تکثیر، پرورش و فناوریهای نوین

رویکرد متقابل اثرات مفید و چالش های فراروی فناوری نوین بیوفلاک در صنعت آبزی پروری

میلاد منیعات[1*]، مزدک عالی محمودی[1]، فواد پور[2]، احمد واحد اصل[3]

[1] دانشجوی دوره دکتری تخصصی تکثیر و پرورش آبزیان، گروه شیلات، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

[2] عضو باشگاه پژوهشگران و نخبگان جوان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آبادان

[3] شرکت تعاونی پرورش ماهی مهر شماره یک خرمشهر

*Email: Maniatmilad@gmail.com

واژه‌های کلیدی: آبزی پروری، بیوفلاک، توسعه پایدار

مقدمه

امروزه یکی از راهکارهای اساسی در راستای تامین غذای سالم با توجه به رشد روزافزون جمعیت انسان، استفاده همه جانبه از ظرفیت های صنایع مرتبط با تولید مواد غذایی از جمله آبزی پروری است. در این میان ضرورت دارد به منظور حفظ محیط زیست و منابع طبیعی، رشد صنعت آبزی پروری در شکلی پایدار صورت بپذیرد. به عبارتی آبزی پروری پایدار است که می تواند به صورتی متناوب، موجب تامین پروتئین مصرفی سالم با حداقل اثرات مخرب زیست محیطی گردد. فن آوری بیوفلاک (Biofloc) یک تکنولوژی نوین در زمینه ی افزایش کیفیت آب در آبزی پروری از طریق برقراری تعادل بین نسبت کربن و نیتروژن در سیستم آبزی پروری است. این فناوری به تازگی به عنوان یک روش اصولی و پایدار برای کنترل کیفیت آب، همراه با افزایش مقادیر پروتئین تولیدی در استخر و محیط پرورش مطرح گردیده است. در این مقاله به بررسی رویکرد متقابل اثرات مفید و چالش های فراروی فناوری نوین بیوفلاک در صنعت آبزی پروری پرداخته می شود. در ابتدا می بایست یادآور گردید چنانچه تعادل بین کربن و نیتروژن در استخر پرورشی برقرار گردد، آمونیوم به همراه ضایعات نیتروژنی آلی استخر (مثل پروتئین ها ، آمینواسیدها و اوره به انضمام نیتروژنی که در ارگانیسم های زنده و بافت حیوانی، گیاهی فاسد شده) به زیست توده باکتریایی تبدیل خواهند شد(Schneider et al., 2005). با افزودن کربوهیدرات به استخر، رشد باکتری هتروتروف تحریک و جذب نیتروژن از طریق تولید پروتئین میکروبی انجام می گیرد(Avnimelech, 1999). فناوری بیوفلاک یک تکنیک افزایش کیفیت آب از طریق افزودن میزان کربن به سیستم آبزی پروری، از طریق یک منبع کربن خارجی و یا محتوای کربن بالا از خوراک است. این جذب نیتروژن توسط افزایش رشد باکتری و کاهش غلظت آمونیوم با سرعت بیشتر از طریق نیتریفیکاسیون صورت می گیرد(Hargreaves, 2006). فناوری بیوفلاک تبادل و تعویض آب را به حداقل می رساند و کیفیت آب سیستم پرورشی را در حد مطلوب حفظ می کند. همچنین این سیستم میتواند با پروتئینی را با هزینه کم تولید کند که به مصرف آبزی برسد(Crab, 2010; Crab et al., 2007, 2009, 2010a). در مقایسه با فناوری تصفیه آب معمولی مورد استفاده در آبزی پروری، تکنولوژی بیوفلاک یک جایگزین مقرون به صرفه (در حدود ۳۰٪ کاهش هزینه های تصفیه آب) می باشد. علاوه بر این افزایش بالقوه در هزینه خوراک (در سیستم های فن آوری بیوفلاک بهره‌وری استفاده از پروتئین دو برابر بالاتر است نسبت به استخر معمولی) و به دنبال آن هزینه تولید را در آبزی پروری آینده به مراتب کمتر کند(Avnimelech, 2009; De Schryver et al., 2008). در تکنولوژی های معمول به منظور مدیریت و حذف ترکیبات نیتروژنی بر اساس سیستم های زمینی یا ترکیبی حذف مواد جامد و راکتورهای نیتریفیکاسیون می باشند (Crab et al., 2007). این روش ها معایبی دارند مانند نگهداری مکرر و در بیشتر موارد تنها تصفیه ی جزئی

آب را انجام می دهند. این روش ها آلودگی های ثانویه را تولید می کنند و اغلب هزینه بالایی دارند(Lezama-Cervantes and Paniagua-Michel, 2010). تکنولوژی بیوفلاک توانایی بالایی دارد، تکنیکی مقرون به صرفه است و کار با آن نیز آسان می باشد. یکی از ابعاد مهم تکنولوژی، غلظت بالای مواد جامد معلق در آب استخر است. هوادهی و اختلاط مناسب به منظور معلق ماندن ذرات و تداخل در تعویض آب یا زهکشی لجن ها در زمانی که غلظت ذرات جامد معلق بالا هست، مورد نیاز است (Avnimelech, 2009). اگرچه این جنبه ای مهم از تکنولوژی بیوفلاک است اما شناخت دقیق در انتخاب و قراردهی هواده ها هنوز وجود ندارد. تحقیقات آینده باید این موضوع را پوشش دهد(Avnimelech, 2009). جنبه های ساختاری تکنولوژی بیوفلاک در استخرها تنها هوادهی را در بر می گیرد. بنابراین بهبود و تنظیم طراحی این استخرها بر حسب اختلاط آب و کنترل مواد، مورد نیاز است(Avnimelech, 2009). هنگام ایجاد تکنولوژی بیوفلاک در استخرهای آبزی پروری، یک دوره ی آغازین به منظور تثبیت یک سیستم مناسب با توجه به کنترل کیفیت آب مورد نیاز است و این مسئله به بار نیتروژنی و آلی آب پرورش و توان سیستم بستگی دارد. همچنین به منظور ایجاد جمعیت میکروبی مورد نیاز در یک بیوفیلتر به حدود ۴ هفته زمان، بسته به مغذی ها، سرعت جریان آب و دما، نیاز است (Avnimelech, 2009). اما از آنجا که هتروتروف ها در سرعتی ۱۰ برابر بیشتر از باکتری های تبدیل کننده ی ترکیبات نیتروژنی در بیوفیلتر ها عمل می کنند(Crab et al., 2007). بیوفلاک ها معمولاً می توانند بسیار سریع تر از بیوفیلترهای معمول ایجاد شوند. حتی به منظور کاهش زمان شروع تکنولوژی بیوفلاک، بهتر است که اثر افزودن برخی مواد مانند رس به آب آغازین مورد بررسی قرار گیرد که تشکیل فلاک را تحریک کند. همچنین باروری با آب استخرهای حاوی بیوفلاک یا با بارورکننده های خاص، دوره ی آغازین را تسریع می بخشد. توان تکنولوژی بیوفلاک در جنبه ی بستر به بستر آن است همانگونه که توسط McDonough and Braungart (۲۰۰۲) توصیف شده، که در آن اصطلاح ضایعات در حقیقت وجود ندارد. بر اساس اصطلاح بیوفلاک، نیتروژن زائد تولید شده توسط خوراک خورده نشده و فضولات از موجودات پرورشی به خوراکی پروتئینی برای ارگانیسم های مشابه تبدیل می شود. به جای فاز رو به پایین، یک پدیده ای اغلب در بازیابی مجدد یافت می شود، این تکنیک در واقع از طریق بستن چرخه ی مواد مغذی از مواد استفاده ی مجدد می کند. بنابراین تعویض آب می تواند بدون کاهش کیفیت آب، محدود شود و در نتیجه مقدار کل مغذی ها که به درون آب های مجاور تخلیه می شود، کاهش یابد (Lezama-Cervantes and Paniagua-Michel, 2010). در همین مورد تکنولوژی بیوفلاک را می توان در موارد نگهداری دمای مناسب آب، کیفیت خوب آب و بازماندگی بالای ماهی در شرایط تعویض کم آب یا بدون تعویض آب، استخرهای گلخانه ای به منظور غلبه بر دوره های دمای پایین در زمستان، مورد استفاده قرار داد(Crab et al., 2009). علاوه بر این در زمان برداشت، شرایط ماهی در همه ی استخرها خوب می باشد.

اجرای تکنولوژی بیوفلاک در آبزی پروری

استفاده از هر تکنیکی بدون مشکل نیست و تکنولوژی بیوفلاک نیز در مرحله اجرا با موانعی روبرو است. مهمترین مانع در این مورد ترغیب پرورش دهندگان برای اجرای این تکنیک است. چرا که تکنولوژی بیوفلاک خلاف این تصور معمول است که آب در استخر باید تمیز و شفاف باشد(Avnimelech, 2009). از طرف دیگر چندین فاکتور باعث ارتقای این تکنیک شده است: اولاً کمبود یا گرانی آب که توسعه ی آبزی پروری را محدود می کند. دوماً رهاسازی پساب های آلوده به طبیعت در بسیاری از کشورها ممنوع می باشد. سوماً شیوع زیاد بیماری های عفونی منجر به اقدامات امنیت زیستی بیشتر مانند کاهش میزان تعویض آب شده است(Avnimelech, 2009). نیاز است که تجربیات تکنولوژی بیوفلاک و دانش تخصصی در مورد این تکنیک به پرورش دهندگان به صورت واضح، کاربردی و ساده تر منتقل شود و فراموش نشود که بر مزایای اقتصادی این تکنیک تمرکز بیشتری گردد. یکی از ابعاد مهم اجرای تکنولوژی بیوفلاک در آبزی پروری، پایش استخرها می باشد. تکنولوژی بیوفلاک به طور کامل قابل پیش بینی نیست و بنابراین می تواند اجرای آن در سطح مزرعه پرخطر باشد. ابزار پایش، غلظت کل مواد جامد معلق یا بیوفلاک ها و مقدار ته نشینی است، که هر دوی آن ها را می توان به سرعت و به آسانی اندازه گیری کرد (De Schryver et al., 2008). مانیتور مولکولی نیز اطلاعاتی در مورد شرایط بیوفلاک در اختیار قرار می دهد اما محدودیت های زمانی و مالی ممکن است سودمندی این روش را در سیستم های

واقعی بیوفلاک تحت تأثیر قرار دهد. زمانی که تحقیقات آینده جزییات تکنولوژی بیوفلاک را دقیقاً مشخص کند و پرورش دهندگان متقاعد شوند که این تکنیک را اجرا کنند، مشتریان هنوز نیاز به متقاعد شدن برای خرید محصولات آبزی پروری حاصل از استخرهای بیوفلاک دارند. ایده ی آسان سازی شده ی بازچرخش فضولات ارگانیزم های آبزی به درون غذا ممکن است مشتریان را بترساند و آن ها را از خرید این محصولات بازدارد. علیرغم این مشکل، واضح است که با رشد جمعیت انسانی، پیشرفت تکنولوژی برای حفظ جمعیت های طبیعی ماهی و کنترل قیمت ماهی مورد نیاز است (Jiang, 2010). افزایش جمعیت منجر به افزایش قیمت ماهی به دلیل کمبود غذاهای دریایی می شود و فشار بر ذخایر طبیعی ماهی را افزایش می دهد (Péron et al., 2010). بالعکس آن، پیشرفت تکنولوژی و تولید ماهی از طریق آبزی پروری به کاهش قیمت ماهی و افزایش ذخایر طبیعی منجر می شود که راه تولیدی نسبتاً آسان تر است. بنابراین تکنولوژی بیوفلاک می تواند فشار بر ذخایر طبیعی را کاهش دهد، و بهبود آسایش اجتماعی را از طریق کاهش قیمت ماهی باعث شود که هم برای پرورش دهندگان و هم برای مشتریان سودمند است. علاوه بر این، در حال حاضر اگر غذای مصرف کنندگان تضمین شده باشد، آن را می پذیرند و تجاری می شود بدین دلیل که مضر برای سلامتی نیست، سازگار با طبیعت است و ملاحظات اخلاقی و اجتماعی در آن رعایت شده است (FAO, 2009). علاوه بر خود تکنولوژی بیوفلاک، چندین محقق به دنبال ترکیب این تکنولوژی با تکنیک های نوین دیگر هستند تا کیفیت آب در آبزی پروری و پساب آن کنترل شود. تحقیقات نشان می دهد که این تکنیک مفید و مقرون به صرفه است، مخصوصاً برای سیستم های مدار بسته ی آبزی پروری با مصرف انرژی پایین. استفاده از استخرهای با تکنولوژی بیوفلاک در ترکیب پرورش چند گونه ای، یک روش نوین و امیدوار کننده است. Kuhn و همکاران (۲۰۰۹) بیوفلاک های خشک و فرآوری شده از استخرهای تیلاپیا را در خوراک میگو گنجاندند و میانگین وزنی در حدود ۱/۶ برابر بیشتر از میانگین وزن با خوراک تجاری در یک هفته بدست آوردند. این سیستم یک شکل غیر مستقیم پلی کالچر است و شکل مستقیم تر که پرورش ماهی یا میگو با سبزیجات، ریزجلبک ها، سخت پوستان و نرم تنان است، می تواند بسیار موفق تر باشد (Neori et al., 2004). منشأ استراتژی آبزی پروری متراکم در پرورش چند گونه ای گسترده ی سنتی است. بیشتر تولید آبزی پروری جهانی، امروزه در سیستم های نیمه متراکم و گسترده پرورش داده می شوند. همچنین علاقه به سیستم های آبزی پروری متراکم با تکنولوژی بالا همراه با افزایش تقاضای محصولات آبزی پروری، رو به افزایش است. تکنولوژی بیوفلاک می تواند با استخرهای پلی کالچر ترکیب شود که کیفیت آب، موجودیت غذای طبیعی، اولویت غذایی، رشد و تولید در یک سیستم متراکم را افزایش می دهد(Rahman et al., 2008).

بحث و نتیجه گیری

انواعی از ویژگی های مفید تکنولوژی بیوفلاک را می توان برشمرد؛ از کنترل کیفیت آب تا تولید غذای در محل و برخی ویژگی های دیگر. تکنولوژی بیوفلاک یک نوع سیستم آبزی پروری را پیشنهاد می کند که همزمان موضوعات زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی را همراه با رشد مناسب موجود پرورشی، پوشش می دهد. محققین در حال کار بر روی توسعه ی این تکنیک و پرورش دهندگان در حال بررسی آن به عنوان سیستم آبزی پروری آینده هستند. اگرچه اساس این تکنولوژی همین است، اما توسعه ی بیشتر، تنظیم دقیق تر و ایجاد بهتر آن به تحقیقات بیشتری نسبت به زمان حاضر و نسل های بعد محققین، پرورش دهندگان و مصرف کنندگان به منظور تبدیل این تکنیک به سیستم پایدار آبزی پروری آینده، نیاز دارد.

منابع

Avnimelech, Y., 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. Aquaculture 176, 227–235.

Avnimelech, Y., 2009. Biofloc Technology — A Practical Guide Book. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States. 182 pp.

Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P., Verstraete, W., 2007. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. Aquaculture 270, 1–14.

Crab, R., Chielens, B., Wille, M., Bossier, P., Verstraete, W., 2010a. The effect of different carbon sources on the nutritional value of bioflocs, a feed for Macrobrachium rosenbergii postlarvae. Aquaculture Research 41, 559–567.

Crab, R., 2010. Bioflocs technology: an integrated system for the removal of nutrients and simultaneous production of feed in aquaculture. PhD thesis, Ghent University. 178 pp.

Crab, R., Kochva, M., Verstraete, W., Avnimelech, Y., 2009. Bio-flocs technology application in over-wintering of tilapia. Aquaculture Engineering 40, 105–112.
Crab, R., Lambert, A., Defoirdt, T., Bossier, P., Verstraete, W., 2010b. Bioflocs protect gnotobiotic brine shrimp (Artemia franciscana) from pathogenic Vibrio harveyi. Journal of Applied Microbiology 109, 1643–1649.
De Schryver, P., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., Verstraete, W., 2008. The basics of bio- flocs technology: the added value for aquaculture. Aquaculture 277, 125–137.
Dinh, T.N., Wille, M., De Schryver, P., Defoirdt, T., Bossier, P., Sorgeloos, P., 2010. The effect of poly-β-hydroxybutyrate on larviculture of the giant freshwater prawn (Macrobrachium rosenbergii). Aquaculture 302, 76–81.
FAO, 2009. The State of World Fisheries and Aquaculture 2008. FAO, Rome. Felix, N., Sudharsan, M., 2004. Effect of glycine betaine, a feed attractant affecting growth and feed conversion of juvenile freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii. Aquaculture Nutrition 10, 193–197.
Hargreaves, J.A., 2006. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. Aquaculture Engineering 34, 344–363.
Jiang, S., 2010. Aquaculture, capture fisheries, and wild fish stocks. Resource Energy Economics 32, 65–77.
Kuhn, D.D., Boardman, G.D., Lawrence, A.L., Marsh, L., Flick, G.J., 2009. Microbial floc meals as a replacement ingredient for fish meal and soybean protein in shrimp feed. Aquaculture 296, 51–57.
Lezama-Cervantes, C., Paniagua-Michel, J., 2010. Effects of constructed microbial mats on water quality and performance of Litopenaeus vannamei post-larvae. Aquaculture Engineering 42, 75–81.
McDonough, W., Braungart, M., 2002. Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things. North Point Press, New York, US. 193 pp.
Neori, A., Chopin, T., Troell, M., Buschmann, A.H., Kraemer, G.P., Halling, C., Shpigel, M., Yarish, C., 2004. Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. Aquaculture 231, 361–391.
Péron, G., Mittaine, J.F., Le Gallic, B., 2010. Where do fishmeal and fish oil products come from? An analysis of the conversion ratios in the global fishmeal industry. Marine Policy 34, 815–820.
Rahman, M.M., Nagelkerke, L.A.J., Verdegem, M.C.J., Wahab, M.A., Verreth, J.A.J., 2008. Relationships among water quality, food resources, fish diet and fish growth in polyculture ponds: a multivariate approach. Aquaculture 275, 108–115.
Schneider, O., Sereti, V., Eding, E.H., Verreth, J.A.J., 2005. Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems. Aquaculture Engineering 32, 379–401.