استاندارد برخی پارامترهای بحرانی آب ورودی و خروجی در تراکم‌های مختلف فیل ماهی

ذبیح‌اله پژند[۱]

[۱] موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، ایران

ص. پ: ۳۴۶۴ ـ ۴۱۶۳۵

چکیده

تجزیه مواد جامد در سیستم آبزی‌پروری باعث افزایش آمونیاک، نیتریت، نیترات و فسفات و کاهش اکسیژن محلول و در نتیجه باعث کاهش کیفیت آب در گردش می‌شود. در آبزی پروری پایدار با برآورد میزان مواد مغذی آب خروجی حاصل از پرورش ماهی جهت استفاده مجدد می‌توان راهکارهای لازم را جهت تصفیه مجدد آن ارائه نمود. در این بررسی بچه فیل ماهیان به درون ۱۲ مخزن ۸۰ لیتری معرفی گردیدند و طی مدت ۵۵ روز آزمایش با تغذیه از جیره غذایی ماهیان خاویاری به میزان ۲ درصد وزن بدن طی ۴ وعده روزانه مورد تغذیه قرار گرفتند. ۳ تیمار تراکم شامل تراکم‌های ۳-۲ ، ۴-۳ و ۵-۴ کیلوگرم در متر مربع و هر تیمار با سه تکرار در نظر گرفته شد. میزان آمونیاک، فسفات، نیتریت و نیترات در تراکم‌های ۳-۲ و ۴-۳ کیلوگرم در متر مربع اختلافی نداشتند و این اختلاف در تراکم ۵-۴ کیلوگرم در متر مربع در مقایسه با تراکم‌های پایین‌تر بیشتر نمایان گردید. در این بررسی می‌توان نتیجه گرفت در سیستم پرورش بچه فیل‌ماهیان در اندازه‌های ۱۰۰-۵۰ گرمی تراکم ۴-۳ کیلوگرم در متر مربع از نظر پارامترهای بحرانی آب خروجی جهت استفاده مجدد آب به همراه تصفیه فیزیکی و بیولوژیکی آن مناسب خواهد بود.

کلمات کلیدی: پارامترهای بحرانی آب، تراکم، فیل‌ماهی

[۱] - نویسنده مسئول : Zpajand@gmail.com

مقدمه

افزایش تقاضای بازار برای غذاهای دریایی، صنعت آبزی-پروری را به سمت پرورش آبزیان با تراکم بالا سوق داده است (Tovar *et al.*, 2000) با ملزم نمودن مزارع به طراحی اصولی می‌توان از خطرات زیست‌محیطی ناشی از پساب آنها جلوگیری نمود. آب خروجی حاصل از آبزی-پروری حاوی مقادیر زیادی از غذای زاید (غذای خورده نشده) و مواد دفعی می‌باشد (Tovar *et al.*, 2000) و تخلیه این آب در محیط طبیعی باعث پدیده پرغذایی (یوتریفیکاسیون) در خلیج‌ها و مصب ها می‌شود (Nixon, 1995). بنابراین، افزایش بهره‌وری با کمترین اثرات منفی زیست محیطی یکی از مهمترین موضوعات توسعه آبزی-پروری پایدار محسوب می‌گردد (Honda and Kikuchi, 2002).

توسعه پرورش ماهیان بصورت متراکم طی سالهای اخیر موجب توجه اثرات پساب به محیط زیست گردید. بر همین اساس محققین در توسعه تکنولوژی‌های جدیدی به منظور کاهش اثرات زیست محیطی ناشی از مواد مغذی حاصل از آبزی‌پروری متمرکز شدند (Folke *et al.*, 1998; Crab *et al.*, 2007). محققین زیادی در سراسر دنیا بر این باورند که با توسعه تکنولوژی های جدید می‌توان اثرات زیست محیطی ناشی از آبزی پروری را بویژه در بهبود کیفیت آب و استفاده بهینه از آب خروجی توسط موجوداتی در سیستم آبزی پروری کاهش دهند (Folke *et al.*, 1998; Crab *et al.*, 2007). تجزیه این مواد جامد باعث افزایش آمونیاک، نیتریت، نیترات و کاهش اکسیژن محلول می‌شود که در نتیجه باعث کاهش کیفیت آب در گردش می‌شود (Fotedar, 2016). برای مدت زمان طولانی گونه فیل‌ماهی به عنوان گزینه مناسب برای معرفی به صنعت آبزی پروری مورد توجه محققین شیلاتی بوده است. اقدامات اجرایی و بررسی‌های تحقیقاتی با هدف تولید گوشت با پرورش آن در مخازن فایبرگلاس در سال ۱۳۶۹ آغاز شد (یوسف‌پور، ۱۳۷۰). علاوه بر رشد سریع آن در آب شیرین (محسنی و همکاران، ۱۳۸۵)، برتری رشد در آب لب شور دریای خزر (پورعلی فشتمی و همکاران، ۱۳۸۱، ۱۳۸۳ و ۱۳۹۱a) و توانایی سازش با شرایط نامساعد زیستی و تحمل دامنه وسیع دمایی، دامنه محدوده وسیع رژیم غذایی و برخی از خصوصیات مورفولوژیک (درصد گوشت بیشتر) و سایر صفات بیولوژیک بعنوان گونه پرورشی اقتصادی در تولید گوشت معرفی گردید.

پساب خروجی استخرهای پرورش ماهی دارای مواد زائد زیادی از قبیل نیتروژن، فسفر، غذاهای خورده نشده و فلور میکروبی روده ماهی است که با رهاسازی به اکوسیستم‌های طبیعی باعث آلودگی، شکوفایی جلبکی و در نتیجه تغییر ساختار اکوسیستم های رودخانه‌ها و دریاچه‌ها می‌شود. بنابراین می‌توان با کاهش بار مواد آلی پساب خروجی و حذف مواد سمی نیتروژنی بوسیله باکتریهای هتروتروف موجود در سیستم، علاوه بر توسعه پایدار آبزی‌پروری و کمک به ثبات اکوسیستم‌های طبیعی، به صرفه جویی در میزان آب و غذای مصرفی کمک شایانی کرد (پیلی، ۲۰۰۴).

محدوده تحمل کیفیت آب به ویژه دما و شوری به میزان زیادی به گونه آبزی پروری بستگی دارد . عوامل تعیین کننده کیفیت آب از لحاظ ارزیابی زیست محیطی اهمیت دارند. این عوامل عمدتا شامل اکسیژن محلول، pH، دی اکسیدکربن، آمونیاک، نیتریت، نیترات، سولفید هیدروژن، آفت‌کشها و کدورت می باشند. سطوح اپتیمم بسیاری از این عوامل برای اغلب گونه‌ها شناخته شده نیست. اما براساس آزمایش‌های انجام شده پیرامون مسمومیت زیر سطح کشنده در طولانی مدت و کاربرد آنها در مزارع پرورشی، به صورت آزمایشی سطوح مجاز آنها مشخص شده‌اند. به طور کلی، آب مناسب برای ماهیان خاویاری آبی است که فاقد آمونیاک، نیتریت کمتر از ۰/۲۵ mg/l، نیترات کمتر از ۱۵۰ mg/l، pH بین ۹-۷ و اکسیژن بیشتر از ۶ mg/l و دمای آب کمتر از ۲۸ درجه سانتی‌گراد باشد (Quick and White, 2007). در پرورش متراکم ماهی، غلظت دی اکسید کربن آزاد از صفر میلی‌گرم در لیتر در بعد از ظهر تا۱۰-۵ میلی گرم در لیتر در سپیده دم بدون بروز علائم بیماری در ماهی، نوسان می‌کند. هنگامیکه غلظت اکسیژن محلول بالاست افزایش غلظت دی اکسید کربن آزاد حتی تا ۶۰ میلی‌گرم در لیتر قابل تحمل می‌باشد (Quick and White, 2007).

آمونیاک یونیزه نشده (NH_3) برای ماهی سمی ولی یون آمونیوم (NH_4) برای ماهی مسمومیتی به همراه ندارد

(Downing and Merkens, 1955). طبق نظر کمیسیون ماهیگیری آبهای داخلی اروپا معمولا آمونیاک در سطوح ۲-۰/۶ میلی‌گرم در لیتر در کوتاه مدت منجر به مسمومیت می‌شود. سایر محققین حداکثر غلظت قابل تحمل برای آمونیاک را ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر در نظر می‌گیرند. ولی غلظت مطلوب پایین‌تر از این حد می‌باشد.

هنگامیکه غلظت اکسیژن محلول پایین است، سمیت آمونیاک غیر یونیزه بیشتر می‌شود. اما از آنجایی که با افزایش غلظت دی اکسید کربن سمیت آمونیاک کاهش می‌آید، این مسئله از اهمیت کمی در استخرهای پرورشی برخوردار است. اطلاعات موجود در مورد سطوح مجاز نیتریت (NO_2) بسیار اندک است. در طولانی مدت، حداکثر مقدار توصیه شده نیتریت در آبهای شیرین سخت ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر است. این مقدار نیتریت کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر است (پیلی، ۲۰۰۴).

کدورت نیز یک عامل تعیین کننده در کیفیت آب می‌باشد که یک پرورش‌دهنده بایستی آن را کنترل نماید. ذرات معلق که باعث کدورت آب می‌شوند، معمولا اثری بر ماهی و سخت پوستان ندارند. اما نفوذ نور را کاهش داده و فتوسنتز را محدود می‌کنند. کدورتی که توسط پلانکتون‌ها ایجاد می‌شود، برای ماهی خطری به همراه ندارد. اما کدورت ناشی از رس بیش از ۲۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در بسیاری از گونه‌ها واکنش رفتاری را به همراه دارد. مرگ و میرهای بسیار بالا در کدوت‌های بالاتر از ۱۷۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر رخ می‌دهد (پیلی، ۲۰۰۴).

در سال‌های اخیر، به علت افزایش نگرانی‌های زیست‌محیطی ناشی از آبزی‌پروری، اثرات تخلیه پساب انواع خاصی از آبزی-پروری توجه ویژه‌ای را به خود جلب کرده است. مواد زائد موجود در پساب‌های مزارع پرورش متراکم کانالی جریان‌دار حاوی مواد زاید جامد یا محلول می‌باشند. مواد زاید جامد ممکن است به صورت معلق یا به صورت رسوب باشند و عمدتاً حاوی کربن آلی و ترکیبات نیتروژن‌دار می‌باشند. مواد زاید محلول نیز با مواد متابولیک حاصل از آبزیان مورد پرورش یا حاصل از تجزیه مواد آلی هستند. اندازه‌گیری BOD (مقدار اکسیژن مورد نیاز میکروارگانیسم‌ها برای تجزیه مواد آلی)، پارامتری ارزشمند برای ارزیابی میزان آلودگی حاصل از مواد دفعی و زائد می‌باشد. تأثیر پسابها در منابع آبی دریافت کننده مزارع پرورشی بسیار متفاوت و به شرایط منطقه بستگی دارد (Quick and White, 2007).

کاهش اکسیژن سبب حاکم شدن شرایط بی‌هوازی و موجب احیا شدن رسوبات و در نتیجه تولید آمونیاک، سولفید هیدروژن و متان می‌شود که ممکن است این مواد در داخل آب منتشر شوند (Enell & Lof, 1983). آمونیاک به مقدار قابل توجهی در آب حل شده و به مقدار نیتروژن اضافه می‌شود. بیشتر سولفید هیدروژن (به میزان جزئی قابل حل در آب) و کل متان تولید شده به شکل گاز در آب انتشار می‌یابند.

مدیریت غذا شامل اندازه غذا و تنظیم اندازه زیتوده و ترکیب سنی و همچنین تنظیم فواصل غذادهی مطابق با شرایط زیست‌محیطی می‌باشد. برای تنظیم و کنترل غذادهی مطابق با تغییرات روزانه پارامترها می‌توان از برنامه‌های کامپیوتری جهت کاهش تبدیل ضریب غذایی و بهبود کیفیت پساب‌های تخلیه شده استفاده نمود. میزان مواد زائد حاصل از یک مزرعه پرورش یا یک واحد تولیدی را می‌توان بر اساس ترکیب شیمیایی ماهی، غذا و تولید ماهی یا رشد محاسبه کرد. مقادیر مواد آلی، نیتروژن و فسفر دفع شده و دفع دی اکسید کربن و آمونیاک از طریق آبشش‌ها می‌تواند براساس قابلیت سوخت و ساز غذا باشد (Enell & Lof, 1983). نحوه برآورد مواد زاید از تولید یک کیلوگرم ماهی در جدول ذیل ارائه شده که در آن مقدار مواد آلی به صورت انرژی و BOD نشان داده می‌شود:

جدول ۱- مقدار انرژی، مواد آلی (BOD)، نیتروژن و فسفر حاصل از تولید یک کیلوگرم ماهی (Enell & Lof, 1983)

ترکیبات	انرژی (Kcal/kg)	BOD (g/kg)	نیتروژن (g/kg)	فسفر (g/kg)
غذا	۷۸۲۹	۲۴۱۶	۱۲۰	۱۵
ماهی	۲۷۴۶	۸۴۸	۳۹/۶	۴/۵
مواد مدفوعی	۱۴۳۹	۴۴۴	۱۸	۱۰/۵
ترشحات+آمونیاک	۴۳۰	۱۳۳	۷۲/۴	-
تنفس	۳۲۱۳	۹۹۲	-	-
مدفوع+ترشحات	۱۸۶۹	۵۷۷	۹۰/۴	۱۰/۵

بچه فیل‌ماهیان (میانگین طول و وزن اولیه به ترتیب ۰/۱۴ ±۱۹/۵۴ سانتی‌متر و ۰/۲۷ ± ۲۷/۷۸ گرم) تکثیر شده از

مولدین فیل‌ماهیان وحشی در مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری شهید بهشتی به سالن تکثیر و پرورش موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر انتقال یافتند. آنها به درون ۱۲ مخزن ۸۰ لیتری (۶۰ سانتی‌متر قطر و ۴۰ سانتی متر عمق آبگیری) معرفی گردیدند (شکل ۳-۳) و آزمایش‌ها برای مدت ۵۵ روز به طول انجامید. فیل‌ماهیان از جیره غذایی ماهیان خاویاری شرکت بیومار (اندازه ۱/۵ میلی متری) حاوی پروتئین ۴۲ درصد، چربی ۲۲ درصد، کربوهیدرات ۱۵ درصد، فیبر ۳/۳ درصد و خاکستر ۸ درصد براساس آنالیز کارخانه به میزان ۲ درصد وزن بدن طی ۴ وعده روزانه مورد تغذیه قرار گرفتند (Mohseni *et al*., 2006).

۳ تیمار تراکم شامل تراکم‌های ۳-۲ ، ۴-۳ و ۵-۴ کیلوگرم در متر مربع و هر تیمار با سه تکرار در نظر گرفته شد. در زمان غذادهی، برای سهولت دسترسی ماهیان به غذا، جریان آب قطع و سطح آب تا ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر کاهش داده شد و پس از ۳۰ دقیقه مجددا" جریان آب برقرار گردید. آب مورد نیاز از مخلوط آب رودخانه سفیدرود و چاه با دبی یک لیتر در دقیقه (پورعلی و همکاران، ۱۳۸۷) برای تیمارها مورد استفاده قرار گرفت. جهت هوادهی و تامین نیاز اکسیژنی ماهی به هر یک از مخازن یک سنگ هوا که به منبع هواده متصل بود، نصب گردید. زمانیکه بیومتری ماهیان بطور یک هفته در میان انجام پذیرفت میزان غذای مورد نیاز بچه ماهیان بر همان اساس تعیین گردید. ماهیان ۲۴ ساعت قبل از بیومتری گرسنه ماندند تا غذای هضم شده داخل روده‌ها خارج و از استرس پرهیز گردد. ماهیان قبل از معرفی به مخازن شمارش و توزین اولیه شدند و بعد از مدت زمان پرورش (۵۵ روز) به منظور تعیین میزان رشد و بازماندگی مجددا شمارش و توزین گردیدند.

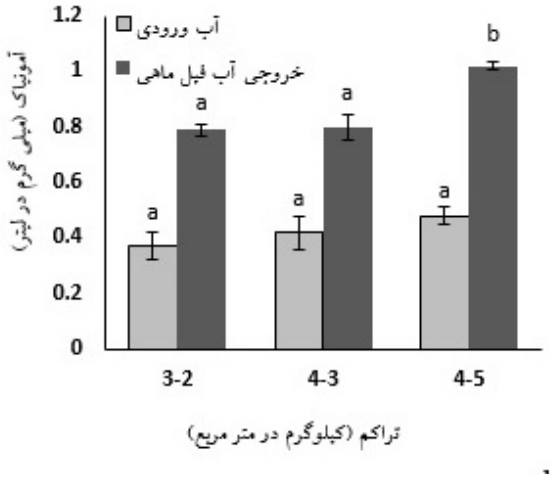
میزان آب ورودی مورد استفاده به مخازن پرورش فیل ماهی ۱/۸-۱/۵ لیتر در دقیقه تنظیم گردید و هوادهی آب در هر تانک انجام پذیرفت. دمای آب، اکسیژن محلول، شوری، EC و pH آب بطور روزانه توسط دستگاه مولتی پارامتر HACH (مدل HQ 40d) با مقادیر میانگین ۰/۷ ± ۲۳/۲ درجه سانتی گراد، ۰/۳۹ ± ۷/۳۶ میلی گرم در لیتر، ۰/۲ ± ۱ گرم در هزار، ۴۰ ± ۱۰۶۰ میکروموس و ۰/۱۸ ± ۷/۳۱ به ترتیب مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. آب مورد استفاده بطور مداوم تعویض گردید.

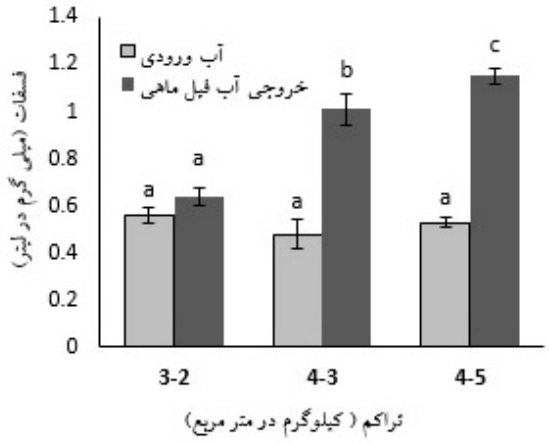
جدول ۲- روند رشد بچه فیل ماهی در تراکم های مختلف تغذیه شده طی ۸ هفته

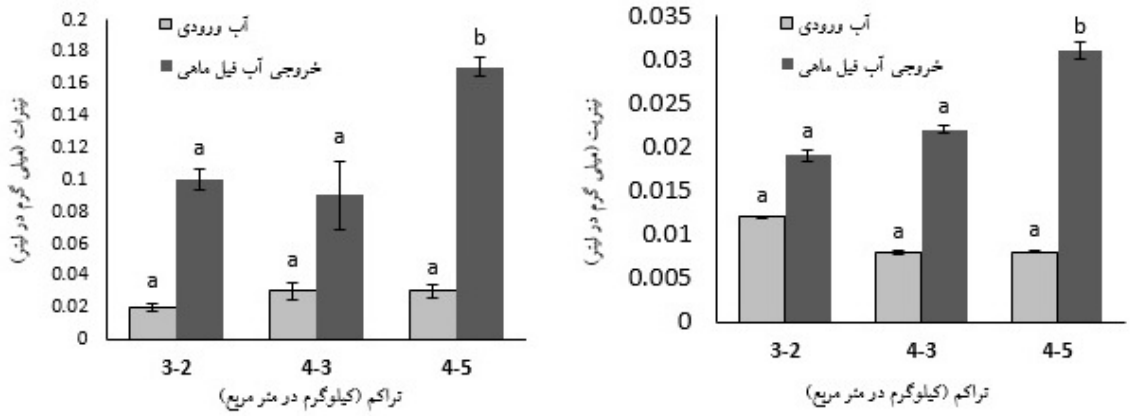
	فیل‌ماهی		
پارامترها	۳-۲(kg/m^2)	۴-۳ (kg/m^2)	۵-۴ (kg/m^2)
طول نهایی (سانتی متر)	۲۶/۱±۵/۲ ^{b}	۲۵/۰±۸۳/۵۶^{ab}	۲۳/۰±۶۵/۹۷ ^{a}
وزن نهایی (گرم)	۸۹/۷±۳۳/۰۲ ^{c}	۶۶/۵±۶۶/۰۳ ^{b}	۴۵/۳±۳۸/۹۵ ^{a}
بیوماس نهایی (گرم در متر مربع)	۲۲۳۳/۱۷۵±۳/۶ ^{a}	۳۳۳۳/۲۵۱±۳/۶ ^{b}	۴۵۳۸/۳۹۵±۶/۹ ^{c}
بیوماس کسب شده (گرم در متر مربع)	۲۱۴۳/۱۶۵±۹۸/۶^{c}	۱۹۵۷/۲۳۰±۸/۱ ^{b}	۱۷۸۴/۳۳۰±۸/۹ ^{a}
تراکم نهایی (عدد در متر مربع)	۲۵^{a}	۵۰ ^{b}	۱۰۰ ^{c}
درصد بازماندگی (درصد)	۰±۱۰۰/۰۰	۰±۱۰۰/۰۰	۰±۱۰۰/۰۰
ضریب رشد ویژه (درصد در روز)	۲/۰±۱۱/۱۳ ^{c}	۱/۰±۵۹/۱۱ ^{b}	۰/۰±۸۹/۱۷ ^{a}
میزان کل غذای مصرف شده (گرم)	۳۱۰/۵±۳/۷۷ ^{a}	۴۸۹/۱۸±۶۶/۸۱ ^{b}	۶۵۵/۲۵±۹۴/۱۶ ^{c}
ضریب تبدیل غذایی	۱/۰±۰۱/۰۸ ^{a}	۱/۰±۲/۰۵ ^{a}	۱/۰±۹۱/۴۷ ^{b}
ضریب چاقی	۰/۰±۴۸/۰۸^{a}	۰/۰±۳۸/۰۱ ^{a}	۰/۰±۳۴/۰۶ ^{a}

حروف انگلیسی غیر مشترک در هر سطر نشان دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین تیمارها با یکدیگر می‌باشند ($P<0.05$)

میزان فاکتور کیفی آب خروجی در تیمارهای با تراکم‌های مختلف فیل‌ماهی (۲-۳، ۳-۴ و ۵-۴ کیلوگرم در متر مربع) در نمودارهای ۴-۱ ارائه شده است. میزان فاکتور آمونیاک به عنوان یک پارامتر بحرانی در سیستم‌های پرورش ماهی در آب ورودی تیمارها اختلافی را با یکدیگر نداشتند. اما میزان این پارامتر در آب ورودی چاه برخلاف انتظار بیشتر از میزان انتظار بود و به همین نسبت میزان آن در آب خروجی به میزان ۲ تا ۳ برابر افزایش نشان داد. همانطور که در نمودار مشخص گردید میزان پارامتر آمونیاک در تراکم‌های ۳-۲ و ۴-۳ کیلو گرم در متر مربع اختلافی را نداشتند و این اختلاف در تراکم ۵-۴ کیلوگرم در متر مربع در مقایسه با تراکم‌های پایین‌تر بیشتر نمایان گردید. این بررسی نشان داد که فاکتور آمونیاک با مدیریت صحیح از نظر رعایت تراکم ماهیان افزایش نخواهد یافت و می‌توان نتیجه گرفت از نظر فاکتور آمونیاکی در سیستم پرورش اندازه‌های بچه فیل‌ماهیان ۱۰۰-۵۰ گرمی میزان ۴-۳ کیلوگرم در متر مربع مناسب خواهد بود. میزان فسفات، نیتریت و نیترات نیز همانند آمونیاک در آب ورودی کمتر از آب خروجی می‌باشد. همچنین میزان آنها در تراکم ۳-۲ و ۴-۳ کیلوگرم در متر مربع در مقایسه با ۵-۴ کیلوگرم در متر مربع اختلاف معنی‌داری را نشان داد.







نمودارهای ۴-۱- میزان فاکتورهای آمونیاک، فسفات، نیتریت و نیترات در آب خروجی حاصل از پرورش فیل‌ماهی

روند رشد فیل‌ماهیان با افزایش تراکم همانطور که انتظار می‌رفت، باعث اختلافاتی در بین تیمارها گردید به عنوان مثال تیمار ۵-۴ کیلوگرم در متر مربع که از بیشترین تراکم ماهی برخوردار بود، کمترین ضریب رشد ویژه را به خود اختصاص داد. در این بررسی سعی شد اطلاعاتی از برخی پارامترهای شیمیایی که در زمان پرورش بچه فیل‌ماهیان ۱۰۰-۵۰ گرمی در آب خروجی ایجاد می‌گردد، ارائه گردد. این موضوع از چندین جنبه حائز اهمیت می‌باشد. در زمان تاسیس یک کارگاه پرورش ماهیان خاویاری باید به آب ورودی مجموعه دقت کافی نمود تا میزان پارامترهای سمی آب از قبیل آمونیاک و نیتریت بالا نباشد. افزایش این پارامترها در آب زیرزمینی شاید به دلیل نفوذ برخی آبهای آلوده به زیر زمین باشد. بطوریکه این موضوع در فصول مختلف نیز با یکدیگر متفاوت است. دستیابی به اطلاعات لازم جهت راه‌اندازی سیستم مدار بسته در پرورش ماهیان داشتن میزان مجاز پارامترهای شیمی آب به منظور کاهش آنها توسط بیوفیلترها می‌باشد. اطلاعات بررسی حاضر تا حدودی می‌تواند میزان فاکتورهایی را که در پرورش بچه فیل ماهیان تولید می‌گردد ارائه دهد تا طراحی لازم جهت کاهش بار مواد معدنی پساب در سیستم‌های مدار بسته محاسبه گردد.

در بخش آبزی‌پروری باید به منافع اجتماعی، اقتصادی آن با در نظر گرفتن آبزی‌پروری مسوولانه توجه نمود. افزایش تقاضای بازار برای غذاهای دریایی، صنعت آبزی‌پروری را به سمت پرورش آبزیان با تراکم بالا سوق داده است (Tovar *et al.*, 2000) با ملزم نمودن مزارع به طراحی اصولی می‌توان از خطرات زیست محیطی ناشی از پساب آنها جلوگیری نمود. افزایش بهره‌وری با کمترین اثرات منفی زیست محیطی مکانیزم‌هایی که بتواند تجمع مواد زائد را کاهش دهد و مواد مغذی زائد را به سمت سود بیشتر در سیستم چند منظوره سوق دهد، مورد پیشنهاد می‌باشد. بنابراین، یکی از نتایج حاصل از آبزی‌پروری چند منظوره، روش‌های عملی کاهش اثرات منفی زیست محیطی حاصل از پرورش ماهی از نظر زیستی و تکنیکی می‌باشد. به طور کلی سیستم‌های یکپارچه برای پرورش گونه‌های مهم تجاری با تراکم بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد تا هزینه‌های زیاد احداث سیستم را جبران کند (Timmons *et al.*, 2002). اخیرا فیلترهای مکانیکی به همراه فیلتراسیون به کمک بی‌مهرگان شامل نرمتنان و همچنین جلبکها جهت افزایش کارآیی فیلتر مواد مغذی معلق و محلول آب مورد استفاده قرار می‌گیرد (Shpigel *et al.*, 1993). بنابراین، افزایش بهره‌وری با کمترین اثرات منفی زیست محیطی یکی از مهمترین موضوعات توسعه آبزی‌پروری پایدار محسوب می‌گردد (Honda and Kikuchi, 2002). برخی محققین معتقدند که کرمهای پرتار *Perinereis nuntia vallata* با تغذیه از مدفوع و بقایای موجودات دیگر آبزی نقش

مهمی را در چرخه غذایی و حفظ محیط زیست موجودات بنتیک بازی می‌کند (Henriksen *et al.*, 1983; Hutchings, 1998). نتایج این مطالعات حاکی از توانایی کرم پرتار *Perinereis nuntia vallata* جهت کاهش نیتروژن مواد آلی حاصل از سیستم گردشی در پرورش ماهی فلاندر بود (Honda and Kikuchi, 2002). مکانیزم‌هایی که بتواند تجمع مواد زائد را کاهش دهد و مواد مغذی زائد را به سمت سود بیشتر در سیستم چند منظوره سوق دهد باید مد نظر قرار گیرد. بنابراین، اگر آبزی پروری پایدار به عنوان یک هدف مد نظر قرار گیرد باید از آب خروجی حاصل از پرورش ماهی مجددا استفاده گردد. مواد آلی آب خروجی در آبزی پروری به عنوان یک جیره با کیفیت بالا می‌تواند به شکل بیوماس کرم نرئیس تبدیل گردد و یک راه حل پایدار برای کاهش مشکل آلودگی حاصل از مواد آلی باشد (Garcia-Alonso *et al.*, 2008).

توصیه ترویجی

بر اساس نتایج بررسی حاضر توصیه می گردد در زمان تاسیس یک کارگاه پرورش ماهیان خاویاری باید به آب ورودی مجموعه دقت کافی نمود تا میزان پارامترهای سمی آب از قبیل آمونیاک و نیتریت بالا نباشد. دستیابی به اطلاعات لازم جهت راه‌اندازی سیستم مدار بسته در پرورش ماهیان داشتن میزان مجاز پارامترهای شیمی آب خروجی به منظور کاهش آنها توسط بیوفیلترها می‌باشد. رعایت اطلاعات بررسی حاضر تا حدودی می‌تواند طراحی لازم جهت کاهش بار مواد معدنی پساب در سیستم‌های مدار بسته را نشان دهد.

منابع

پژند، ذ.ا.، حدادی مقدم، ک.، چوبیان، ف.، روفچایی، ر .و پرندآور، ح.، ۱۳۸۸. بررسی تاثیر دما، شوری و دوره نوری در القاء رسیدگی جنسی و رفتارهای تولیدمثلی کرم نرئیس (*Nereis diversicolor*). مجله علمی شیلات ایران. دوره ۱۸، شماره ۳. صفحات ۱۱ تا ۳۰.

پورعلی فشتمی، ح. ر.؛ محسنی، م.؛ صادقی، م.؛ ارشد، ع. و علیزاده، م.، ۱۳۸۱. مقایسه رشد گونه فیلماهی در دو محیط پرورشی آب لب شور و آب شیرین. خلاصه مقالات دومین همایش ملی – منطقه ای ماهیان خاویاری. صفحات ۴۵-۴۳

پورعلی فشتمی، ح.ر. ؛ محسنی، م.؛ صادقی، م.؛ ارشد، ع. و علیزاده، م.، ۱۳۸۳. پرورش بچه فیلماهیان با استفاده از آب لب شور در سواحل جنوبی دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۰۰ صفحه.

پورعلی، ح.ر. و محسنی، م.، ۱۳۸۷. بررسی کمی و کیفی تراکم، تغذیه و آب در پرورش ماهیان خاویاری. فصلنامه آبزیان. سال پنجم. شماره یازدهم. صفحات ۳۷ تا ۴۸.حلاجیان، ع.، یوسفی، ا. ، کاظمی، ر. ۱۳۹۳a. روش‌های تشخیص جنسیت در تاسماهیان. دومین کنفرانس ماهی شناسی ایران. ۱۸-۱۷ اردیبهشت. کرج

پورعلی فشتمی، ح.ر.، یزدانی، م. ع.، پیکران مانا، ن.، حسنی، ح.و محسنی ، م.، نظامی، ا.، ۱۳۹۱a. بیوتکنیک پرورش ماهیان خاویاری در آب شیرین و لب شور. دنیای آبزیان. شماره ۲۵. سال نهم. صفحات ۳۰-۲۱.

پیلی، ت. و.الف.، ۲۰۰۴. آبزی‌پروری و محیط زیست. ترجمه: مرتضی علیزاده، ۱۳۸۷. انتشارات موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۳۱۴ صفحه

یوسفپور، ح. ، ۱۳۷۰. پرورش ماهیان خاویاری در آب شیرین. مجموعه مقالات کنفرانس ملی تکثیر و پرورش آبزیان . شرکت سهامی شیلات ایران. تهران. ص ۸۴ – ۶۵ .

American Public Health Association (APHA), 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th ed. APHA, Washington, DC.

Batista, F.M., Costa, P.F.E., Matias, D., Joaquim, S., Massapina, C., Passos, A.M., Pousao Ferreira, P., Cancela da Fonseca, L., 2003. Preliminary results on the growth and survival of the

Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture* 270, 1–14.

Cruz, L., Wong, L., Justine, G., Gupta, M., 1988. Prostaglandins and related compounds from the polychaete worm *Americonuphis reesi* (Onuphidae) as possible inducers of gonad maturation in Peneaid shrimps. *International Journal of Tropical Biology and Conservation* 36, 331-332.

Danish Standard Method D.S., 1975. Water analysis – determination of ammonia-nitrogen. DS 224:1975, 8pp.

Diniz, M.T., 1992. Aspects of the potential of *Solea senegalensis* for aquaculture. J Aquacult Fish Manag 23:515–520.

Downing, K.M. and Merkens, J.C., 1955. The infuence of dissolved- oxygen concentration on the toxicity of un-ionized ammonia to Rainbow trout (*Salmo gairdnerii* richardson). Annals of Applied Biology, 43(2), pp.243-246.

Enell M. & Lof, J. 1983. Environmental impact of aquaculture- sedimentation and nutrient loadingsfrom fish cage culture. Vatten .39

FAO, 2012. Yearbooks of fishery statistics. Downloaded from www.fao.org on December 10.

Fidalgo e Costa, P., Narciso, L., Cancela da Fonseca, L., 1999. Growth, survival and fatty acid profile of *N. diversicolor* (O. F. Müller, 1776) fed on six different diets. *Bulletin of Marine Science* 1, 337–343.

Folke, C., Kautsky, N., Berg, H., Jansson, A. Troell, M., 1998. The ecological footprint concept for sustainable seafood production: a review. *Ecological Applications* 8, 63–71.

polachaete *N. diversicolor* (O. F. Müller, 1776), when fed with faeces from the carpet sheel clam *Ruditapes decussatus* (L., 1758). *Boletín. Instituto Espanol de Oceanografía* 19, 443–446.

Bischoff, A.A., 2007. Solid Waste Reduction of Closed Recirculated Aquaculture Systems by Secondary Culture of Detriticolous Organisms. *PhD-Thesis at the Leibniz Institute of Marine Sciences*, Kiel, Germany, 179 pp.

Bischoff, A.A., Fink, P., Waller, U., 2009. The fatty acid composition of *N. diversicolor* cultured in an integrated recirculated system: possible implications for aquaculture. *Aquaculture* 296, 271–276.

Bogucki, M., 1963. The influence of salinity of the maturation of gametes of *Nereis diversicolor* O.F. Müller, *Polskie Archiwum Hydrobiologii* 11, 343-347.

Briggs, M.R.B., Brown J.H., Fox, C.J., 1993. Effects of dietary lipid and Lecithin levels on the growth, survival, feeding efficiency, production and carcass competition of post-larval *Penaeus monodon* (Fabricius). *Aquaculture Fish Manage* 25, 1-16.

Brown, N., Eddy, S. Plaud, S., 2011. Utilization of waste from a marine recirculation fish culture system as a feed source for the polychaete worm *N. virens*. *Aquaculture* 322, 178–183.

Chevalier, P., J.,De la Noue., 1985. Efficiency of immobilized hyperconcentrated algae for ammoniumand orthophosphate removal from wastewaters. Biotech. Lett, 7: 395-400.

Crab, R., Avnimelech, Y., Defoirdt, T., Bossier, P. Verstraete, W., 2007.

Fotedar, R., 2016. Water quality, growth and stress responses of juvenile barramundi (*Lates calcarifer* Bloch), reared at four different densities in integrated recirculation aquaculture systems. Aquaculture, 458, pp.113-120.

Garcia-Alonso, J., Muller, C.T., Hardege, J.D., 2008. Influence of food regimes and seasonality on fatty acid composition in the rag worm. *Aquatic Biology* 4, 7–13.

Henriksen, K., Rasmussen, M.B., Jensen A., 1983. Effect of bioturbation on microbial nitrogen transformations in the sediment and fluxes of ammonium and nitrate to the overlaying water. *Ecological Bulletins* 35, 193–205.

Honda, H. Kikuch, K., 2002. Nitrogen budget of polychaete *P. nuntia vallata* fed on the faeces of Japanese flounder. *Fisheries Science* 68, 1304–1308.

Hutchings, P., 1998. Biodiversity and functioning of polychaetes in benthic sediments. *Biodiversity* and *Conservation* 7, 1133–1145.

Lau, P.S., Tam, N.F.Y., Wong, Y.S., 1998. Carrageenan as a matrix for immobilizing microalgal cells for wastewater nutrients removal. Springer Verlag and Lands Bioscience, Berlin, Germany, pp: 145-163.

Luis, O.J., Ponte, A.C., 1993. Control of reproduction of the shrimp *Penaeus kerathurus* held in captivity. *Journal of the World Aquaculture Society* 24, 31-39.

Mohseni, M., Pourkazemi, M., Bahmani, M., Falahatkar, B., Pourali, H.R. and Meksumpun, C. and Meksumpun, S., 1999. Polychaete–sediment relations in Rayong, Thailand. Environmental Pollution, 105(3), pp.447-456

Muller, C. T., 1997 Production of High Quality Life Diet from Aquaculture derived Organic Waste. Scientific Report, Project FAIR GT96 0603, 45p.

Nixon, S.W., 1995. Coastal marine eutrophication a definition, social causes, and future concerns. Ophelia. 1: 199-219.

Olive, P. J. W., 1994. Polychaeta as a world resource: a review of patterns of exploitation as sea angling baits and the potential for aquaculture based production. Mem. Mus. natn. Hist. nat. 162: 603–610.

Palmer, P.J., 2010. Polychaete-assisted sand filters. *Aquaculture* 306, 369–377.

Quick, G., White, T., 2007. The Good Sturgeon Guide in association with Sturgeon for Garden Ponds. www.pond-life.me.uk

Riisgard, H.U., 1994. Filter-feeding in the polychaete *N. diversicolor*: a review. *Aquatic Ecology* 28,453–458.

Ronn C., Bonsdorff, E., Nelson, W.G., 1988. Predation as a mechanism of interference within infauna in shallow brackish water soft bottoms; experiments with an infauna predator, *N. diversicolor* O.F. Müller .*Journal* of Experimental Marine Biology and Ecology 116, 143-157.

Shpigel M., Neori A., Popper D.M., Gordin H., 1993. A proposed model for ‘‘environmental clean’’ land-based culture of fish, bivalves and seaweeds. Aquaculture 117, 115–128.

Tam, N.F.Y. Wong, Y.S., 1989. Wastewater nutrient removal by Chlorella pyrenoidosa and Scenedesmus sp. Environ. Pollut, 58: 19-34.

Timmons, M.B., Ebeling, J.M., Wheaton, F.W., Summerfelt, S.T., Vinci, B.J.,

2002. Recirculating Aquaculture Systems, 2nd Edition. Cayuga Aqua Ventures, New York. 769P.

Tovar, A., Moreno, C., Manuel-Vez, M. P., Garcia-Vargas, M., 2000. Environmental impacts of intensive aquaculture in marine waters. Water Research 34, 334-342.

Tsutsumi H., Inoue T., 1996. Benthic environment and macrobenthic communities in a cove with organically enriched bottom sediment due to fish farming for two decades. Benthos Research 50, 39–49.

Voltolina, D., Gmez-Villa, H., Correa, G., 2004. Biomass production and nutrient removal in semi continuous cultures of *Scenedesmus sp*. (Chlorophyceae) in artificial wastewater, under a simulated day-night cycle. Vie Milieu, 54: 21-25.

Wu, R.S.S., 1995. The environmental impact of marine fish culture: Towards a sustainable future. Marine *Pollution Bulletin* 31, 159-166.

Standard of some critical parameters of inlet and outlet water in different densities of beluga (*Huso huso*)

Zabihollah Pajand[1]

[1]International Sturgeon Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran, P.O. B: 41635.

Abstract

Decomposition of solids increases ammonia, nitrite, nitrate and phosphate parameters in aquaculture system and decreases dissolved oxygen and the quality of circulating water. Sustainable aquaculture with estimates of the amount of nutrients in culture system of fish can be provided to its purification. In this study, beluga fingerlings were introduced into 12 tanks with 80-liter water. During 55 days of the experiment, sturgeon was fed with 2% body weight at 4 times per day. 3 treatments containing densities of 2-3, 3-4 and 4-5 kg/m^2 were considered. Ammonia, phosphate, nitrite and nitrate parameters were not significantly different in densities of 2-3 and 3-4 kg/m^2, and this difference was revealed in the density of 4-5 kg/m^2 compared with lower densities. In this study, we can conclude that with a density of 3-4 kg/m^2 beluga fingerlings for the critical parameters of the outlet water will be appropriate for reuse of water with its physical and biological purification**.**

Keywords: Water quality parameters, Density, *Huso huso*

[1] Corresponding author: Zpajand@gmail.com