

مروری بر پرورش ماهیان خاویاری در مخازن بتنی، سیستم مدار بسته، قفس و استخر خاکی

رضا قربانی واقعی*؛ محمود محسنی^۱؛ علیرضا علیپور^۱؛ ذبیح اله پزند^۱؛ اسماعیل حسین نیا^۱

انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، ایران

چکیده

پرورش تجاری ماهیان خاویاری در داخل کشور در حدود ۲ دهه قدمت دارد. در راستای افزایش تولید ماهیان خاویاری پرورشی، در کنار پرورش در حوضچه‌های بتنی، ارتقای تکنیک‌های پرورش با استفاده از سیستم مدار بسته، قفس، حصار توری (پن)، استخر خاکی و آبندهای طبیعی، می‌تواند نقش مؤثری در این زمینه داشته باشند. فیل‌ماهی (*H. huso*) و تاس‌ماهی سبیری (*A. baerii*) اصلی‌ترین گونه‌های پرورشی در داخل کشور می‌باشند. در کشور چین که مقام اول پرورش ماهیان خاویاری در جهان را دارا می‌باشد، پرورش گوستی عمدتاً از طریق هیبرید جنس نر تاس‌ماهی آمور (*A. schrenckii*) × جنس ماده تاس‌ماهی کالوگا (*H. dauricus*) و همچنین جنس ماده تاس‌ماهی آمور (*A. schrenckii*) × جنس نر تاس‌ماهی سبیری (*A. baerii*) انجام می‌شود. بیشتر تولید خاویار پرورشی در کشور چین از طریق هیبرید گونه‌های بومی، هیبرید کالوگا و تاس‌ماهی آمور حاصل می‌گردد. در آمریکا، تاس‌ماهی سفید (*A. transmontanus*) اصلی‌ترین گونه پرورشی می‌باشد. از عمده‌ترین روش‌های مورد استفاده برای پرورش ماهیان خاویاری در سطح جهان میتوان به پرورش در سیستم آب جریان دار، سیستم مدار بسته، قفس و استخر خاکی اشاره نمود. در داخل کشور پرورش ماهیان خاویاری در حوضچه‌های بتنی، اصلی‌ترین روش پرورش می‌باشد. در زمان پرورش ماهیان خاویاری رعایت تراکم مناسب، انتخاب گونه مناسب، تعویض مناسب آب، مدیریت غذادهی، کیفیت آب، جلوگیری از برخورد مسقیم نور خورشید به حوضچه پرورش و ... از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد.

کلمات کلیدی: ماهی خاویاری، پرورش، مخازن بتنی، سیستم مدار بسته، قفس، استخر خاکی

^۱ - نویسنده مسئول: *Ghorbani_V2@ Yahoo.com

بیان مسأله

از آنجمله می توان به سیستم آب جریان دار، سیستم مدار بسته، قفس و استخر خاکی اشاره نمود. در داخل کشور پرورش ماهیان خاویاری عمدتاً در مخازن ۸ ضلعی و یا گرد با قطر ۶-۸ متر و عمق ۱/۵-۱ متر و یا در مخازن پیش ساخته انجام می شود. جهت افزایش تولید ماهیان خاویاری پرورشی، در کنار پرورش ماهیان خاویاری در حوضچه های بتونی، ارتقای تکنیک های پرورش با استفاده از سیستم مدار بسته، حصار توری (پن)، قفس، استخر خاکی و آب-بندانه های طبیعی می تواند نقش مؤثری در این زمینه داشته باشند. در پرورش ماهیان خاویاری، توجه به کیفیت آب مورد استفاده، انتخاب روش مناسب پرورش، مدیریت تغذیه، انتخاب گونه مناسب برای پرورش و ... از اهمیت زیادی برخوردار می باشند. برنامه سازمان شیلات ایران در افق ۱۴۰۴ تولید سالانه ۲۰۰۰۰ تن گوشت و ۱۰۰ تن خاویار از انواع ماهیان خاویاری در کشور است. میانگین مصرف سرانه آبزیان در جهان ۲۴ کیلوگرم می باشد. این در حالیست که مصرف در ایران ۱۳/۴ کیلوگرم است. ژاپن با مصرف ۷۰ کیلوگرم در سال بیشترین میزان مصرف ماهی را دارد. کشورهایی مانند کانادا و سوئیس با مصرف سالانه ۳۰ تا ۳۵ کیلوگرم در رتبه های بعدی می باشند. در پرورش موفق ماهیان خاویاری، رعایت اصول صحیح پرورش از ضروریات می باشد. در همین ارتباط، افزایش دانسته ها در زمینه روش های مختلف پرورش ماهیان خاویاری، می تواند موجب افزایش بهره وری و تولید ماهیان خاویاری در کشور گردد.

سابقه پرورش تجاری ماهیان خاویاری در داخل کشور در حدود دو دهه می باشد. کار مطالعاتی پرورش گوشتی تاسماهیان در ایران بطور جدی از اواخر دهه ۶۰ آغاز گردید. تعداد مزارع خاویاری که تا پایان سال ۱۳۹۱ در کشور فعال بودند در حدود ۲۰ مزرعه بوده که اکثراً در مقیاس کوچک فعالیت داشتند (عبدالحی و کرمی راد، ۱۳۹۶). میزان تولید ماهیان خاویاری پرورشی در داخل کشور در سال ۱۳۹۹، بیش از ۳۵۰۰ تن گوشت و ۱۲ تن خاویار بود. تعداد ۲۷ گونه زنده از تاس ماهی شکلان در جهان وجود دارد. از این تعداد، ۲ گونه از پاروپوزه ها و ۲۵ گونه تاس ماهی حقیقی می باشند. در حدود ۹ گونه تاس ماهی و ۱ گونه پاروپوزه بومی شمال آمریکا هستند. از ۵ گونه ماهیان خاویاری بومی دریای خزر (فیل ماهی، ازون برون، شپپ، تاس ماهی ایرانی و روسی)، فیل ماهی گونه اصلی پرورشی در ایران می باشد. پس از فیل ماهی، گونه وارداتی سیبری در درجه دوم اهمیت قرار دارد. در کشور چین که مقام اول پرورش ماهیان خاویاری در جهان را دارا می باشد، پرورش بطور عمده از طریق هیبرید جنس نر تاس ماهی آمور (*A. schrenckii*) × جنس ماده تاس ماهی کالوگا (*H. dauricus*) و همچنین جنس ماده تاس ماهی آمور (*A. schrenckii*) × جنس نر تاس ماهی سیبری (*A. baeri*) انجام می شود. بیشتر تولید خاویار پرورشی در کشور چین از طریق هیبرید گونه های بومی، هیبرید کالوگا و تاس ماهی آمور حاصل می گردد. در کشور روسیه تاس ماهی سیبری ۳۶-۳۷ درصد، تاس ماهی روسی (*A. gueldenstaedtii*) ۳۵ درصد، استرلیاد (*A. ruthenus*) ۱۸ درصد، بستر (*H. ruthenus* × *H. huso*) ۷ درصد، فیل ماهی (*H. huso*) ۳ درصد و سایر گونه ها ۱ درصد گونه های پرورشی را تشکیل می دهند (Elhetavy and Sudakova, 2019). بطور تقریب، ۹۵ درصد تولید ماهیان خاویاری پرورشی آمریکا را گونه تاس ماهی سفید (*A. transmontanus*) به خود اختصاص می دهد (Ethier, 2014). در سطح جهان از روش های مختلفی برای پرورش ماهیان خاویاری استفاده می شود که

منابع تأمین آب

- در دمای کمتر از ۱۲ درجه سانتی‌گراد، متابولیسم و سوخت و ساز بدن کاهش یافته و در نتیجه از میزان رشد کاسته می‌شود.

- در دمای بالای ۲۷ درجه سانتی‌گراد غذادهی مقرون به صرفه نبوده و علاوه بر کاهش رشد، خطرانی را نیز برای ماهی به دنبال دارد.

- دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد، حداکثر دمایی است که ماهی می‌تواند برای مدت طولانی و بدون بروز تلفات زنده بماند (بهمنی و همکاران ۱۳۹۶).

- به طور خلاصه رشد ماهی خاویاری در حد فاصل دمای آب ۲۷-۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. دستگاه تنظیم اسمزی فیل ماهی در ماه دوم زندگی کامل شده و آنها را قادر می‌سازد تا شوری ۱۲ قسمت در هزار را به خوبی تحمل نمایند.

- این ماهی‌ها در پایان سال اول می‌توانند شوری ۲۲ قسمت در هزار را تحمل کنند. تاس ماهیان دامنه نسبتاً وسیعی از pH بین ۵/۶ تا ۹ را تحمل می‌کنند. رشد مناسب آنها در pH بین ۷/۶ تا ۸/۵ صورت می‌گیرد. تاس ماهیان به ویژه فیل ماهی اکسیژن دوست هستند و برای رشد به مقدار زیادی اکسیژن نیاز دارند.

- مقدار مناسب اکسیژن محلول در آب برای پرورش تاسماهیان بین ۱۲-۶ میلی‌گرم در لیتر است.

- اگر مقدار اکسیژن محلول در آب به ۲/۵-۲ میلی‌گرم در لیتر کاهش یابد، اشتهای ماهیان کم شده و از خوردن غذا امتناع می‌کنند. اگر مقدار اکسیژن به زیر ۱/۶ میلی‌گرم در

از منابع آبی مورد استفاده برای پرورش ماهیان خاویاری می‌توان به آبهای سطحی، زیرزمینی و دریایی اشاره نمود. از آبهای سطحی می‌توان به رودخانه‌ها، آبگیرها و جویبارها اشاره کرد. چشمه‌ها و چاه‌های عمیق کشاورزی از منابع آبهای زیرزمینی هستند. از مزایای آب رودخانه دبی زیاد، قدرت خودپالایی مناسب و میزان بالای اکسیژن محلول است. آب رودخانه که حداقل ۲۷۰ روز از سال دارای دمای ۱۵-۲۵ درجه سانتی‌گراد و میزان حداقل و حداکثر آن به ترتیب از ۹ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد تجاوز نکند، می‌تواند برای تأمین آب مزرعه مفید باشد. در فصول بارانی امکان گل آلودگی آب رودخانه وجود دارد که این از عوامل نامناسب تولید است. چنین مزارعی باید مجهز به حوضچه رسوبگیر باشند. مهمترین ویژگی آب چاه، درجه حرارت نسبتاً ثابت ۱۶ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد و شفافیت بالای آن است. استفاده از سیستم هوادهی در مزارعی که منبع آب چاه دارند قبل از ورود آب به استخرها ضروری است. زیرا آبهای زیرزمینی از نظر اکسیژن فقیر و میزان دی اکسید کربن (CO₂) آنها زیاد است.

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب

- دامنه دمای آب در رشد اقتصادی فیل ماهی بین ۱۵ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد و حرارت بهینه رشد آن ۱۹ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد (آذری تاکامی، ۱۳۸۸) و ۱۶ تا ۲۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۶).

- دامنه نوسانات دمای آب برای پرورش ماهیان خاویاری ۱۲-۲۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

لیتر کاهش یابد، خطرناک و کشنده خواهد بود (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۶).

جدول ۱- پارامترهای پیشنهادی کیفیت آب برای پرورش ماهیان خاویاری (Copens, 2008)

پارامتر	ارقام پیشنهادی	مخازن بتنی
قلیائیت	۴۰۰-۵۰۰ میلی گرم بر لیتر بصورت $CaCO_3$	- این حوضچه‌ها عمدتاً بصورت ۸ ضلعی و مدور می‌باشند. از حوضچه‌های بتونی با قطر ۳ متر برای ماهیان تا وزن ۵ کیلوگرم، از حوضچه‌های بتنی با قطر ۶ متر برای ماهیان با وزن بیش از ۷ کیلوگرم و از حوضچه‌های بتنی با قطر ۸-۱۰ متر برای پرورش ماهیان مولد استفاده می‌شود. حد بهینه نسبت عمق به قطر از دیدگاه هیدرولیکی ۱ به ۳ تا ۵ می‌باشد (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۶).
آمونیاک (غیر یونیزه)	کمتر از ۰/۱ میلی گرم بر لیتر بصورت N	
اکسیژن محلول	بیش از ۵ میلی گرم بر لیتر. کمتر از ۱۰۵ درصد.	
اشباعیت گاز		
سختی	۴۰۰-۵۰۰ میلی گرم بر لیتر بصورت $CaCO_3$	
pH	۶/۵-۸/۵	
نیتریت	کمتر از ۰/۱ میلی گرم بر لیتر بصورت N	
شوری	۰-۰/۵ قسمت در هزار برای لارو، ۳-۰ قسمت در هزار برای جوان‌ها و ۳ قسمت در هزار برای بالغین.	
دمای آب	بسته به گونه ماهی متفاوت می‌باشد. ۱۰-۲۰ درجه سانتی‌گراد برای تخم‌ریزی، ۲۶-۲۰ درجه سانتی‌گراد برای رشد.	
مخازن فایبرگلاس		- مخازن ۲ تنی به مساحت ۳/۹ متر مربع و عمق ۵۳ سانتی‌متر برای پرورش ماهیان خاویاری تا وزن ۰/۹ کیلوگرم و مخازن ۴ تنی به مساحت ۴/۲ متر مربع و عمق ۱/۸ متر برای پرورش ماهی در وزن ۳-۱ کیلوگرم و مخازن فایبرگلاس به مساحت ۱۲ متر مربع و عمق ۲ متر برای پرورش در اوزان بیش از ۳ کیلوگرم مناسب است (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۶).
جدول ۲- مقدار آب ورودی به نسبت هر تن فیل ماهی پرورشی در مراحل مختلف رشد (پوردهقانی، ۱۳۹۷).		
مرحله	دبی آب نسبت به هر تن	- برخی پارامترهای مناسب کیفیت آب برای پرورش ماهیان خاویاری، مقدار آب ورودی به نسبت هر تن فیل ماهی پرورشی و برخی اختصاصات گونه‌های ماهیان خاویاری بترتیب در جداول ۱، ۲ و ۳ ارائه گردیده است.
پرورش	پرورش (لیتر در ثانیه)	
بچه ماهی	۱۰	
پروراری	۴/۵	
مولد	۲/۵	

جدول ۳- اختصاصات گونه‌های ماهیان خاویاری پرورشی (پوردهقانی، ۱۳۹۷).

تعداد تخمک در گرم	سن بلوغ ماده (سال)	وزن مولد ماده (کیلوگرم)	وزن در سال سوم (کیلوگرم)	وزن در سال دوم (کیلوگرم)	وزن در سال اول (کیلوگرم)	گونه
۴۶-۵۴	۸-۱۰	≥ 35	≥ 9	۴	≥ 1	فیل ماهی
۷۵-۸۰	۴-۵	۷	۴	۲	۰/۶	سبیری
۶۱-۶۹	۹-۱۲	۱۴	۳	۱	۰/۳۵	تاس ماهی ایرانی
۶۰-۶۵	۸-۱۰	۱۵	۴	۱/۵	۰/۶	تاس ماهی روسی
۶۷-۷۴	۶-۸	۱۲	۳/۵	۱/۵	۰/۴	شیپ
۷۸-۸۴	۵-۷	۱۰	۴	۱/۵	۰/۴	ازون برون
۸۸-۹۸	۳-۴	۱	۱	۰/۶	۰/۲	استرلیاد

دورگه بستر(فیل)-						
ماهی ماده ×	۰/۴	۲	۵	۸	۱۳-۱۶	۶۵-۷۵
استرلیاد نر)						

میزان غذای مورد نیاز و دفعات تغذیه ماهیان خاویاری با افزایش وزن بدن کاهش می‌یابد (جدول ۴).

جدول ۴- میزان غذا و دفعات غذایی برای پرورش ماهیان خاویاری در دمای مطلوب رشد (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۶).

وزن ماهی (گرم)	فیل ماهی		تاسماهیان ایرانی، روسی، ازون برون و شیپ	
	وزن بدن (درصد)	دفعات	وزن بدن (درصد)	دفعات
لارو تا ۱ گرم	۱۰	۸	۱۵	۱۰
۳-۱	۸	۶	۱۲	۸
۲۰-۳	۵	۵	۸	۶
۱۰۰-۲۰	۴	۴	۶	۵
۵۰۰-۱۰۰	۳	۳	۵	۴
۱۰۰۰-۵۰۰	۳	۳	۴	۳
تا ۳۰۰۰ و بالاتر	۲	۲	۳	۲

پرورش در استخرهای خاکی

- استخر خاکی مناسب پرورش ماهیان خاویاری برای تولید گوشت است.

- باید به این نکته توجه نمود که، ماهیان جوان خاویاری نمی‌توانند به دلیل دمای بالای آب و سطوح آمونیاک خاک (و یا در حدفاصل بین آب و کف استخر)، بویژه در جایی که خاکها دارای مقادیر بالایی از مواد آلی هستند، از بازماندگی مناسبی برخوردار باشند (Mims et al., 2002).

- در شرایط بهره‌برداری از جریان آب یک طرفه باز، استخرها باید دارای سیستم آب رسانی با قابلیت تعویض آب ۷ روزه باشند. ترجیحا آب باید حداقل هر ۴-۵ روز یکبار تعویض شود. تعویض آب در روزهای گرم تابستان باید در شب انجام گیرد.

- برای پرورش ماهیان خاویاری زیر ۱ سال و ۲ سال استفاده از قفس با مساحت ۳۰-۲۰ متر مربع و اندازه چشمه ۳-۴ میلی متر توصیه شده است.

- برای ماهیان پرواری خاویاری استفاده از قفس‌های با مساحت ۱۰۰-۲۰ متر مربع و با اندازه چشمه ۱۶-۱۲ میلی-متر در دیواره‌ها و ۳-۴ میلی‌متری در کف قفس پیشنهاد گردیده است.

- برای ماهیان با وزن اولیه ۱۰ گرم تراکم اولیه ۳-۱/۵ کیلوگرم و تراکم نهایی ۱۰ کیلوگرم بر متر مکعب، برای ماهیان با وزن اولیه ۲۰۰ گرم تراکم اولیه ۱۰-۸ کیلوگرم و تراکم نهایی ۳۰-۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب و برای ماهیان با وزن اولیه ۱ کیلوگرم و بالاتر، تراکم اولیه ۱۲-۱۰ کیلوگرم و تراکم نهایی ۳۰-۲۵ کیلوگرم بر متر مکعب توصیه شده است (Chebanov and Galich, 2011).

سیستم پرورش مدار بسته

- بخش‌های مختلف سیستم مدار بسته شامل، حوضچه‌های بتونی، میکروفیلتر، پمپ گردش آب یا برگشتی، فیلتر فیزیکی و بیولوژیک، دستگاه غذاده، پمپ هواده، مخروط تزریق اکسیژن مایع، اتاق کنترل، ژنراتور برق، اشعه UV و سایر موارد مرتبط می باشند.

- در این نوع سیستم‌ها، میزان مصرف آب به دلیل بهره‌برداری از هوادهی و تزریق اکسیژن مایع کاسته می‌شود. مصرف آب در این سیستم‌ها ۲/۵ تا ۶/۵ برابر کاهش می‌یابد.

- در این سیستم با استفاده از فناوری‌های نوین می‌توان تا ۸۰ کیلوگرم در متر مکعب ماهی تولید کرد.

- در این روش پرورش از حوضچه‌های بتونی و مخازن فایبرگلاس استفاده می‌شود.

در یک استخر ۰/۱ هکتاری به ازای هر تن ماهی ۶-۵ لیتر آب در ثانیه کافی است. زمانی که در استخر خاکی دمای آب از ۲۸ درجه سانتی‌گراد بیشتر شود آب تازه باید ۲۴ ساعته وارد استخر شده و غذادهی متوقف گردد.

- به طور کلی، عمق استخرهای خاکی ۳ متر است. مناسب-ترین تراکم اولیه کشت ۰/۶ کیلوگرم بر مترمربع می‌باشد. تراکم بچه ماهیان یک تابستانه و زیر یکساله حدود ۱۰ هزار عدد در هکتار است که بر اساس وزن و نوع ماهی متغیر می‌باشد.

- تلفات بچه ماهیان ۱۰۰-۶۰ گرمی در طول دوره پرورش در شرایط عادی نباید از ۱۰ درصد بیشتر باشد.

- تراکم ماهیان دو ساله ۷-۶ هزار عدد در هکتار و ماهیان سه ساله ۵-۳ هزار عدد در هکتار است.

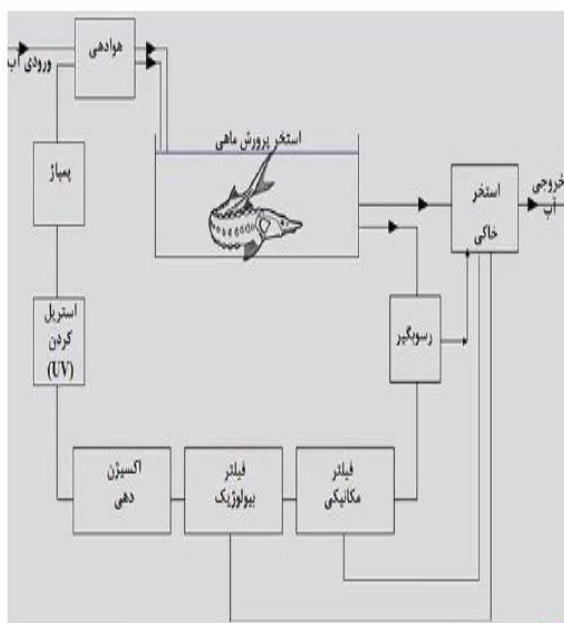
- مقدار کل ماهیان داخل استخر بر اساس وزن کل آنها نباید از ۱۲-۱۰ تن در هکتار بیشتر باشد.

- ماهیان با وزن ۲۰-۱۰ گرم را می‌توان با تراکم ۳-۲/۳ بر متر مربع، با وزن ۸۰-۴۰ گرم را با تراکم ۳/۴-۲/۸ عدد بر متر مربع، ماهیان با وزن ۱۰۰-۸۰ گرم را با تراکم ۶/۴ - ۴/۴ عدد بر متر مربع و ماهیان با وزن ۱۵۰-۱۰۰ گرم را با تراکم ۶/۴-۵/۶ عدد بر متر مربع پرورش داد (برادران نویری، ۱۳۸۰).

پرورش در قفس

- پرورش ماهی در قفس از روش‌های مطرح و مهم پرورش ماهیان خاویاری بویژه در برخی از کشورها می‌باشد.

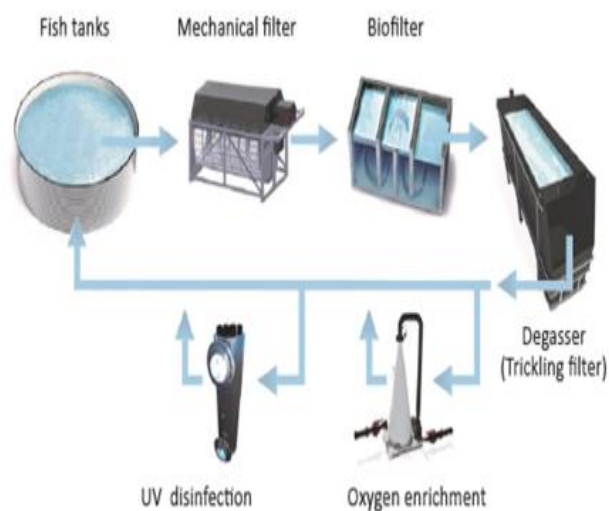
- عمدتاً در رودخانه‌های غیر قابل کشتیرانی، دریاچه-ها، راه‌های آبی، آبنندان‌ها و خلیج‌ها نسبت به استقرار قفس اقدام می‌شود.



شکل ۲- طرح شماتیک از یک سیستم مدار بسته

- در سیستم‌های کاملاً مدار بسته فقط ۵ تا ۱۰ درصد از مجموعه آب پرورش ماهیان خاویاری مورد نیاز مصرف شده و بقیه دوباره وارد مدار می‌شود و مورد استفاده مجدد قرار می‌گیرد.

طرح شماتیک سیستم مدار بسته در شکل ۲ مشاهده می‌شود (فلاح‌تکار، ۱۳۹۸). در شکل ۳ دستگاه‌ها و ترتیب قرار گیری آنها در سیستم پرورش مدار بسته نشان داده شده است (Bregnballe., 2015).



شکل ۳- نوع و ترتیب قرار گیری دستگاه‌ها در سیستم پرورش مدار بسته

انواع سیستم فیلتراسیون آب

الف- تصفیه مکانیکی

- تصفیه مکانیکی توسط درام فیلتر (شکل ۴) انجام می-شود.

- درام فیلتر بطور معمول دارای منافذی به قطر ۴۰-۱۰۰ میکرون است.

- از مزایای درام فیلتر می توان به کاهش بار آلی بیوفیلتر، شفاف تر شدن آب در نتیجه انتقال بار مواد آلی، بهبود شرایط برای نیتریفیکاسیون و تثبیت فرآیند بیوفیلتراسیون اشاره نمود.



شکل ۴- درام فیلتر

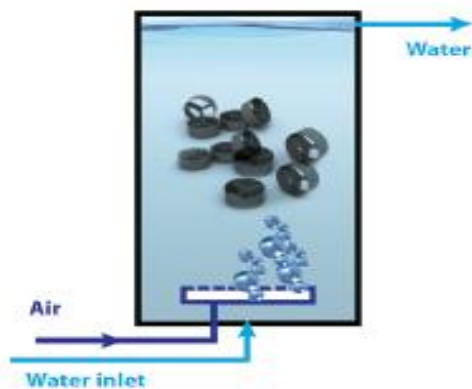
ب- بیوفیلتر

- در بیوفیلتر غرقابی، بسترهایی برای رشد باکتریایی که سطح زیادی را در تماس با آب ایجاد می کنند، فراهم می-گردد.

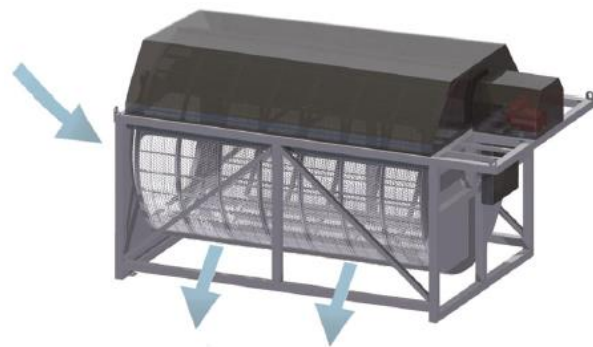
- تمام مواد آلی از طریق فیلتر مکانیکی منتقل نمی شود. ذرات ریز همراه با ترکیبات محلول، مثل فسفات و نیتروژن از درام فیلتر خارج می شوند.

- فسفات دارای اثرات سمی نیست. اما نیتروژن بشکل آمونیاک (NH_3) سمی بوده و ضروری است از طریق بیوفیلتر به شکل بی ضرر (نیترات) در آید.

- شکستن مواد آلی و آمونیاک، فرآیندی بیولوژیکی است که از طریق باکتری در بیوفیلتر انجام می شود. باکتری های هتروتروف، مواد آلی را با استفاده از اکسیژن، اکسیده نموده و دی اکسید کربن، آمونیاک و لجن تولید می کنند. بیوفیلتر ثابت، معلق و مدیا (بستر) پلاستیکی به ترتیب در شکل های ۵، ۶ و ۷ نشان داده شده اند.



شکل ۵- بیوفیلتر ثابت



باکتری‌ها در سطح بسترهای پلاستیکی، بصورت یک غشای نازک رشد نموده، بنابراین سطح بالایی را اشغال می‌کنند.

- هوای فشرده برای ایجاد تلاطم در بین بسترها ایجاد می‌شود.

- قبل از هدایت آب خارج شده از بیوفیلتر، گازهای تجمع یافته در آب، باید خارج گردند. این کار از طریق هوادهی انجام می‌شود.

- دی اکسید کربن ناشی از تنفس ماهی و عملکرد بیوفیلتر به میزان زیادی در آب وجود دارد.

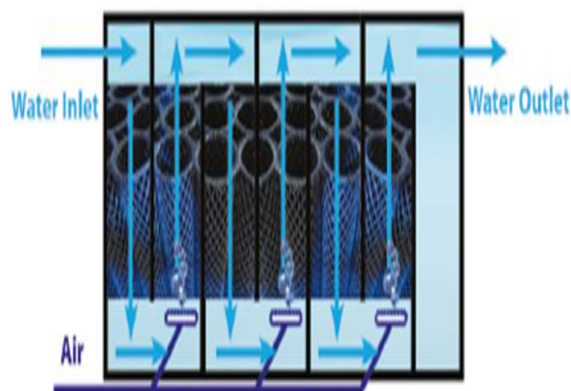
- مقدار دی اکسید کربن و نیتروژن آزاد (N_2) موجود در آب، میزان رشد و آرامش ماهی را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

- در شرایط بی‌هوازی، بویژه در سیستم‌های آب شور، سولفید هیدروژن (H_2S) تشکیل می‌گردد. این گاز حتی در مقادیر کم برای ماهی به شدت سمی بوده و در صورت ایجاد شدن در آب موجب تلف شدن ماهیان می‌شود (Bregnballe, 2015).

مخازن نگهداری و پرورش مولدین پرورشی خاویاری

- ابعاد مخازن نگهداری طولانی مدت مولدین از نظر اندازه می‌تواند متفاوت باشد (در محدوده ۵۰-۳۰ متر مربع و عمق ۲ متر). - تراکم ذخیره سازی مولدین جهت زمستان گذرانی، برای فیل ماهی ۲۵-۳۰ کیلوگرم بر متر مکعب، تاس ماهی روسی ۲۵-۲۰ کیلوگرم بر متر مکعب و برای ماهی ازون برون ۲۰ کیلوگرم بر متر مکعب توصیه می‌گردد.

- مولدین نر و ماده خاویاری در انواع ساختارها [مخازن گرد، حوضچه‌های دراز بتونی و استخرها] و با ابعاد مناسب پرورش داده می‌شوند (بیلارد، ۲۰۰۰).



شکل ۶ - بیوفیلتر معلق



شکل ۷ - مدیا (بستر) پلاستیکی

- باکتری‌های نیتروبیفیکاسیون آمونیاک را به نیتريت و در نهایت به نیترات تبدیل می‌نمایند.

- بهره‌وری بیوفیلتر در درجه اول به دمای آب سیستم و در وهله دوم به سطح pH آب بستگی دارد.

- برای عملکرد مناسب بیوفیلتر، دمای آب باید در محدوده ۱۰ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد (مناسب در حدود ۳۰ درجه سانتی‌گراد) باشد.

- افزایش pH موجب افزایش مقدار آمونیاک می‌گردد. مقدار مناسب pH بین ۷/۵ تا ۸ می‌باشد.

- بیوفیلترها عمدتاً بسترهای پلاستیکی هستند که سطح بالایی را به ازای مترمکعب از بیوفیلتر فراهم می‌کنند.

- مکان پرورش و جریان آب باید بگونه ای باشد که منجر به کاهش و حذف مواد جامد معلق گردد.
- مقدار غذادهی به مولدین، به دمای آب بستگی داشته و در دمای آب ۱۶-۲۲ درجه سانتی گراد ۰/۷-۰/۲ درصد توصیه می گردد. - توصیه می گردد جهت جلوگیری از بروز استرس، خطر بیماری و نگهداری در شرایط مناسب، تراکم مولدین از ۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب بیشتر نباشد.
- جهت اجتناب از ورود نور مستقیم و یا شدید به مخازن پرورش مولدین، سقف آنها پوشانده شود.
- برادران نویری، ش.، ۱۳۸۰. پرورش تاسماهیان. انتشارات حق شناس. ۱۱۵ ص.
- پوردهقانی، م.، ۱۳۹۷. مدیریت تغذیه در مراحل مختلف پرورش ماهیان خاویاری. ارائه بصورت سخنرانی در انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری. ۲۷ ص.
- فلاحتکار، ب.، ۱۳۹۸. پرورش ماهیان خاویاری. ناشر مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی. ۱۲۴ ص.
- عبدالحی، ح. و کرمی راد، ن.، ۱۳۹۷. توسعه پرورش ماهیان خاویاری در ایران. دو فصلنامه ترویجی ماهیان خاویاری. شماره ۱. صفحات ۴۴-۳۲.

منابع

- Bregnballe, J., 2015. A guide to recirculation aquaculture. Published by FAO. 100 p.
- Copens, 2008. Manual on sturgeon reproduction. The Netherland. 40 p.
- Chebanov, M. S and Galich, E. V., 2013. Sturgeon hatchery manual. FAO. 302.
- Mims, S. D et al., 2002. Production of Sturgeon. SRAC. N. 7200. 8 p.
- آذری تاکامی، ق، ۱۳۸۸. تکثیر و پرورش تاس ماهیان. ناشر موسسه انتشارات دانشگاه تهران. ۴۰۱ ص.
- بهمنی، م.، پور علی، ح.، یوسفی، ا.، یزدانی، م.، پزند، ذ.، شناور، ع.، ۱۳۹۶. راهنمای جامع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری. ناشر: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، نشر آموزش کشاورزی. ۳۱۲ ص.

An overview of sturgeon culture in concrete tanks, recirculating aquaculture system, cage and earthen pond

Vaghei, R¹; Mohseni, M¹; Alipour¹, A; Pajand, Z¹; Hosseinnia, E¹

1. International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

*Ghorbani_v2@ Yahoo.com

Abstract

Commercial farming of sturgeon in the Iran is about 2 decades old. In order to increase the production of farmed sturgeon fish, along with rearing in concrete tanks (circular and octagonal), improving rearing techniques using recirculating aquaculture system (RAS), cage, pen, earthen pond and natural dams can play an effective role in this field. Great sturgeon (*Huso huso*) and Siberian sturgeon (*A. baerii*) are the main rearing species in the Iran. In China, which has the first place in sturgeon culture in the world, meat production is mainly done through the hybrid of male of Amur sturgeon (*A. schrenckii*) × female of Kaluga sturgeon (*H. dauricus*), as well as the female of Amur sturgeon × male of Siberian sturgeon. Most of the production of farmed caviar in this country is obtained through the hybrid of native hybrid species, Kaluga sturgeon × Amur sturgeon. In Russia, Siberian sturgeon and Russian sturgeon (*A. gueldenstaedtii*) and in America, white sturgeon (*A. transmontanus*) are the main cultivated species. Among the methods used for rearing sturgeons in the world, we can refer to flow-through system, RAS, cage and earthen pond. In Iran, Sturgeon culture in concrete tanks is the main method. At the time of sturgeon culture, it is very important to observe proper density, proper water exchange, proper feeding management, maintaining water quality, and preventing sunlight from directly hitting the rearing tank.

Keywords: Sturgeons, cultivation, concrete tank, recirculating aquaculture system, cage, earthen pond.