معیارها و ضوابط استقرار قفس های پرورش ماهی در دریاچه های غیر شرب پشت سدهای ایران

سید محمد وحید فارابی[۱]*، منصور شریفیان[۲]

۱- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

smv_farabi@hotmail.com

چکیده

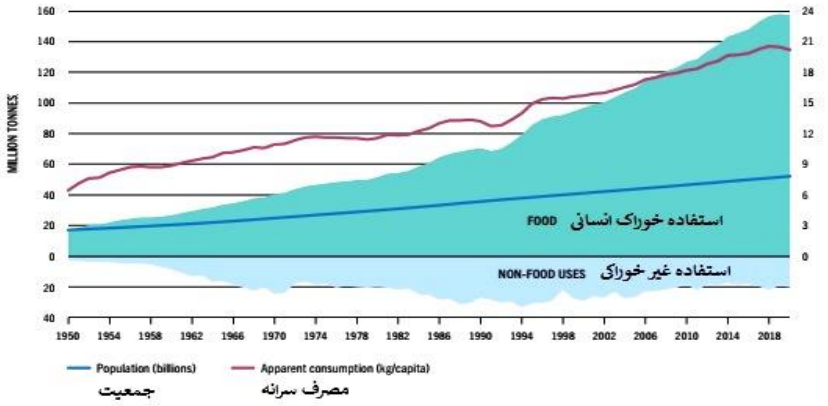
سد، سازه‌ای است که برای کنترل جریان آب ساخته می‌شود. سدها می‌توانند برای اهداف مختلفی مانند تأمین آب شرب، کشاورزی، صنعت، تولید برق، کنترل سیلاب، گردشگری و همچنین آبزی‌پروری استفاده شوند. سدها را می‌توان بر اساس عوامل مختلفی مانند نوع سازه، هدف ساخت، نوع آب، محل ساخت و همچنین نوع کاربری، تقسیم بندی کرد. آبزی‌پروری در سدها معمولاً بصورت ذخیره سازی ماهی در مخازن‌آبی سدها و پرورش ماهی در قفس صورت می‌گیرد. پرورش ماهی در قفس یکی از روش‌های نوین آبزی‌پروری در دنیا محسوب می-شود. انتخاب محل مناسب استقرار قفس در منابع آبی پشت سدها برای پرورش ماهی یکی از عوامل مهمی است که علاوه بر تأثیر در انتخاب نوع سازه‌مناسب و گونه‌پرورشی، در میزان بازدهی اقتصادی تولید نیز مؤثر است. هدف از این بررسی ارائه معیارها و ضوابط انتخاب مکان استقرار قفس‌ها در مخازن آبی سدهای غیرشرب برای پرورش‌ماهی با الگوبرداری از کشورهای پیشرو در صنعت پرورش‌ماهی در قفس و با استفاده از منابع اطلاعاتی داخل کشور به همراه تحلیل کارشناسی است. معیارهای مورد استفاده شامل: توپوگرافی، عوامل فیزیکی و شیمیایی و برخی از آلاینده‌ها و عوامل بیولوژیکی با بررسی امکان دسترسی به قفس می‌باشد. با در نظر گرفتن این معیارها و ضوابط می‌توان از خسران احتمالی جلوگیری کرد.

واژگان کلیدی: ضوابط و معیار، مخازن آبی، سد، استقرار قفس، آبزی‌پروری

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

بیان مسئله:

تولیدات شیلات و آبزی‌پروری در سال ۲۰۲۰ به رکورد ۲۱٤ میلیون تن رسید که شامل ۱۷۸ میلیون تن آبزیان و ۳٦ میلیون تن جلبک است که عمدتاً به‌دلیل رشد آبزی‌پروری به‌ویژه در آسیا است. سهم آبزی‌پروری در سال ۲۰۲۰ برابر ۱۲۲/٦ میلیون تن بوده-است که در آن تولید انواع آبزیان ۸۷/۵ میلیون تن و جلبک‌ها ۳۵/۱ میلیون تن را تشکیل می دهند (شکل.۱). مقدار سرانه انسانی مصرف آبزیان (بدون احتساب جلبک)۲۰/۲ کیلوگرم در سال ۲۰۲۰ میلادی برآورد شده‌است که بیش از دو برابر میانگین ۹/۹ کیلوگرم سرانه در دهه ۱۹٦۰ میلادی بود. پیش‌بینی می‌شود که در سال ۲۰۳۰ میلادی با تغییرات در روند رژیم غذایی انسان به-دلیل افزایش درآمد و زندگی شهرنشینی، سبب افزایش ۱۵ درصدی مصرف غذای آبزیان شود و به طور متوسط مصرف سرانه آبزیان به ۲۱/٤ کیلوگرم برسد (FAO, 2022).



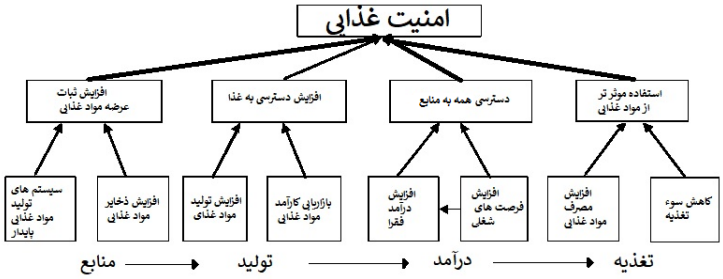
شکل ۱. میزان صید و تولیدات آبزی‌پروری جهان: نوع استفاده و سرانه مصرف انسانی (FAO, 2022)

توجه: به استثنای پستانداران آبزی، تمساح‌ها، کایمن‌ها و جلبک‌ها. داده‌ها بر حسب وزن زنده بیان شد. منبع ارقام جمعیت۲۰۱۹: سازمان ملل متحد در ۲۲ آوریل ۲۰۲۲[1].

اگرچه امنیت غذایی به‌طور کلی هدف اصلی تولید آبزی‌پروری امروزی نیست، اما آبزی‌پروری با افزایش تولید ماهیان پرورشی به عرضه کلی غذا کمک می‌کند، بنابراین قیمت غذای حاوی پروتئین حیوانی را کاهش و فرصت های درآمد و دسترسی به غذا را گسترش می‌دهد (McKinsey, 1998). بنابراین تصور می‌شود که آبزی‌پروری مکانیزم مهمی برای امنیت غذایی است و از طریق کاهش آسیب‌پذیری در برابر مخاطرات محیطی غیرقابل کنترل در تولید آبزیان، بهبود در دسترس بودن و دسترسی به غذا و استفاده مؤثرتر از غذا کمک می‌کند (شکل.۲).

[1] https://population.un.org/wpp

Journal of Aquatic (J.A.C.S)



شکل ۲. رابطه متقابل شاخص‌های عمومی امنیت غذایی(Metz, 2002)

طبق تحقیقات به‌عمل آمده در تولیدات آبزی‌پروری و مصرف سرانه آبزیان در ۱۶۳ کشور، مشاهده شد که با افزایش ۱٪ تولیدات آبزی‌پروری، ۰/۹٪ مصرف سرانه آبزیان افزایش داشته‌است. بنابراین یافته‌ها بینش مهمی در مورد نقش آبزی‌پروری در امنیت غذایی جهانی ارائه می‌دهند و اهمیت پیشرفت توسعه آبزی‌پروری در مناطقی با نرخ بالای سوءتغذیه و ناامنی غذایی را برجسته می‌کنند (Garlock et al., 2022). سازمان ملل تخمین زده است که از هم اکنون تا سال ۲۰۳۰، تقاضای جهانی برای محصولات ماهی حداقل ۴۰ میلیون تن در سال افزایش یابد و انتظار می رود که کل تولید ماهی در سال ۲۰۳۰ به ۲۰۲ میلیون تن برسد (Agaro et al., 2022). افزایش روزافزون جمعیت انسانی به همراه نیاز غذایی با توجه به محدودیت منابع آب شیرین در جهان سبب شد که توجه بشر برای تأمین پروتئین مورد نیاز به منابع آبی دریاها و اقیانوس‌ها معطوف شود(Pillay and Kutty, 2005). اما تاکنون آبزی‌پروری در مخازن-آبی پشت‌سدها کمتر مورد توجه قرارگرفته‌است، در صورتیکه پتانسیل بسیار مناسبی برای توسعه دارد. به‌طوریکه تا پایان قرن بیستم، ٤٥٠٠٠ سد بزرگ در بیش از ۱۵۰ کشور وجود داشت و ۵۰ درصد آن برای آبیاری ساخته شده‌اند. بر اساس برآورد به عمل آمده، سدها ۱۲ تا ١٦ درصد از تولید غذای جهان را تشکیل می‌دهند. تقریباً تمام سدهای اصلی برای نیروگاه آبی ساخته شده‌اند. سدهای برق‌آبی در حال حاضر ۱۹ درصد از کل برق جهان را تأمین می‌کنند و در بیش از ۱۵۰ کشور استفاده می‌شوند. تقریباً ٪۱۲سدهای بزرگ به‌عنوان سدهای تأمین آب خانگی هستند (Altinbilek and Kacmak, 2001). لذا این پتانسیل برای توسعه آبزی‌پروری در مخازن‌آبی پشت‌سدهای جهان بخصوص در کشور ایران به‌عنوان یک کشور کم آب وجود دارد. کشور ایران دارای بیش از ٥١٤٠٠٠ هکتار دریاچه طبیعی و نیمه‌طبیعی، مخازن و سدهایی است که برای تولید ماهی در نظر گرفته شده‌اند که در سال٢٠١٤ بالغ بر ٥٢٠٠٠ تن ماهی تولید کرده‌است. در سال ٢٠١٤، حدود ١٤ درصد از کل تولید گونه‌های ماهی از مخازن و آب‌های طبیعی و نیمه‌طبیعی تولید شده‌است. ماهی تولید شده در مخازن آبی از گونه‌های قزل‌آلای رنگین‌کمان و ماهی کپور چینی (کپورمعمولی، کپورنقره‌ای، کپورسرگنده و کپورعلفخوار) بوده‌است (FAO, 2024).

آبزی‌پروری در مخازن‌آبی سدها به عنوان یکی از نقاط عطف در استفاده بهینه از منابع آبی در دسترس است. از مخازن‌آبی پشت‌سدها، معمولاً برای سیستم پرورش آبزیان به‌صورت استخرهای پرورشی، ماهی‌دارنمودن مخازن‌آبی و یا آبزی‌پروری در محیط‌های محصور (پن و قفس‌های توری) استفاده می‌شود. استخرهای پرورشی عمدتاً در نزدیکی سدها به‌منظور بهره‌برداری از آب سد استفاده می‌شوند و استفاده از این روش آبزی‌پروری در انواع سدها با اهداف مختلف حتی مخازن آبی شرب در صورت امکان تأمین آب در طول سال فراهم است. در این سیستم، آب از مخازن سد به استخرها هدایت می‌شود. ماهی‌دارنمودن مخازن آبی سدها ممکن است با اهداف متفاوتی از جمله حفظ گونه‌های بومی آبزیان منطقه و یا اهداف اقتصادی انجام شود. در این روش بسته به توان اکولوژیک منطقه و ظرفیت برد اکولوژیک نسبت به ماهی‌دار نمودن مخازن آبی اقدام می‌شود و ممکن است حتی در مخازن آب شرب نیز برای تعادل اکولوژیک بصورت طبیعی موجود باشد. اما در مورد قفس‌های شناور، قفس‌ها در مخازن

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

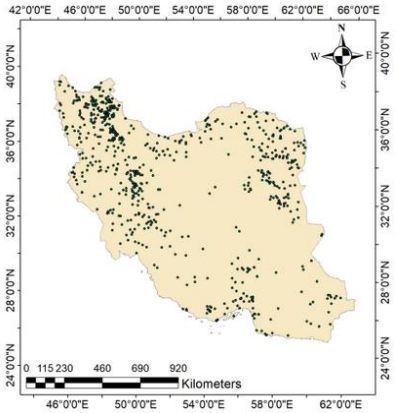
آبی سد نصب شده و آبزیان در آن‌ها پرورش می‌یابند. این سیستم برای حفظ محیط زیست و کنترل بهره‌برداری از آب مناسب است. از آنجا که آبزی‌پروری سبب افزایش مواد مغذی آب بخصوص ترکیبات نیتروژن و فسفر می‌گردد، لذا در سدهایی که با اهداف شرب انسانی ساخته شود، مجاز نمی‌باشد (شیری و همکاران، ۱٤۰۱؛WHO , 2017؛ USEPA , 2016). از این رو آبزی-پروری در مخازن‌آبی پشت سدها مستلزم ضوابط و معیارهای خاصی است که در بسیاری از کشورها به قانون تبدیل شده‌است. این ضوابط و معیارها، به حفظ محیط‌زیست و همچنین، افزایش بهره‌وری در پرورش‌ماهی کمک می‌کند. یکی از موارد اصلی در این خصوص، تعیین ضوابط و معیارهای استقرار قفس‌های پرورش ماهی در مخازن آبی است که با رعایت آن از خسران احتمالی در فعالیت تجاری آبزی‌پروری در مخازن آبی پشت سدها تا حد زیادی پیشگیری می‌نماید.

معرفی دستاورد یا راهکار

ضوابط و معیارهای استقرار قفس‌های پرورش ماهی در مخازن آبی بشرح زیر است:

۱- شناسایی سدهای ایران

عمدتاً سدهای ایران در نواحی شمال غربی و غرب کشور (شکل.۳) احداث شدند. نقشه پراکنش سدها در سایت‌های مختلف در قالب شیپ فایل‌هایی قابل دسترس است. نقشه شیپ فایل و داده‌های زمینی سدهای ایران، یک محصول ارزشمند برای تمامی افرادی است که به دنبال اطلاعات دقیق و به‌روز در مورد سدهای ایران هستند. این نقشه شامل اطلاعات کاملی در مورد موقعیت مکانی، نوع ساختار و عوامل مرتبط در سدهای ایران بشرح زیر است. نقشه شیپ فایل سدهای ایران را می‌توان در نرم‌افزارهای GIS مانند ArcGIS و QGIS باز کرد و از اطلاعات آن استفاده کرد. همچنین می‌توان این نقشه را به‌صورت آنلاین در نرم‌افزارهای نقشه‌برداری مانند Google Maps و MapQuest مشاهده‌کرد. شیپ فایل موقعیت سدهای ایران (۷۲۵ سد) به‌صورت نقطه‌ای و زمین مرجع می‌باشد و دارای فیلدها یا مشخصات توصیفی: محل سد شامل استان، شهرستان، بخش و شهر، نام دقیق سد، نوع سد اعم از بتنی، بتنی دوقوسی، بتنی وزنی، خاکی، خاکی با هسته رسی، خاکی همگن، مخزنی، نوع استفاده مخزنی، تغذیه‌ای، تنظیمی، ظرفیت مخزن سد با واحد میلیون مترمکعب، نام رود، وضعیت بهره‌برداری از سد، دستگاه اجرایی، حوزه‌آبریز اصلی، حوزه‌آبریز فرعی، سطح حوزه، مختصات طول و عرض جغرافیایی سد است.



شکل ۳. جانمایی مکانی سدهای ایران (۷۲۵ سد[۲])

[۲] گروه تخصصی آموزشی جی آی اِس آکادمی ، https://gisacademy.ir، @GISAcademyManager

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

۱- صدور موافقت اصولی و تأسیس مزرعه پرورش ماهی در قفس

موفقیت یا شکست هر گونه سرمایه‌گذاری در زمینه آبزی‌پروری تا حد زیادی به انتخاب درست سایت برای آن بستگی دارد. در انتخاب یک سایت عوامل متعددی غیر از جنبه فیزیکی سایت باید درنظر گرفته‌شود. بنابراین انتخاب مکان احداث مزرعه از مهمترین عوامل تأثیرگذار در اقتصاد تولید محسوب می‌شود. اگر خطایی در انتخاب مخازن آبی سدها برای احداث مزرعه پرورش‌ماهی در قفس صورت گیرد، به عنوان مثال مخزن آبی دارای آبی با کیفیت نامطلوب باشد، مجالی برای اصلاح و جبران خسارت وجود نخواهد داشت. لذا سازمان شیلات ایران شیوه نامه‌ای را برای تأسیس چنین مزارع آبزی‌پروری در مخازن‌آبی پشت سدها تدوین نموده است (سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۵). قابل ذکر است که کلیه اقدامات در خصوص استفاده از منابع آبی و آبزیان برای آبزی پروری لازم است در قالب آیین‌نامه آبزی‌پروری در سدها و شبکه های آبیاری و زهکشی با اهداف غیرشرب (وزارت نیرو، ۱۳۹۱) و آیین‌نامه اجرایی حفاظت و بهره برداری از منابع آبزی جمهوری اسلامی ایران (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۷۸) باشد.

۲- اقدامات اولیه برای انتخاب مکان و احداث مزرعه در مخازن آبی سدها

این اقدامات شامل: موارد اجتماعی، اقتصادی و سیاسی است. این اقدامات از خسران احتمالی آبزی پروری در فعالیت-های آتی جلوگیری کرده و یا تعدیل می‌نماید. رعایت موارد زیر در این اقدامات ضروری است:

- کاربری مخزن آبی سد برای اهداف غیر شرب باشد.
- محل مزرعه با قوانین و مقررات حفاظت از منابع طبیعی و آبخیزداری کشور مغایرت نداشته باشد.
- محل مزرعه با قوانین و مقررات سازمان حفاظت از محیط زیست کشور مغایرت نداشته باشد.
- محل مزرعه درگیر با استفاده کنندگان مخازن آبی (کشاورزی، صنعتی، ناوبری، گردشگری و ...) نباشد.
- ملاحظات اجتماعی بین مردم منطقه و سیستم پرورش ماهی (امنیت مزرعه) مدیریت شده باشد.
- میزان سوددهی اقتصادی مزرعه پرورش ماهی در قفس قبل از احداث محاسبه گردد.
- موقعیت، شکل، اندازه، عمق مخازن آبی برای پرورش ماهی در قفس مناسب باشد.

عمق متوسط مخزن آبی در منطقه استقرار قفس شناور حداقل در طول سال ۱۰ متر و مساحت کل مخزن حدود ۱۰۰۰ هکتار داشته باشد. شکل و ابعاد مخزن آبی باید به گونه‌ای باشد که امکان استقرار و حرکت آزادانه قفس‌ها در آن فراهم شود. عمق مخزن آبی نیز باید به گونه‌ای باشد که شرایط آبی مطلوب برای استقرار قفس و رشد ماهیان فراهم گردد. عمق زیاد مخزن آبی می‌تواند باعث افزایش هزینه‌ها و مشکلات مهار کردن قفس‌ها شود.

- محدودیت استقرار تعداد قفس‌ها بر اساس ظرفیت برد اکولوژیک یا ظرفیت تحمل بدنه آبی تعیین شود.
- دسترسی به سایت، تأسیسات محلی و ملاحظات لجستیکی آسان باشد.
- توپوگرافی بستر (شیب) به‌منظور استقرار قفس‌ها در مخزن آبی مناسب باشد.
- مناطق انتخاب شده در برابر باد و امواج قوی حفاظت شده باشد.
- پایش بهداشتی آب مخازن انجام گیرد.
- در طول سال میزان حجم آب در مخزن آبی در محل استقرار قفس مناسب باشد.
- کیفیت فاکتورهای فیزیکی‌و شیمیایی آب برای پرورش ماهی مناسب باشد.

دامنه مجاز برخی از پارامترهای مهم کیفی آب برای پرورش ماهی در مخازن آبی پشت سدها به شرح زیر آمده‌است:

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

جدول۱ . دستورالعمل عمومی دمای‌آب برای پرورش ماهیان (Zweig et al., 1999)

گونه‌ها	دما (درجه سانتی گراد)	توضیح
گرمسیری	۲۹–۳۰	رشد مطلوب
	۲۶–۲۸>	نرخ رشد پائین
	۱۰–۱۵>	محدودیت کشنده
گرم‌آبی	۲۰–۲۸	رشد بهینه
	۰>	حد کشنده
سرمادوست	۱۵–۲۰	رشد مطلوب
سردآبی	۱۵>	رشد مطلوب
	۲۵>	حد کشنده

*منبع: Boyd, 1990; Lawson, 1995

جدول۲. سطوح تحمل pH آب و تأثیر آن بر آبزی‌پروری (Lawson, 1995)

سطوح pH آب	اثر
ماهیان گرم‌آبی	
٤>	نقطه مرگ اسیدی
٤–٥	عدم تولید مثل ماهی
٤ – ٦/٥	رشد آهسته
٦/٥–٩	دامنه مطلوب برای تولید مثل
٩–١١	رشد آهسته
١١>	نقطه مرگ قلیایی
پرورش آزادماهیان (سردآبی)	
٦/٤–٨/٤	محدوده پیشنهادی برای تولید ماهی
٦/٧–٨/٦	
٦/٧–٧/٥	

جدول ۳. سطوح تحمل کدورت برای آبزی‌پروری(Zweig et al., 1999)

اثر	غلظت مواد جامد معلق
۲۵ میلی گرم بر لیتر	بدون اثر مضر بر آبزی پروری
۸۰–۲۵ میلی گرم بر لیتر	محدوده قابل قبول
۸۰> میلی گرم بر لیتر	مضر برای آبزی پروری

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

جدول٤. سطوح توصیه شده اکسیژن برای آبزی‌پروری

گونه‌ها	اکسیژن محلول (mgl^{-1})	توضیح	ارجاع
قزل‌آلای رنگین-کمان	۱۰	معمولی در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد	Lloyd, 1992
	۵	محدودیت برای سازگاری	
	۵>	فقط چند ساعت می تواند زنده بماند	
کپور معمولی	٤-۳	قابل تحمل	
	۵>	مطلوب	
نسبت به ماهیان سردآبی به کمبود اکسیژن محلول تحمل بیشتری دارد			
ماهیان گرم‌آبی	۵>	توصیه می‌شود	Lloyd, 1992 Lawson, 1995
	۱/۵	چند روز زنده می‌ماند	
	۱	چند ساعت زنده می‌ماند	
	۰/۳>	غلظت کشنده	
دستورالعمل کلی	٦-۵>	مطلوب	

جدول ۵. سطوح تحمل سختی آب در آبزی پروری (Sawyer and McCarty, 1978)

طبقه بندی سختی در آب	غلظت ($CaCo_3$ در لیتر)
نرم	۷۵-۰ میلی‌گرم
در حد متوسط	۱۵۰-۷۵ میلی‌گرم
سخت	۳۰۰-۱۵۰ میلی‌گرم
خیلی سخت	۳۰۰< میلی‌گرم

جدول ٦. سطوح تحمل دی‌اکسیدکربن برای آبزی‌پروی (Boyd, 1990; Lawson, 1995)

نوع آبزی‌پروری	CO2 آزاد (mgl^{-1})	توضیح
هچری‌ها	صفر	ایده آل
قزل‌آلای رنگین‌کمان	۱۰>	
ماهیان گرم‌آبی	۱۵>	
ماهیان باله‌دار	۱۵-۱۰ >	بیشترین اثرات سمی
قزل‌آلای رنگین‌کمان	۱۰-۹>	

جدول ۷. عوامل موثر بر سمیت آمونیاک آب برای ماهی در آبزی‌پروری (Lloyd, 1992)

عامل	اثر
عوامل فیزیکی‌وشیمیایی آب	نسبت کنترل کننده آمونیاک به آمونیوم
دما	افزایش دما سبب افزایش سمیت آمونیاک می‌شود
pH	افزایش pH سبب افزایش سمیت آمونیاک می‌شود

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

اکسیژن محلول **گیاهان**	کاهش اکسیژن محلول، سمیت آمونیاک را افزایش می‌دهد
فتوسنتز	افزایش اکسیژن محلول:دی‌اکسید کربن را کاهش و pH آب را افزایش می‌دهد.
تنفس	کاهش اکسیژن محلول:دی‌اکسید کربن را افزایش و pH آب را کاهش می‌دهد
سطح آبشش دفع دی‌اکسید کربن	دی‌اکسید کربن را افزایش و pH آب را کاهش می‌دهد
سازگاری آمونیاک محیطی	ممکن است قابلیت سم زدایی را افزایش دهد ممکن است با محتویات پروتئین خوراک مرتبط باشد

جدول ۸. تحمل ماهیان در مقابل آمونیاک آب در آبزی‌پروری

گونه	NH3 میلی‌گرم بر لیتر	توضیح	ارجاع
ماهیان آب شیرین	<۰/۰۵ < ۱ TAN	غلظت مطمئن	Lawson, 1995
خانواده آزادماهیان (قزل‌آلای رنگین‌کمان)	<۰/۰۲	غلظت مطمئن	Eu,1979
دستورالعمل عمومی	< ۱ TAN ۰/۱ ۰/۰۱۲ ۰/۰۲	سطح مجاز حداکثر سطح قابل تحمل سطح مجاز سطح مجاز	Meade, 1989 Pillay, 1992 Boyd, 1990 Meade, 1989

جدول۹. غلظت نیتریت بهینه در آبزی‌پروری

گونه / آب	غلظت میلی‌گرم بر لیتر	ارجاع
آب‌های سخت	<۰/۱	Pillay, 1992
آب‌های نرم	<۰/۱	Meade, 1989
ماهیان آب‌شیرین‌و لب‌شور	<۰/۵	Swann, 1993
ماهیان آب‌شور	<۱	Clifford, 1994
خانواده آزادماهیان		Pillay, 1992
آب‌های نرم	<۰/۰۱	
آب‌های سخت	<۰/۱	

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

جدول ۱۰. غلظت بهینه نیترات برای آبزی پروری

گونه ماهی	غلظت میلی‌گرم بر لیتر	ارجاع
کپور	<۸۰	Svobodova et al., 1993
قزل آلا	<۲۰	
دستورالعمل عمومی	<۳	Meade, 1989
	<۱۰۰	Pillay, 1992

- آلاینده های زیست محیطی آب در حد مجاز برای پرورش ماهی باشد.
- جریان یا تبادل کافی آب در محل استقرار قفس وجود داشته باشد.
- مخازن آبی عاری از پاتوژن ها و آلاینده های بیولوژیکی باشد.
- پدیده تغذیه گرایی و شکوفایی جلبکی در مخزن آبی وجود نداشته و یا در حداقل میزان باشد و اعمال "رویکرد پیشگیرانه"برای جلوگیری از افزایش مواد مغذی حاصل از پرورش ماهی در قفس صورت گیرد.
- وجود پوشش گیاهی در حاشیه و داخل مخزن آبی مانع از استقرار قفس‌های پرورش ماهی نگردد.
- محل استقرار قفس در محل تجمع رسوبات مخزن آبی نباشد.
- امکان مدیریت و تخلیه رسوبات از بستر مخزن آبی سد فرآهم باشد.

توصیه ترویجی

- پیش از استقرار قفس‌های شناور در مخازن آبی، بهتر است با متخصصان مربوطه در زمینه پرورش‌ماهیان و مهندسان محیط‌زیست در ارتباط با فاکتورهای حفاظت از محیط‌زیست مشورت شود تا بهترین مکان برای استقرار در نظر گرفته‌شود و تأثیرات منتظره حاصل از این فعالیت بر محیط‌زیست و موجودات زنده را به حداقل برساند.
- برای تعیین بهترین مکان برای استقرار قفس‌های شناور در مخازن آبی پشت سدها، لازم است که بر اساس معیارهای فوق‌الذکر، به شکل مناسبی ترازمندی و تحلیل کارشناسی انجام شود. همچنین توجه به شرایط و محدودیت‌های خاص هر منطقه نیز مد نظر قرار گیرد.
- به طور کلی، منطقه‌هایی که در سدها و مخازن آبی دارای آب با کیفیت خوب و دارای پایداری آبی مطلوب، دارای عمق آب مناسب برای رشد ماهیان، جریان‌آبی مناسب و شرایط آب و هوایی و محیطی سازگار با پرورش ماهیان هستند، بهترین مکان برای استقرار قفس‌های شناور خواهند بود.

برای کسب اطلاعات بیشتر می‌توان به گزارش نهایی" تدوین معیارها و ضوابط استقرار قفس‌های پرورش‌ماهی در دریاچه‌های غیرشرب پشت سدهای ایران" منتشر شده از طرف سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور با کد مصوب ۰۱۱۰۷۷-۰۱۰۵۲-۰۴۶-۱۲-۷۶-۱۴، مراجعه نمود (فارابی، ۱۴۰۳).

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

فهرست منابع

سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۵. شیوه نامه صدور مجوز پرورش ماهی در قفس در آب‌های دریایی و داخلی (دریاچه پشت سد). ۲۲ صفحه.

شیری، ن.، خادم زاده، ا.، درخشش، ن.، سوری، م.، و صفدریان، ب.،۱۴۰۱. جستاری بر بکارگیری بهینه مخازن سدها برای پرورش ماهی در قفس، اولین همایش بین‌المللی علوم‌دریایی " با رویکرد نوآوری در اکوسیستم‌های آبی بر تکیه بر اقتصاد دریاپایه"،https://civilica.com/doc/1670182

فارابی، س.م.و. ۱۴۰۳. تدوین معیارها و ضوابط استقرار قفس‌های پرورش‌ماهی در دریاچه‌های غیرشرب پشت سدهای ایران. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. کد مصوب: ۰۱۱۰۷۷-۰۱۰۵۲-۰۴۶-۱۲-۷۶-۱۴. ۹۶ صفحه.

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای‌اسلامی، ۱۳۷۸. آیین‌نامه اجرایی حفاظت و بهره برداری از منابع آبزی جمهوری اسلامی ایران. ۱۷۶ – ۱۳۷۸,۰۳,۱۸ ـ هـ ۱۷۹۲۵ ـ ت ۱۲۳۴۰ . ۱۳۷۸,۰۲,۰۵. ۳۰ صفحه. https://rc.majlis.ir/fa/law/print_version/119186

وزارت نیرو، ۱۳۹۱. آیین‌نامه آبزی‌پروری در سدها و شبکه های آبیاری و زهکشی با اهداف غیرشرب. منتشره معاونت امور آب و ابفا، دفتر نظام های بهره برداری و حفاظت آب و آبفا. سند ۱- ب خ ب / ش آ س ش آ ز مورخ اردیبهشت ۱۳۹۱. ۳۸ صفحه.

Agaro, E.D., Gibertoni, P.P., and Esposito, S., 2022. Recent Trends and Economic Aspects in the Rainbow Trout (Oncorhynchus mykiss) Sector. Applied Sciences, 12(17), 8773; https://doi.org/10.3390/app12178773

Altinbilek, D., and Cakmak, C., 2001. The Role of Dams in Development. International Energy Symposium Ossiach. AT0200131. P 5.

Boyd, C.E., 1990. Water Quality in Pondsfor Aquaculture. Birmingham, Ala.: Auburn University Press.

Clifford, Henry C. Ell. 1994. "Semi-Intensive-Sen sation: A Case Study in Marine Shrimp Pond Management." World Aquaculture25(3): 10

EU (European Union). 1979. Directiveon the Quality of Fresh Water Needing Protectionor Improvement in Order to Support Fish Life. 79/659/EEC. Brussels: EU.

FAO (Food and Agriculture Organization), 2024. Fishery and Aquaculture Country Profiles. Iran (Islamic Rep. of), 2015. Country Profile Fact Sheets. Fisheries and Aquaculture Division [online]. Rome. Updated Apr 1, 2016 [Cited Monday, January 8th 2024]. https://www.fao.org/fishery/en/facp/irn

FAO (Food and Agriculture Organization), 2022. The State of World Fisheries and Aquaculture. Towards Blue Transformation. Rome, FAO. 266P. https://doi.org/10.4060/cc0461en

Lawson, T. B. 1995. Fundamentalsof Aquacultural Engineering. New York: Chapman and Hall.

Lloyd, R., 1992. Pollutionand FreshwaterFish. West Byfleet: Fishing News Books.

McKinsey, K. 1998. Struggles with salmon. Scientific American Presents the Oceans, 9, 68-69.

Meade, J.W., 1989. AquacultureManagement. New York: Van Nostrand Reinhold.

Metz, M. 2002. Training Manual on Monitoring Policy Impacts. FAO, Rome.

Garlock, T., Asche, F., Anderson, J., Ceballos-Concha, A., Love, D. C., Osmundsen, T. C., and Pincinato, R. B. M., 2022. Aquaculture: The missing contributor in the food security agenda. Global Food Security, 32, 100620.

Pillay, T.V.R., 1992. Aquaculture and the Environment New York: Halsted Press.

Pillay, T.V.R. and Kutty, M.N. 2005. Aquaculture: Principles and Practices, 2nd edn. Blackwell Publishing, Ames, IA, USA, pp.458–460.

Sawyer, C.N., and McCarty, P.L., 1978. Chemistry for Environmental Engineers. NewYork: McGraw Hill.

Swann, L. 1993. "Water Quality Water Sources Used in Aquaculture." Water Quality FactSheet AS-486. Aquaculture Extension. Illinois-Indiana Sea Grant Program. Purdue University, West Lafayette, Ind.

Svobodova, Z., R. L., J. Machova, and B. Vykusova. 1993. Water Qualityand Fish Health EIFAC technical paper no. 54. Rome: FAO.

USEPA (United States Environmental Protection Agency). 2016. Drinking Water and Health: Protecting the Nation’s Drinking Water (PDF). Washington, D.C.: United States Environmental Protection Agency.P:114.

WHO (World Health Organization). 2017. Guidelines for Drinking-water Quality (PDF). Geneva: World Health Organization. P:631.

Zweig, R.D., Morton, J.D., and Stewart, M.M., 1999. Source Water Quality for Aquaculture. A Guidle for Assessment Public Disclosure Authorized Public Disclosure Authorized Public Disclosure Authorized. 23764. P: 76. https://doi.org/10.1596/0-8213-4319-X

Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)