+	+	۲۰°C	+	+	+
سیترات	+	+	+	۳۰°C	+	+	+
آرژینین دهیدرولاز	+	-	-	۴۰°C	+	+	+

نتایج این مطالعه بیانگر تعداد بالای باکتری‌های قابل‌کشت در آب ورودی استخرهای موردبررسی بود. پیامد این پدیده، کاهش کیفیت وضعیت بهداشتی استخرهای پرورش میگو و مستعد شدن آبزی به بیماری خواهد بود. نتایج مطالعهٔ حاضر همچنین اختلاف بار میکروبی زیاد در آب ورودی و آب خروجی استخر شمارهٔ ۲ را نشان داد. این موضوع می‌تواند ناشی از وضعیت بهداشتی نامناسب در استخر شمارهٔ ۲ باشد. عواملی مانند کیفیت نامناسب آب ورودی، غذادهی بی‌رویه و عدم استفاده از غذاهای پلت شده به ترتیب موجب ورود تعداد بالای میکروارگانیسم‌ها و بالا رفتن بار آلی استخر است. عدم کلرزنی مناسب، عدم استفاده از پروبیوتیک‌ها، عدم تعویض اصولی آب از دیگر عوامل افزایش تعداد میکروارگانیسم‌های موجود در آب استخر می‌باشند. پیامد این موارد در استخرهای موردبررسی موجب افزایش ده برابری تعداد باکتری‌ها در آب خروجی نسبت به آب

ورودی گردیده است. این عامل می‌تواند زمینهٔ ایجاد بیماری را فراهم نماید. نتایج آنالیزهای میکروبی نشان داد درصد قابل‌توجهی از باکتری‌های جداسازی شده متعلق به گونه‌های ویبریو بودند. به‌ویژه در آب خروجی استخر شمارهٔ ۲ حدود ۳۱/۷۰ درصد از کل باکتری‌های قابل‌کشت را گونه‌های متعلق به جنس ویبریو تشکیل دادند (جدول ۱). اگرچه تعداد بالای باکتری‌های ویبریو به دلیل فرصت‌طلب بودن بیماری‌زایی این باکتری‌ها لزوماً نشان‌دهندهٔ وقوع بیماری نیست لیکن این وضعیت می‌تواند هشداردهنده باشد. نامطلوب بودن شرایط فیلتراسیون آب ورودی می‌تواند به‌عنوان یکی از عوامل اصلی بالا رفتن بار میکروبی موردتوجه قرار گیرد (شکل ۶). علیرغم فقدان حضور گونهٔ ویبریو پاراهمولیتیکوس به‌عنوان بیماری‌زای فرصت‌طلب و عامل اصلی سندرم مرگ زودهنگام (EMS)، در نمونه‌های لنف و هپاتوپانکراس، این‌گونه در نمونه‌های آب ورودی و خروجی یافت شد. همچنین سایر گونه‌های ویبریو شامل ویبریو آلجینولیتیکوس و ویبریو هارویی گونه‌های غالب در نمونه‌های هپاتوپانکراس بودند.

جدول ۳. بررسی حضور گونه‌های بیماری‌زای ویبریو در نمونه‌های همولنف و هپاتوپانکراس میگوهای پرورشی

نمونه‌ها	ویبریو آلجینولیتیکوس	ویبریو هارویی	ویبریو پاراهمولیتیکوس
همولنف S1 (سایت ۱)	-	-	-
همولنف S2 (سایت ۱)	-	-	-
همولنف S3 (سایت ۱)	-	-	-
همولنف S1 (سایت ۲)	-	-	-
همولنف S2 (سایت ۲)	-	-	-
همولنف S3 (سایت ۲)	-	-	-
هپاتوپانکراس S1 (سایت ۱)	+	+	-
هپاتوپانکراس S2 (سایت ۱)	+	+	-
هپاتوپانکراس S3 (سایت ۱)	+	+	-
هپاتوپانکراس S4 (سایت ۱)	+	+	-
هپاتوپانکراس S1 (سایت ۱)	+	+	-
هپاتوپانکراس S2 (سایت ۱)	+	+	-
هپاتوپانکراس S3 (سایت ۱)	+	+	-
هپاتوپانکراس S4 (سایت ۱)	+	+	-

توصیهٔ ترویجی

از مهم‌ترین موارد تأثیرگذار ایجاد و توسعهٔ یک سیستم فیلتراسیون بهینه جهت بهبود کیفیت آب ورودی به استخر است. وضعیت مشاهده‌شده در فرایند آبگیری استخرهای موردبررسی نامطلوب بوده و به‌منظور کاهش سطح بار میکروبی نیازمند بازنگری است. توجه جدی به موارد اساسی تعیین‌کنندهٔ کیفیت آب استخر توصیه می‌شود. رعایت مواردی از قبیل غذادهی منظم و اصولی و استفاده از غذاهای پلت شده، بهبود کیفیت آب ورودی با فیلتراسیون بهینه، کلرزنی مناسب آب ورودی استخر، تعویض آب بر اساس موارد اصولی می‌تواند راهگشای مشکلات موجود باشد. همچنین استفاده از فراورده‌های پروبیوتیک و پری‌بیوتیک به‌منظور اصلاح جوامع میکروبی ساکن در استخرهای پرورش میگو و تقویت سیستم ایمنی آبزی توصیه می‌گردد. پایش و نظارت دوره‌ای سایت‌های موردبررسی به‌عنوان یک راهکار آگاهی‌بخش و پیشگیری‌کننده است. با توجه به وضعیت

موجود لزوم اجرای سیستم‌های مراقبت فعال (Active surveillance) و مراقبت غیرفعال (Passive surveillance)، تأکید می‌گردد. آب مورد استفاده ضدعفونی شده و از استخرهای ذخیره به‌منظور کاهش بار میکروبی استفاده شود. پایش دقیق فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی به‌ویژه شوری و اکسیژن محلول در آب و استفادهٔ دائمی از هواده‌ها، ضدعفونی نمودن کلیه تجهیزات مورداستفاده نیز ضروری است. ذخیره‌سازی مناسب به‌تناسب ظرفیت استخر از عوامل تعیین‌کننده و پیشگیری‌کننده از وقوع بیماری است که توصیه می‌گردد اطلاع‌رسانی دقیقی در این زمینه به پرورش‌دهندگان صورت گیرد.

شکل ۶. نمایی از فرایند آبگیری و سیستم فیلتراسیون در استخرهای موردبررسی

منابع

۱- استاندارد ملی ایران ۴۲۰۸، ۱۳۸۶. کیفیت آب- نمونه‌برداری از آب برای آزمون‌های میکروبیولوژی. مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

۲- استاندارد ملی ایران ۸۸۹۹، ۱۳۸۶. میکروب‌شناسی پزشکی - ظروف نمونه‌برداری - ویژگی‌ها و روش آزمون. مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

۳- استاندارد ملی ایران ۱- ۹۶۶۷، ۱۳۸۶. میکروبیولوژی زنجیره مواد غذایی- روش جامع برای تعیین گونه‌های ویبریو- قسمت اول: تشخیص انتروپاتوژنیک‌های بالقوه ویبریو پاراهمولیتیکوس، ویبریو کلرا و ویبریو ولنیفیکوس. مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

۴- استاندارد ملی ایران ۲- ۹۶۶۷، ۱۳۸۶. میکروبیولوژی مواد غذایی و خوراک دام -روش جامع برای شناسایی گونه‌های بالقوه انتروپاتوژنیک ویبریو-قسمت دوم:-شناسایی گونه‌هایی به‌غیراز ویبریو پاراهمولیتیکوس و ویبریو کلرا. مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

5- Bentzon-Tilia, M., Sonnenschein, E.C., Gram, L. 2016. Monitoring and managing microbes in aquaculture–Towards a sustainable industry. *Microbial biotechnology*. 9(5): 576-584.

6- Carson, J., Higgins, M., Wilson, T., Gudkovs, N., Bryant, T. 2005. Identification of Vibrionaceae from Australian aquatic animals using phenotypic and PCR procedures. *Victoria: AAHL Australian Fish Disease Laboratory*.
7- Chandrakala, N., Priya, S. 2017. Vibriosis in shrimp aquaculture a review. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology.* 3: 27-33.
8- De Schryver, P., Defoirdt, T., Sorgeloos, P. 2014. Early mortality syndrome outbreaks: a microbial management issue in shrimp farming? *PLoS Pathogens.* 10(4.(
9- Farmer, T., Grainger, R., Plummer, J. 2014. The state of world fisheries and aquaculture. Opportunities and challenges. Rome, FAO.
10- FishStatJ, F. 2017. Software for fishery statistical time series. The State of World Fisheries and Aquaculture.
11- Gozari, M., Mortazavi, M., Bahador, N., Rabbaniha, M., 2016. Isolation and screening of antibacterial and enzyme producing marine actinobacteria to approach probiotics against some pathogenic vibrios in shrimp Litopenaeus vannamei. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*. 15(2): 630-644.
12- McVey, J.P. 1993. CRC handbook of mariculture: crustacean aquaculture. CRC Press.
13- Sadeghi, M.R., Tamadoni Jahromi, S., Bahri, A.H., Gozari, M. 2017. Molecular identification and phylogenetic analysis of Vibrio harveyi strains isolated from Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei Boone, 1931) in Tiab region, Hormozgan province. *Journal of Aquatic Ecology*. 7(2): 59-65.
14- Shinn, A., Pratoomyot, J., Griffiths, D., Trong, T., Vu, N., Jiravanichpaisal, P., Briggs, M. 2018. Asian shrimp production and the economic costs of disease. *Asian Fisheries Science* S. 31: 29-58.
15- Shinn, A.P., Pratoomyot, J., Griffiths, D., Trong, T.Q., Vu, N.T., Jiravanichpaisal, P. and Briggs, M., 2018. Asian shrimp production and the economic costs of disease. *Asian Fisheries Science S*, *31*, pp.29-58
16- Won, K.M., Park, S.I. 2008. Pathogenicity of Vibrio harveyi to cultured marine fishes in Korea. *Aquaculture*. 285(1-4): 8-13.