اهمیت اندازه‌گیری برخی از پارامترهای مهم آب در استخرهای پرورش میگو در استان هرمزگان

محمدرضا زاهدی *[۱]، حجت اله فروغی فرد [۱]، کیومرث روحانی قادیکلائی[۱]، مریم معزی[۱]، عیسی عبدالعلیان[۱]، سجاد پورمظفر[۲]

۱ - پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

۲- ایستگاه تحقیقات شیلاتی نرم‌تنان خلیج‌فارس، پژوهشکده اکولوژی خلیج‌فارس و دریای عمان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

zahedi_persica@yahoo.com

تاریخ دریافت : بهمن ماه ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۸

چکیده

امروزه صنعت پرورش میگو در دنیا به یکی از صنایع رایج و درآمدزای شیلاتی تبدیل شده است، به طوری که سرمایه‌گذاران علاقهٔ زیادی به ورود به این صنعت دارند. در ایران نیز پرورش میگو در استان‌های جنوبی و شمالی و به خصوص استان هرمزگان، گسترش زیادی یافته است و مناطق جدیدی نیز جهت واگذاری در مراحل مطالعه، احداث و بهره داری قرار دارند. علاوه بر افزایش واگذاری اراضی به پرورش میگو، تراکم میگو نیز در استخرها افزایش زیادی داشته است که این مهم به دلیل ورود گونه پا سفید (*Penaeus vannamei*) و با توجه به خصوصیات زیستی مناسب‌تر جهت پرورش از گونه سفید هندی است. با توجه به این افزایش میزان ذخیره‌سازی و تولید، به‌طور یقین کیفیت آب استخرها نیز از گذشته متفاوت‌تر خواهد بود، اما پرورش‌دهندگان هنوز از روش‌های سنتی پرورش میگو استفاده کرده و به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و تأثیر این پارامترها بر تولید میگوی پرورشی توجه خاصی ندارند. در این مقاله سعی خواهد شد اهمیت برخی از پارامترهای مهم آب در استخرهای پرورش میگو و اثرات آن بر میزان تولید بیان گردد.

واژه‌های کلیدی: پرورش میگو، پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، استخر، استان هرمزگان

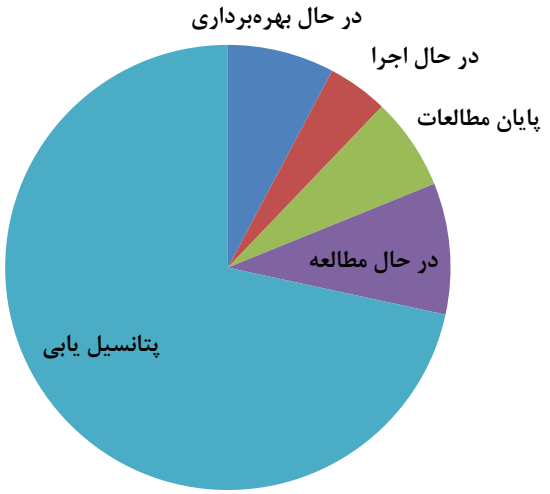
مقدمه

پرورش میگو در ایران و به خصوص استان‌های جنوبی کشور رشد زیادی یافته است، به طوری که امروزه اراضی زیادی در استان هرمزگان در نوار ساحلی در حال احداث مزارع جدید بوده و یا مطالعات اولیه و پتانسیل‌یابی جهت احداث مزارع پرورشی آن صورت گرفته است (شکل ۱). این میزان افزایش واگذاری مزارع پرورش میگو در استان هرمزگان و از طرفی استفاده مدیران مزارع از تراکم بیشتر ذخیره‌سازی با توجه به خصوصیت مناسب تراکم پذیری بیشتر میگوی پا سفید (White leg)، سبب خواهد شد خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب در استخر نسبت به گذشته متغیرتر باشد و احتمال بروز بیماری‌ها را افزایش

دهد. متأسفانه بسیاری از مدیران مزارع پرورش میگو در استان هرمزگان هنوز به نقش و اهمیت پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب در استخرها توجه نکرده و هیچ‌گونه اندازه‌گیری از این شاخص‌ها در این مزارع صورت نمی‌گیرد. بسیاری از عوامل رشد و بازماندگی میگوهای پرورشی در استخرها به این پارامترها وابسته بوده و با بهینه نگه‌داشتن بسیاری از این شاخص‌ها بهره‌وری تولید افزایش خواهد یافت.

پارامترهای مهم آب در استخرهای پرورش میگو

یکی از موارد مهم و ضروری در مدیریت آب در پرورش آبزیان استفاده از حداقل میزان خروجی آب بوده که اثرات زیست‌محیطی کمتری به زیست‌بوم وارد کند. امروزه با توسعه آب‌شیرین‌کن‌ها و فعالیت‌های بشر درزمینهٔ تصفیهٔ آب، زمینه‌هایی ایجاد شده است که آبزی پروران نیز به فکر بهبود و کیفیت آب مزارع پرورشی باشند (Ng *et al.*, 2018).در بسیاری از کشورها مانند ایران اخیراً پرورش میگو رشد چشمگیری داشته است (Ahmad *et al.*, 2017). میگوی پا سفید که گونهٔ اصلی پرورشی ایران و استان هرمزگان نیز هست یکی از گونه‌های بومی آمریکای لاتین است که در اوایل سال ۱۹۹۰ به آسیا معرفی شده است و امروزه به غالب‌ترین گونهٔ پرورشی در آسیا تبدیل شده است به طوری که در سال ۲۰۰۸ ، حدود ۷۰ درصد میگوی تولیدی جهان را میگوی پا سفید شامل شده و بسیاری از کشورها مانند چین، اندونزی و تایلند به پرورش این گونه پرداخته‌اند (Turkmen and Toksen, 2010). از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵ نیز رشد ۶۸ درصدی تولید میگو در جهان مشاهده شده است (Ng *et al.*, 2018). در این میان کشور چین از نظر صید و آبزی‌پروری پیشتاز این صنعت است. تحقیقات نشان داده که به ازای هر تن میگوی تولیدشده بین ۵۳۴۵ تا ۷۱۵۷ مترمکعب پساب از مزارع پرورش میگو خارج می‌گردد (Anh *et al.*, 2010).



شکل ۱. وضعیت زمین‌ها و مزارع موردنظر برای پرورش میگو در استان هرمزگان

توسعهٔ مزارع پرورش میگو در جهان و در ایران و به خصوص استان هرمزگان و رهاسازی آب‌های خروجی بدون در نظر گرفتن مسائل بهداشتی می‌تواند عامل بالقوه‌ای برای ایجاد بیماری‌ها در میگو شود (Bindhu *et al.*, 2014).در پرورش آبزیان مواد آلی زیادی از طریق غذا دهی وارد آب می‌شود که عمدتاً شامل نیتروژن و فسفر است (Boyd, 1985). این ترکیبات یکی از عوامل رقابت در جذب اکسیژن محلول در آب با آبزی هدف هستند و یکی از دغدغه‌های اصلی آبزی پروران در این است که در اثر کمبود اکسیژن و نبود سیستم مناسب مدیریت آب، خفگی و مرگ میر آبزی پرورشی رخ دهد (Ng *et al.*, 2018). استقرار

سیستم‌های مدیریت کیفیت آب در آبزی‌پروری باعث می‌شود مدیران مزارع دغدغه‌ای از نظر کمبود اکسیژن و مرگ‌ومیر نداشته باشند. آب باکیفیت باعث می‌شود بسیاری از عوامل بیماری‌زای ویروسی، باکتریایی و یا انگلی شرایط مناسبی برای بروز بیماری نداشته باشند. مدیریت مناسب آب در استخرها یکی از راه‌های جلوگیری از شیوع بیماری‌ها در مقیاس وسیع و افزایش میزان بازماندگی و رشد میگوها در استخر است (Ng *et al*., 2018). مواد ضدعفونی آب نیز در طول پرورش برای کنترل بیماری مورداستفاده قرار می‌گیرند (Gräslund and Bengtsson, 2001)، اما برنامهٔ ضدعفونی همیشه موفق نبوده به طوری که گزارش شده که برنامه‌های ضدعفونی برای ژاپن، تایلند و چین نتایج مثبتی نداشته است (Chang *et al*., 1998). بیماری‌ها می‌توانند به راحتی از طریق آب خروجی استخرها به مزارع مجاور منتقل شوند. برخی از تلاش‌ها برای به حداقل رساندن شیوع بیماری‌ها می‌تواند شامل موارد ذیل باشد:

الف) به حداقل رساندن آب خروجی در طی دورهٔ پرورش (Valderrama and Engle, 2002). تعویض آب اغلب برای استفاده از آب تازه و خروج مواد آلی مورداستفاده قرار می‌گیرد (Boyd, 2003)، اما این خروج زیاد آب امکان ابتلا و شیوع بیماری‌ها افزایش می‌دهد.

ب) استفاده از چشمه‌های تور ۱۰۰ تا ۳۰۰ میکرومتر برای جلوگیری از ورود ناقلین بیماری و یا قطعات جداشدهٔ ناقلین مرده به استخر که البته به دلیل امکان نفوذ ویروس‌ها از سوراخ‌های چشمهٔ تور، موفقیت زیادی نخواهد داشت.

برخی از موارد مهم جهت سنجش خصوصیات آب استخرها و مواردی که باید به آن‌ها توجه شود شامل موارد ذیل است:

۱- تغییرات pH

pH یکی از پارامترهای مؤثر برای تولید میگوهای پرورشی در استخر است. همیشه اطلاعات اثرات پارامترهای مختلف آب بر میزان تولید میگو برای طراحی و مدیریت بهینه آب موردنیاز است (Kimpara *et al*., 2013). مثلاً بهترین میزان pH برای میگوهای پرورشی بین ۶ تا۹ گزارش شده است (Ferreira *et al*., 2011)، اما در گونه‌های مختلف میزان pH موردقبول متفاوت است به‌طور مثال در میگوی ببری سیاه *Penaeus monodon* مقدار pH بین ۷/۵ تا ۸/۵ با میزان تغییرات روزانه ۰/۳ قابل‌قبول است (Anh *et al*., 2010) اما نوسانات pH در استخر به دلیل حضور موجودات زنده و تراکم آن‌ها در طی روز اجتناب‌ناپذیر است (Li and Chen, 2008). همچنین تغییرات pH در استخرها باعث تغییر در میزان تولید آمونیاک در استخرها می‌گردد و در pH بالاتر میزان تبدیل NH_4^+ به NH_3 افزایش می‌یابد که دارای سمیت و نفوذپذیری بیشتری بر روی آبزیان است (Thomas *et al*., 2010) ، حتی افزایش میزان pH از حد نرمال نیز مشکلاتی را برای سخت‌پوستان ایجاد می‌کند (Li and Chen, 2008). یا برای میگو سفید غربی نیز pH حدود ۸/۲ مناسب بوده به طوری که خارج از دامنه ۶/۵ تا ۱۰/۱ مقاومت این میگو در برابر *Vibrio alginolyticus* کاهش داشته است (Li and Chen, 2008). برای سنجش این مقدار، pH مترهای مختلفی در بازار موجود است که می‌توان به راحتی در محل هر استخر میزان pH را اندازه‌گیری نمود (شکل ۲).

۲- شوری آب استخر

معمولاً شوری‌های ثابت باعث رشد بیشتر میگو در استخرهای پرورشی می‌گردد (Ferreira *et al*., 2011)، زیرا نقش مهمی را در تنظیم فشار اسمزی در میگوهای پرورشی بازی می‌کند (Antony *et al*., 2015). در استان هرمزگان امروزه به دلیل استفاده از نیروی برق در مزارع، کمتر مشکلاتی مربوط به آبگیری از ورودی آب و افزایش شوری وجود دارد. مناسب بودن شوری برای گونه‌های مختلف متفاوت از یکدیگر است زیرا هر گونه‌ای در طبیعت به شوری خاصی بهترین پاسخ را می‌دهد که با آن سازگار شده است (Perez-Velazquez et al., 2007).البته بیشتر میگوهای خانواده پنائیده دامنه وسیعی از شوری را تحمل می‌کنند (Chen *et al*., 2016). شوری آب استخر رابطه معکوسی با میزان اکسیژن محلول دارد به طوری که هر چه میزان شوری افزایش یابد امکان انحلال مولکول‌های اکسیژن در آب کاهش می‌یابد و البته لازم به ذکر است که با کاهش میزان

اکسیژن از میزان رشد میگو کاسته خواهد شد و یا در شوری‌های پایین‌تر احتمال ابتلا به بیماری‌ها مانند ویروس IHHN افزایش خواهد یافت (Bray *et al.*, 1994). شوری آب استخر را می‌توان به وسیلهٔ شوری سنج دستی به راحتی در مزرعه اندازه گرفت.

شکل ۲. اندازه‌گیری pH در مزارع استان هرمزگان

۳- مواد جامد معلق

در پرورش میگو به روش متراکم و تعویض آب اندک، مواد جامد معلق زیادی ایجاد می‌گردد که معمولاً از جلبک‌ها، باکتری‌ها و زئوپلانکتون‌هایی که برای تغذیهٔ میگو استفاده می‌شود، ایجاد می‌گردد (Ray *et al.*, 2010). افزایش میزان مواد معلق محلول می‌تواند باعث افزایش میزان اکسیژن موردنیاز زیستی (BOD) و ضریب تبدیل غذایی گردد و یا باعث اختلال در جذب اکسیژن از آبشش در آبزیان و یا افزایش میزان اکسیژن موردنیاز برای پرورش و رشد موجودات و باکتری‌های نامناسب گردد (Ray *et al.*, 2010). افزایش بیش از حد مواد جامد معلق می‌تواند رشد فیتوپلانکتون‌های مفید را کاهش داده و یا میزان موجودات مزاحم در مزارع را افزایش دهد به طوری که در سیستم‌های پرورش متراکم میگو، به دلیل حضور مواد جامد معلق زیاد سعی می‌شود باکتری‌های مفید (پروبیوتیک‌ها)، قبل از جایگزینی باکتری‌های مضر در سیستم پرورش استفاده گردد (Ray *et al.*, 2010). در پرورش میگو، میزان مناسب مواد جامد معلق معمولاً بین ۲۵ تا۸۰ میلی‌گرم بر لیتر در نظر گرفته می‌شود و کمتر از این میزان معمولاً میزان تولیدات استخر نیز کاهش می‌یابد به‌طور مثال در مطالعه‌ای که صورت گرفته، میزان مواد جامد معلق از ابتدای دوره پرورش تا انتها از ۶۷ به ۷۶ میلی‌گرم بر لیتر افزایش داشته است (Kumar *et al.*, 2012) که نشان‌دهندهٔ لزوم کنترل میزان مواد جامد معلق در طی دوره پرورش است و از طرفی کنترل مواد جامد معلق برای رهاسازی در اکوسیستم و توسعهٔ پایدار پرورش میگو در آن منطقه نیز مهم است (Burford *et al.*, 2003). استفاده از غذاهای مناسب باعث کاهش انحلال مواد جامد معلق می‌گردد. متأسفانه در استان هرمزگان به دلیل استفاده بسیاری از پرورش‌دهندگان از غذاهای بی‌کیفیت حضور مواد جامد معلق در آب افزایش داشته است که می‌تواند به عنوان عامل مهمی در افزایش بار مواد آلی در خروجی استخرها محسوب گردد. شکل ۳ یکی از مراکز ساخت غذا در کنار استخرها در استان هرمزگان را نشان می‌دهد.

۴- آمونیاک و آمونیوم

آمونیاک یکی از محصولات دفعی تغذیه و متابولیسم آبزیان است که پس از رها شدن در محیط آب به وسیلهٔ برخی باکتری‌ها تجزیه می‌گردد، همچنین میزان زیاد آمونیاک در استخرهایی با تراکم بالا و تغذیهٔ بیش از نیاز (Ostrensky and Wasielesky

Jr, 1995) و یا هنگام جذب اندک آمونیاک توسط فیتوپلانکتون‌ها (Lemonnier *et al*., 2017) مشاهده می‌گردد. وابستگی میزان pH و درجه حرارت در تبدیل NH_4^+ به NH_3 نیز مؤثر است. به‌طورمعمول آبزیان شکل غیر یونیزه نیتروژن NH_3 را دفع می‌کنند (Koshio *et al*., 1993) زیرا انتشار NH_3 از NH_4^+ از طریق آبشش‌ها راحت‌تر است (Pinto *et al*., 2016) و میزان دفع آمونیاک از طریق آبشش در آبزیان در تعادل با میزان آمونیاک خون است (Furriel *et al*., 2004) که باعث می‌شود در صورتی که میزان آمونیاک در آب بیشتر از غلظت آمونیاک در بدن باشد وارد خون گردد که این یکی از مشکلات رایج در پرورش میگو به صورت متراکم است (Ng *et al*., 2018). غلظت بالای آمونیاک می‌تواند بر روی رشد میگو تأثیر منفی بگذارد، همچنین گزارش شده است که غلظت موردقبول برای میگوهای خانواده پنائیده ۲ میلی‌گرم بر لیتر از آمونیاک کل است (Ferreira *et al*., 2011). افزایش میزان آمونیاک ارتباط مستقیمی بر سیستم مرکزی عصبی داشته و باعث اختلال در متابولیسم میگو می‌گردد (Tomasso, 1994)، همچنین میزان زیاد آمونیاک باعث ایجاد بیش‌فعال، بی‌حالی و کما می‌گردد و در غلظت‌های پایین آمونیاک اگر به مدت طولانی اتفاق بیفتد باعث اختلال در تنفس و تنظیم فشار اسمزی شده و خون را به حالت اسیدی درمی‌آورد (Armstrong *et al*., 1978) که این عوامل نیز باعث کاهش رشد و آمادگی میگو به بیماری است. میزان شوری استخر و اندازهٔ میگو نیز بر میزان سمیت آمونیاک برای میگو مؤثر است (Lin and Chen, 2001). تجمع آمونیاک در استخر باعث کاهش رشد، افزایش نیاز میگو به اکسیژن و بازماندگی کمتر در استخر می‌گردد (Chen *et al*., 1990).

شکل ۳. نحوهٔ ساخت غذا در یکی از مزارع پرورش میگو در استان هرمزگان

۵- میزان نیتریت و نیترات

آمونیاک می‌تواند طی فرایند نیتریفیکاسیون به وسیلهٔ برخی از باکتری‌ها (نیتروزموناس و نیتروباکتر) به نیتریت و نیترات تبدیل شود (Schroeder *et al*., 2015) که منبعی از نیتروژن برای گیاهان آبزی، پلانکتون‌ها و باکتری‌ها است (Ng *et al*., 2018). تجمع نیتریت در محیط‌های طبیعی به‌ندرت اتفاق می‌افتد زیرا به سرعت به نیترات تبدیل می‌شود (Hulth *et al*., 2005). وقتی غلظت آمونیاک در استخر بیش از حد باشد احتمالاً در این شرایط کارایی فیتوپلانکتون‌ها و سایر گیاهان آبزی کاهش می‌یابد و کارایی اکسیداسیون نیتریت به وسیلهٔ اکسیداسیون آمونیاک مختل شده و تجمع نیتریت در بستر استخر اتفاق خواهد افتاد، که تجمع نیتریت در بستر استخر باعث ایجاد فرایند دنیتریفیکاسیون و ایجاد گاز نیتروژن و اکسید نیتروژن می‌گردد (Lee *et al*., 2000). پدیدهٔ دنیتریفیکاسیون عموماً در مزارع پرورش میگوی متراکم که تجمعی از مواد دفعی و غذای خورده نشده در آن وجود دارد دیده می‌شود (Dai *et al*., 2018). وجود نیتریت در آبزیان پرورشی می‌تواند باعث کاهش ایمنی زیستی گردد به‌طور مثال برای میگوی پا سفید زمانی که در معرض نیتریت قرار گرفت، حساسیت آن به ابتلا به انواع ویبریوها افزایش یافته (Ferreira *et al*., 2011) و یا موجب ابتلا به باکتری‌هایی می‌گردد که باعث کاهش رشد، بی‌اشتهایی و کاهش

فعالیت و مرگ‌ومیر می‌گردد (Liu *et al*., 2004). گونهٔ میگوی پا سفید بیش‌ترین دامنهٔ مقاومت در برابر نیتریت را نسبت به سایر گونه نشان داده که یکی از دلایل پرطرفدار بودن این گونه در بین پرورش‌دهندگان در اکثر کشورها شناخته می‌شود (Lebel *et al*., 2010). نیتریت مناسب برای آبزیان پرورشی معمولاً کمتر از ۰/۴۵ میلی‌گرم بر لیتر است ولی میگوی پا سفید، دامنهٔ بیشتری را تحمل می‌کند (Hurtado *et al*., 2016).

۶- کلسیم، منیزیم و سولفات

کربنات کلسیم در استخرهای پرورشی برای رشد پلانکتون‌ها، بهبود شرایط میکروبی و موجودات کف زی کوچک در استخر مهم است و باعث بازماندگی بهتر میگو در استخر می‌گردد (Ferreira *et al.*, 2011). یون کلسیم برای تنظیم فشار اسمزی، لخته شدن خون، انقباض عضلات، انتقال عصبی، فعالیت آنزیم‌ها اهمیت داشته و در سخت شدن پوسته میگو پس از پوست‌اندازی میگو نیز نقش مهمی دارد (Gonçalves-Soares *et al*., 2012). بیشتر آبزیان قادرند به راحتی کلسیم موردنیاز خود را از محیط اطراف جذب کنند، با این حال میزان مناسب کربنات کلسیم در میگوها به سایز و نوع گونهٔ میگو بستگی دارد (Ng *et al*., 2018). بهترین میزان کربنات کلسیم برای میگوی مونودون بیش از ۸۰ میلی‌گرم در لیتر برآورد شده است (Anh *et al*., 2010).

یون منیزیم نیز در متابولیسم چربی، کربوهیدرات و پروتئین مهم بوده و همچنین عامل مهمی در بسیاری از فعالیت‌های متابولیکی و آنزیمی است (Gonçalves-Soares et al., 2012). یون منیزیم ناکافی در پرورش میگو منجر به کاهش رشد و بازماندگی در میگو می‌گردد (Araneda *et al*., 2008). اضافه کردن یون‌های منیزیم، پتاسیم و سدیم در شوری‌های اندک به استخرهای پرورش میگو اکیداً توصیه می‌گردد (Roy *et al*., 2007). حضور یون سولفات در سیستم پرورش میگو مطلوب نبوده و می‌تواند کیفیت آب را کاهش دهد (Ng *et al.*, 2018)، همچنین حضور یون سولفات ارتباط مستقیمی با تولید سولفید دارد (Londry and Suflita, 1999) که به خصوص در مورد پرورش میگو در آب‌های شور اهمیت زیادی دارد. تحقیقات نشان داده است که مناطقی که میزان زیادی از سولفات را در رسوب دارند باعث می‌گردد قابلیت جذب غذا در استخرها توسط میگو کاهش یابد زیرا میگو ترجیح می‌دهد از غذایی که با ترکیبات سولفید کف ترکیب شده است، اجتناب کند (Pérez-González *et al*., 2015).

توصیه ترویجی

در استان هرمزگان با توجه به شرایط حاضر و چشم‌انداز آینده، توصیه می‌گردد از ورود مواد آلی بیش از نیاز میگو به استخر خودداری گردد، این مهم با کاهش یا قطع غذا دهی در ساعات گرم یا سرد روز، کمبود اکسیژن (قبل از طلوع آفتاب)، بروز شکوفایی مضر جلبکی، در شب‌هایی که شکوفایی جلبکی در روز زیاد بوده باشد و همچنین استفاده از غذاهای باکیفیت مناسب پیشنهاد می‌گردد. در صورت ورود مواد آلی بیش از نیاز امکان کمبود اکسیژن و خفگی میگو در استخرهای استان هرمزگان، به خصوص در زمان قطع هوادهی وجود دارد.

استفاده از چشمه‌های با اندازه‌های ۱۰۰ تا ۳۰۰ میکرومتر در محل ورود آب به کانال اصلی ورودی مزرعه و یا محل تخلیه آب ورودی مزرعه به هر استخر جهت جلوگیری از ورود ناقلین انواع بیماری‌ها به استخر صورت گیرد.

اندازه‌گیری ۲ نوبت میزان pH در صبح زود و عصر و مقایسهٔ آن با میزان مناسب تحمل میگو و مهم‌تر از آن تغییرات pH در صبح و عصر باید روزانه و به خصوص در انتهای دورهٔ پرورش و یا زمان شکوفایی پلانکتونی حتماً در دستور کار قرار گیرد.

اندازه‌گیری میزان شوری، به خصوص در زمان قطع برق و یا عدم دسترسی به منبع آب ورودی در استخرهای استان صورت گیرد. اندازه‌گیری آمونیاک و نیتریت در استخرها، به خصوص استخرهای پرتراکم باید حتماً مورد توجه قرار گیرد، زیرا ارتباط بسیار زیادی با تولید و مرگ میر و یا ابتلا به انواع بیماری‌ها در استخرها با این عوامل وجود دارد. اندازه‌گیری میزان کلسیم

موردنیاز استخر، به خصوص در زمان پوست‌اندازی میگو و یا پوست‌اندازی اجباری قبل از برداشت جهت سخت شدن پوسته باید مورد توجه باشد. همچنین در صورت کاهش رشد طبیعی باید میزان منیزیم، پتاسیم و سدیم که یکی از عوامل رشد میگو هستند نیز بررسی گردد. در صورت تجمع خاک سیاه در بستر استخر و امکان حضور سولفید در بستر غذا دهی کمتر شده، زیرا میگوها تمایلی به تغذیه از غذا در حضور ترکیبات سولفید ندارند و سعی شود در مناطقی که تجمع این رسوبات وجود دارد غذا دهی صورت نگیرد تا پس از برداشت بتوان خاک سیاه را از مزرعه برداشت نمود.

منابع

1- Ahmad, T., Sanyal, K.B., Mukherjee, D., Abraham, T.J. and Gadadhar, D., 2017. Detection of white spot virus (WSV) in Litopenaeus vannamei from shrimp aquaculture farms in East Midnapore district, West Bengal (India). *International journal of fisheries and aquatic studies*, *5*(2), pp.210-205.
2- Anh, P.T., Kroeze, C., Bush, S.R. and Mol, A.P., 2010. Water pollution by intensive brackish shrimp farming in south-east Vietnam: Causes and options for control. *Agricultural Water Management*, *97*(6), pp.872-882.
3- Antony, J., Vungurala, H., Saharan, N., Reddy, A.K., Chadha, N.K., Lakra, W.S. and Roy, L.A., 2015. Effects of salinity and Na+/K+ ratio on osmoregulation and growth performance of black tiger prawn, *Penaeus monodon* Fabricius, 1798, juveniles reared in inland saline water. *Journal of the World Aquaculture Society*, *46*(2), pp.171-182.
4- Araneda, M., Pérez, E.P. and Gasca-Leyva, E., 2008. White shrimp *Penaeus vannamei* culture in freshwater at three densities: condition state based on length and weight. *Aquaculture*, *283*(1-4), pp.13-18.
5- Armstrong, D.A., Chippendale, D., Knight, A.W. and Colt, J.E., 1978. Interaction of ionized and un-ionized ammonia on short-term survival and growth of prawn larvae, Macrobrachium rosenbergh. *The Biological Bulletin*, *154*(1), pp.15-31.
6- Bindhu, F., Velmurugan, S., Donio, M.B.S., Michaelbabu, M. and Citarasu, T., 2014. Influence of Agathi grandiflora active principles inhibit viral multiplication and stimulate immune system in Indian white shrimp *Fenneropenaeus indicus* against white spot syndrome virus infection. *Fish & shellfish immunology*, *41*(2), pp.482-492.
7- Boyd, C.E., 1985. Chemical budgets for channel catfish ponds. *Transactions of the American Fisheries Society*, *114*(2), pp.291-298.
8- Boyd, C.E., 2003. Bottom soil and water quality management in shrimp ponds. *Journal of applied Aquaculture*, *13*(1-2), pp.11-33.
9- Bray, W.A., Lawrence, A.L. and Leung-Trujillo, J.R., 1994. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei,* with observations on the interaction of IHHN virus and salinity. *Aquaculture*, *122*(2-3), pp.133-146.
10- Burford, M.A., Thompson, P.J., McIntosh, R.P., Bauman, R.H. and Pearson, D.C., 2003. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture*, *219*(1-4), pp.393-411.
11- Chang, P.S., Chen, L.J. and Wang, Y.C., 1998. The effect of ultraviolet irradiation, heat, pH, ozone, salinity and chemical disinfectants on the infectivity of white spot syndrome baculovirus. *Aquaculture*, *166*(1-2), pp.1-17.
12- Chen, J.C., Ting, Y.Y., Lin, J.N. and Lin, M.N., 1990. Lethal effects of ammonia and nitrite on *Penaeus chinensis* juveniles. *Marine Biology*, *107*(3), pp.427-431.

13- Chen, J., Zhou, F., Huang, J., Ma, Z., Jiang, S., Qiu, L. and Qin, J.G., 2016. Ammonia and salinity tolerance of *Penaeus monodon* across eight breeding families. *SpringerPlus*, *5*(1), p.171.
14- Dai, L., Liu, C., Yu, L., Song, C., Peng, L., Li, X., Tao, L. and Li, G., 2018. Organic Matter Regulates Ammonia-Oxidizing Bacterial and Archaeal Communities in the Surface Sediments of Ctenopharyngodon idellus Aquaculture Ponds. *Frontiers in microbiology*, *9*, p.2290.
15- Ferreira, N.C., Bonetti, C. and Seiffert, W.Q., 2011. Hydrological and water quality indices as management tools in marine shrimp culture. *Aquaculture*, *318*(3-4), pp.425-433.
16- Furriel, R.P.M., Masui, D.C., Mcnamara, J.C. and Leone, F.A., 2004. Modulation of gill Na+, K+-ATPase activity by ammonium ions: Putative coupling of nitrogen excretion and ion uptake in the freshwater shrimp Macrobrachium olfersii. *Journal of Experimental Zoology Part A: Comparative Experimental Biology*, *301*(1), pp.63-74.
17- Gonçalves-Soares, D., Seiffert, W.Q., Schlindwein, A.D., Toledo-Silva, G., Zanette, J., Marques, M.R.F. and Bainy, A.C.D., 2012. Identification of differentially transcribed genes in shrimp *Litopenaeus vannamei* exposed to osmotic stress and challenged with WSSV virus. *Comparative Biochemistry and Physiology Part D: Genomics and Proteomics*, *7*(1), pp.73-81.
18- Gräslund, S. and Bengtsson, B.E., 2001. Chemicals and biological products used in south-east Asian shrimp farming, and their potential impact on the environment—a review. *Science of the Total Environment*, *280*(1-3), pp.93-131.
19- Hulth, S., Aller, R.C., Canfield, D.E., Dalsgaard, T., Engström, P., Gilbert, F., Sundbäck, K. and Thamdrup, B., 2005. Nitrogen removal in marine environments: recent findings and future research challenges. *Marine Chemistry*, *94*(1-4), pp.125-145.
20- Kimpara, J.M., Moraes-Valenti, P., Queiroz, J.F. and New, M.B., 2013. Effects of intensification of the amazon river prawn, Macrobrachium amazonicum, grow-out on effluent quality. *Journal of the World Aquaculture Society*, *44*(2), pp.210-219.
21- Koshio, S., Teshima, S.I., Kanazawa, A. and Watase, T., 1993. The effect of dietary protein content on growth, digestion efficiency and nitrogen excretion of juvenile kuruma prawns, *Penaeus japonicus*. *Aquaculture*, *113*(1-2), pp.101-114.
22- Kumar, P., Jetani, K.L., Yusuzai, S.I., Sayani, A.N., Dar, S.A. and Rather, M.A., 2012. Effect of sediment and water quality parameters on the productivity of coastal shrimp farm. *Advances in Applied Science Research*, *3*(4), pp.2033-2041.
23- Lebel, L., Mungkung, R., Gheewala, S.H. and Lebel, P., 2010. Innovation cycles, niches and sustainability in the shrimp aquaculture industry in Thailand. *Environmental Science & Policy*, *13*(4), pp.291-302.
24- Lee, P.G., Lea, R.N., Dohmann, E., Prebilsky, W., Turk, P.E., Ying, H. and Whitson, J.L., 2000. Denitrification in aquaculture systems: an example of a fuzzy logic control problem. *Aquacultural Engineering*, *23*(1-3), pp.37-59.
25- Lemonnier, H., Hochard, S., Nakagawa, K., Courties, C. and Rodier, M., 2017. Response of phytoplankton to organic enrichment and shrimp activity in tropical aquaculture ponds: a mesocosm study. *Aquatic Microbial Ecology*, *80*(2), pp.105-122.

26- Li, C.C. and Chen, J.C., 2008. The immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its susceptibility to Vibrio alginolyticus under low and high pH stress. *Fish & shellfish immunology*, *25*(6), pp.701-709.
27- Lin, Y.C. and Chen, J.C., 2001. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. *Journal of experimental marine biology and ecology*, *259*(1), pp.109-119.
28- Liu, C.H., Cheng, W., Hsu, J.P. and Chen, J.C., 2004. Vibrio alginolyticus infection in the white shrimp *Litopenaeus vannamei* confirmed by polymerase chain reaction and 16S rDNA sequencing. *Diseases of aquatic organisms*, *61*(1-2), pp.169-174.
29- Londry, K.L. and Suflita, J.M., 1999. Use of nitrate to control sulfide generation by sulfate-reducing bacteria associated with oily waste. *Journal of industrial microbiology & biotechnology*, *22*(6). , pp. 582-589
30- Ng, L.Y., Ng, C.Y., Mahmoudi, E., Ong, C.B. and Mohammad, A.W., 2018. A review of the management of inflow water, wastewater and water reuse by membrane technology for a sustainable production in shrimp farming. *Journal of Water Process Engineering*, *23*, pp.27-44.
31- Ostrensky, A. and Wasielesky Jr, W., 1995. Acute toxicity of ammonia to various life stages of the São Paulo shrimp, *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. *Aquaculture*, *132*(3-4), pp.339-347.
32- Pérez-González, A., Ibáñez, R., Gómez, P., Urtiaga, A.M., Ortiz, I. and Irabien, J.A., 2015. Recovery of desalination brines: separation of calcium, magnesium and sulfate as a pre-treatment step. *Desalination and Water Treatment*, *56*(13), pp.3617-3625.
33- Perez-Velazquez, M., González-Félix, M.L., Jaimes-Bustamente, F., Martínez-Córdova, L.R., Trujillo-Villalba, D.A. and Davis, D.A., 2007. Investigation of the effects of salinity and dietary protein level on growth and survival of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the world aquaculture society*, *38*(4), pp.475-485.
34- Pinto, M.R., Lucena, M.N., Faleiros, R.O., Almeida, E.A., McNamara, J.C. and Leone, F.A., 2016. Effects of ammonia stress in the Amazon river shrimp Macrobrachium amazonicum (Decapoda, Palaemonidae). *Aquatic Toxicology*, *170*, pp.13-23.
35- Ray, A.J., Lewis, B.L., Browdy, C.L. and Leffler, J.W., 2010. Suspended solids removal to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production and an evaluation of a plant-based feed in minimal-exchange, superintensive culture systems. *Aquaculture*, *299*(1-4), pp.89-98.
36- Roy, L.A., Davis, D.A., Saoud, I.P. and Henry, R.P., 2007. Effects of varying levels of aqueous potassium and magnesium on survival, growth, and respiration of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters. *Aquaculture*, *262*(2-4), pp.461-469.
37- Schroeder, J.P., Klatt, S.F., Schlachter, M., Zablotski, Y., Keuter, S., Spieck, E. and Schulz, C., 2015. Impact of ozonation and residual ozone-produced oxidants on the nitrification performance of moving-bed biofilters from marine recirculating aquaculture systems. *Aquacultural Engineering*, *65*, pp.27-36.
38- Thomas, Y., Courties, C., El Helwe, Y., Herbland, A. and Lemonnier, H., 2010. Spatial and temporal extension of eutrophication associated with shrimp farm wastewater discharges in the New Caledonia lagoon. *Marine Pollution Bulletin*, *61*(7-12), pp.387-398.

39- Tomasso, J.R., 1994. Toxicity of nitrogenous wastes to aquaculture animals. *Reviews in Fisheries Science*, *2*(4), pp.291-314.
40- Turkmen, G. and Toksen, E., 2014. Biosecurity and major diseases in shrimp culture. In *2nd International symposium on sustainable development. International Burch University, Sarajevo, Bosnia-Herzegovina* (pp. 606-615).
41- Valderrama, D. and Engle, C.R., 2002. Economic optimization of shrimp farming in Honduras. *Journal of the World Aquaculture Society*, *33*(4), pp.398-409.