ضوابط و معیارهای محل استقرار قفس‌های پرورش ماهیان دریایی

سید محمد وحید فارابی*[1]، منصور شریفیان[2]، سید رضا سیدمرتضایی[2]

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

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

Smv_farabi@hotmail.com

تاریخ دریافت : تیر ماه ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۸

چکیده

انتخاب محل مناسب استقرار قفس یکی از مهم‌ترین عوامل برای پرورش ماهیان دریایی محسوب می‌گردد. این پارامتر حیات تجاری آبزی‌پروری را رقم می‌زند. انتخاب مکان مناسب، علاوه بر تأثیر در تعیین نوع سازۀ قفس مناسب (ثابت، شناور و غوطه‌ور) و بعضاً گونه ماهی، در میزان بازدهی اقتصادی تولید نیز نقش مؤثری دارد. از طرفی تأثیر پرورش ماهی بر محیط‌زیست پیرامون قفس‌ها در انتخاب مکان مزارع پرورش ماهی مؤثر است. این بررسی با هدف انتخاب مکان مناسب برای آبزی‌پروری ماهیان دریایی بر اساس مرور منابع داخل و خارج از کشور ایران به منظور تعیین ضوابط و معیار با ارائه پیشنهاد عملی انجام شد. نتایج نشان داد که کشورهای پیشرو در صنعت پرورش ماهی در قفس دریایی، ضوابط و معیارهایی برای انتخاب مکان مناسب استقرار قفس پرورش ماهیان دریایی وضع نمودند. این قوانین در قالب ارزیابی اثرات زیست‌محیطی (EIA)، برنامه مدیریت زیست‌محیطی (EMP) و ارزیابی استراتژیک محیطی (SEA)، در کشورهای مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به اظهارات فوق، ضوابط و معیارهای انتخاب محل پرورش ماهیان در قفس دریایی در کشور ایران در ۲۸ بند پیشنهاد گردید.

واژه‌های کلیدی: آبزی‌پروری، قفس دریایی، ضوابط و معیار، انتخاب مکان

مقدمه

فعالیت‌های آبزی‌پروری در قفس می‌تواند بر اکولوژی دریا تأثیرگذار باشد (نبوی، ۱۳۸۹). آلودگی، تخریب زیستگاه‌های حساس ساحلی، تهدید تنوع زیستی موجودات آبزی و خسارات مهم اقتصادی و اجتماعی باید در مقابل منافع آبزی‌پروری به تعادل برسند و به عبارتی لازم است که در این نوع تولیدات برقراری تعادل بین تأمین غذا و خسارات زیست‌محیطی مورد توجه قرار گیرد (Emerson, 1999). لذا هر نوع توسعۀ پایدار آبزی‌پروری مستلزم آن است که اثرات زیست‌محیطی آن به‌طور مؤثری مورد بررسی قرار گیرد. به ویژه اینکه به نظر بسیاری از کارشناسان، بخش بزرگی از رشد آینده در حوزۀ آبزی‌پروری در محیط‌های دریایی است (Pittenger *et al*., 2007).

در نیم‌قرن اخیر، به واسطۀ محدودیت استفاده از آب شیرین، توسعۀ آبزی‌پروری دریایی و به خصوص پرورش ماهی در قفس‌های دریایی بسیار رونق گرفته است. در این میان انتخاب مکان، گونۀ پرورشی، نوع سازۀ مورداستفاده، مدیریت پرورش و

بازار هدف از ارکان توسعهٔ آبزی‌پروری دریایی محسوب می‌گردند که در این میان انتخاب مکان پرورش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از مهم‌ترین اصول انتخاب مکان مناسب برای مزارع پرورش ماهی در قفس مربوط به تأثیر پرورش ماهی بر محیط‌زیست پیرامون قفس‌ها است و به عنوان بزرگ‌ترین مشکل و مانع پرورش ماهی در قفس محسوب می‌گردد. مواد دفعی حاصل از ماهیان پرورشی و غذای خورده نشده سبب افزایش مواد مغذی آب در پیرامون قفس‌ها می‌گردد. مواد مغذی محلول مانند نیتروژن و فسفر به‌آسانی در دسترس فیتوپلانکتون‌ها و جلبک‌های بزرگ‌تر قرار گرفته (Troell *et al*., 2009) و سریعاً جذب شده و ممکن است باعث افزایش زی تودهٔ فیتوپلانکتونی و شکوفایی جلبکی در سواحل گردد (Olsen and Olsen, 2008). ذرات دفعی بزرگ و یا غذای مصرف نشده توسط ماهی به سرعت نشست کرده و ممکن است در رسوبات و بستر دریا تجمع پیدا کند و سبب تغییرات جوامع موجودات کف زی گردد(Wang *et al*., 2012). ذرات کوچک ضایعات ممکن است به صورت معلق باقی بماند و سپس توسط زئوپلانکتون‌های با سیستم غذایی فیلترینگ ماهی یا صدف‌ها از ستون آب مورد مصرف قرار گیرند (Olsen *et al*., 2011; Troell *et al*., 2009). بنابراین تمامی موارد فوق‌الذکر در تغییر اکوسیستم طبیعی منطقهٔ پیرامون قفس‌ها نقش دارند و لازم است مزرعهٔ پرورش ماهی در قفس با هدف کمترین اثرات حاصل از پرورش ماهی بر پیرامون آن انتخاب گردد. پرورش ماهی در قفس دریایی عمدتاً در نوار ساحلی است، اما ازآنجایی‌که آب‌های ساحلی از طریق خشکی و دریا تحت تأثیر قرار دارند، دارای تغییرات دینامیکی بالایی بوده و مشکلات عظیمی را برای پرورش‌دهندگان ایجاد می‌نمایند (Miki *et al*., 1992). در کشورهای مختلف مقررات سخت‌گیرانه‌ای را برای استقرار قفس دریایی در مناطق ساحلی جهت جلوگیری از صدمات زیست‌محیطی وضع می‌نمایند. به‌طور مثال در کشور اسکاتلند پرورش‌دهندگان را به جهت کاهش آلودگی در منطقهٔ ساحلی، به مناطق دور از ساحل سوق دادند تا اثرات نامطلوب پرورش ماهی در قفس دریایی را به حداقل برسانند (Duff, 1987).

در دههٔ ۹۰ شمسی در ابتدا ضوابط و مقررات فنی تخصیص پهنه‌های دریایی به متقاضیان مزارع پرورش ماهی در قفس توسط سازمان دامپزشکی کشور با همکاری سازمان شیلات ایران تدوین گردید. در این ضوابط بر مبنای قفس‌های شناور بر اساس عمق استقرار، فاصلهٔ سایت و فاصله از ساحل و برخی پارامترهای فیزیکی، شیمیایی و توپوگرافی دریا اشاره شده است (دامپزشکی کشور، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۶؛ سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۵). دستورالعمل سازمان دامپزشکی کشور به نظر می‌رسد کاملاً منطبق با دستورالعمل سازمان خواروبار جهانی FAO (Food Agriculture Organization)، و برنامهٔ توسعهٔ سازمان ملل متحد UNDP (United Nations Development Programme)، در خصوص معیار انتخاب مکان برای پرورش ماهی در قفس‌های توری دریایی در آسیا است(UNDP, 1989). این بررسی با هدف تعیین و ارائه پیشنهاد برای ضوابط و معیار انتخاب مکان مناسب استقرار قفس دریایی ایران به منظور آبزی‌پروری با استفاده از مرور منابع داخلی و خارج از کشور ایران به انجام رسید.

مواد و روش‌ها

تعیین ضوابط و معیارهای محل استقرار قفس علاوه بر انتخاب مناسب به لحاظ عمق استقرار، فاصله از ساحل، جریانات آبی، معضلات اجتماعی و اقتصادی، عمدتاً در پاسخ به اثرات زیست‌محیطی EIA (Environmental Impact Assessment)، حاصل از پرورش ماهی است. در این بررسی از فاکتورهای مختلفی مطابق با استانداردهای جهانی استفاده گردید.

عمدتاً معیارهای موردبررسی شامل: توپوگرافی (عمق استقرار، ارتفاع موج، سرعت باد، شرایط بستر)، عوامل فیزیکی (سرعت جریان آب، دمای آب، مواد جامد معلق، کدورت)، عوامل شیمیایی (اکسیژن محلول، شوری، ترکیبات نیتروژنی و فسفری، شاخص یون هیدروژن، اکسیژن موردنیاز شیمیایی و بیولوژیکی، فلزات سنگین، هالوژن ها، کلر، برومید، متان، گوگرد و برخی از آلاینده‌های دیگر) و عوامل بیولوژیکی (شمارش باکتری (*E. coli*) *Escherichia coli*، چسبنده‌ها یا فولینگ، فیتوپلانکتون‌های سمی) و امکان دسترسی (نزدیک بودن به ساحل، دسترسی به جاده و مراکز تکثیر، آزمایشگاه، فروشگاه

خوراک)، در محیط رسوب (اندازهٔ دانه، ماده آلی) و سطوح آلاینده‌ها (فلزات سنگین، هیدروکربن‌ها و مواد شیمیایی) است که با استفاده از منابع اطلاعاتی موجود در کشور و همچنین در کشورهای پیشرو و سازمان‌های مختلف جهانی مانند سازمان خواروبار جهانی استفاده شد. سپس جهت بومی‌سازی معیارهای محل استقرار قفس برای پرورش ماهی در قفس از تحلیل کارشناسی استفاده گردید. درنهایت ضوابط و معیارهای مناسب برای استقرار قفس جهت پرورش ماهی تدوین شد (Muir and Kapetsky, 1988; Ye *et al*., 1991; Basurco and Larrazabal, 1999; Beveridge, 1984 and 2008; Alpaslan and Pulatsü, 2008; Grigorakis and Rigos, 2011; Plavan *et al*., 2012; Gorlach-Lira *et al*., 2013; Price and Morris, 2013).

یافته‌ها

نتایج حاصل از بررسی منابع اطلاعاتی مختلف نشان داد که جنبه‌های متفاوتی در انتخاب مکان مناسب برای استقرار قفس‌های پرورش ماهی وجود دارد. بررسی ارزیابی‌های زیست‌محیطی یکی از مهم‌ترین عامل‌ها برای فعالیت پرورش ماهی در انتخاب مکان مناسب استقرار قفس دریایی است.

ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در مکان‌یابی مزارع پرورش ماهی در قفس، سبب کاهش خسارات احتمالی به محیط و تولید پایدار می‌گردد اما با این حال EIA دارای نقاط ضعفی است که در زیر به مواردی از آن اشاره می‌گردد:

- دشواری رسیدگی به اثرات تجمعی توسعهٔ مزارع کوچک مقیاس از طریق قواعد EIA موجود
- فقدان اهداف و استانداردهای زیست‌محیطی به ویژه متناسب با شرایط محلی
- گسترهٔ بیش از حد و عدم تمرکز بر مسائل کلیدی EIA و فعالیت‌های نظارتی
- فقدان نهادها و ظرفیت هماهنگی جهت مدیریت برای اجرا و بررسی EIA
- عدم تعامل و اعتماد بین تنظیم‌کننده‌های دستورالعمل و مدیران مزارع
- مشارکت محدود یا مشارکت افراد ذینفع کلیدی
- فقدان نظارت، تحلیل و بازخورد مؤثر در مدیریت مزارع فردی یا گروهی و خوشه‌ای

موارد فوق نشان می‌دهد که تمایل دولت‌ها و مقامات نظارتی به تمرکز بر تکنیک‌های خاص (مانند EIA)، به جای یک سیستم مدیریت انطباقی است. مهم این است که چنین سیستمی در سطح ملی، در سطح آبریز و در سطح مزرعه توزیع گردد. روش بررسی اثرات زیست‌محیطی در مکان‌یابی مزارع پرورش ماهی در قفس در بسیاری از کشورهای کمتر توسعه‌یافته، تمرکز بیشتر بر روی کیفیت آب و رسوب است که به راحتی تجزیه و تحلیل می‌شود. در این حالت به توصیف نامحدود زیستگاه بر جنبه‌های زیست‌محیطی و عملکرد اکوسیستم کمتر تأکید می‌گردد که بسته به نوع سیستم پرورشی دارای عملکرد متفاوتی است.

نتایج حاصل از بیشتر مطالعات نشان داده است که آبزی‌پروری در قفس، بیش‌ترین اثرات را در محدوده قفس تا فاصله ۵۰ متری از قفس و به خصوص بر روی رسوبات دارد. تشکیل رسوب در زیر قفس‌های پرورشی معمولاً ۲۰-۲ برابر بیشتر از مناطق بدون پرورش است درحالی‌که در بعضی دریاچه‌های آب شیرین، نرخ رسوب‌گذاری به ۲۰۰-۱۰۰ برابر بیشتر نسبت به گذشته می‌رسد.

در حقیقت مقررات EIA برای آبزیان به برنامه‌های زیست‌محیطی EMP (Environmental Management Plan) که شامل نظارت بر محیط‌زیست است، برمی‌گردد. برنامه‌های نظارت بر محیط‌زیست شامل محیط‌هایی است که در آن فعالیت‌های آبزی‌پروری به‌طور گسترده‌ای انجام می‌شود و معمولاً تحت برنامه‌هایی خارج از روش‌های EIA است.

همواره تغییرات زیست‌محیطی به سبب اثرات پرورش ماهی در قفس وجود خواهد داشت، مگر این‌که تراکم ماهی پرورشی و شرایط مورفومتریک و هیدرولوژی منطقه، نقش کنترلی را با توجه به درجهٔ تخریب این اثرات ایفا کنند. برای مثال میزان اختلاط

آب در توده‌های آبی بزرگ، نقش مهمی را در کاهش اثرات فوق بازی می‌کند. به همین علت اثرات نامطلوب آبزی‌پروری بر محیط‌زیست در مناطق باز دریایی نسبت به مناطق ساحلی به جهت نرخ تعویض بالای آب، کمتر به عنوان عامل نگران‌کننده محسوب می‌شود. مناطقی که از سرعت جریان آب مناسبی برخوردارند، کمتر دچار مشکلات زیست‌محیطی در پیرامون مزارع پرورش ماهی در قفس می‌شوند. سرعت جریان بالای آب (۶ cm/s)، تغییرات معنی‌داری در ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی رسوبات پیرامون مزارع پرورش ماهی در قفس ایجاد می‌کند زیرا معمولاً سرعت جریان ضعیف زیر قفس‌ها و تراکم بسیار بالای ماهی ممکن است باعث افزایش تجمع مواد آلی شوند.

پرورش ماهی در قفس به واسطهٔ افزایش مواد مغذی محلول در ستون آبی، می‌تواند در تسریع تغییر الگوهای زیستی منطقهٔ استقرار قفس‌ها مؤثر باشد. میزان این اثرات به مقیاس پرورش، اندازهٔ اکوسیستم آبی و هیدرولوژی منطقه بستگی دارد. به همین دلیل محدودهٔ فعالیت برنامه‌های ارزیابی اثرات زیست‌محیطی هنگامی‌که به فعالیت‌های آبزی‌پروری معطوف می‌شود، تقریباً به‌طور کامل بر روی پروژه‌های بزرگ مقیاس تمرکز دارد. در اکثر موارد ارزیابی اثرات زیست‌محیطی برای مزارع آبزی‌پروری در قفس در مناطق ساحلی دریا در مقیاس بزرگ (بیش از ۵ هکتار یا ۱۰۰۰ قفس شناور) مطرح است. البته بسته به محیط‌های حساس دور از ساحل بررسی‌های EIA توصیه می‌گردد.

برنامهٔ کامل EIA برای اکثر تولیدات آبزیان در جهان اعمال نمی‌شود، زیرا این تولیدات آبزی‌پروری اکثراً در مقیاس کوچک و به عنوان یک فعالیت متداول صورت می‌گیرد. لذا لازم است با توجه به شرایط منطقه‌ای سازگار شود. از طرفی پروتکل‌های نظارتی باید در تناسب با محل استقرار قفس‌های دریایی، میزان تولید پرورش ماهی در مقیاس‌های مختلف و اثرات بالقوهٔ زیست‌محیطی ناشی از اجرای برنامهٔ پرورش ماهی در قفس قرار گیرد.

بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده از مرور منابع داخلی و خارج از کشور ضوابط و معیارهای اساسی برای انتخاب مکان‌های مناسب استقرار قفس‌های دریایی در کشور ایران در ۲۸ بند به شرح زیر پیشنهاد می‌گردد:

۱- در راستای انجام سهولت عملیات اجرایی پرورش ماهی در قفس و اعمال مدیریت پرورش ماهی در طول دورهٔ نگهداری ماهیان، امکان دسترسی آسان به محل استقرار قفس‌های دریایی اجتناب‌ناپذیر است. به طوری که امکان مهار قفس‌های دریایی و نیز دسترسی به قفس‌ها و نمونه‌برداری فراهم باشد.

۲- مکان استقرار بایستی در منطقه‌ای باشد که اولاً از امواج و بادهای قوی در امان باشد. ثانیاً جریان طبیعی آب برقرار باشد.

۳- استفاده از سازه‌های مناسب (متناسب با نوع گونه پرورشی و شرایط اکولوژی یا زیست بوم) برای چارچوب قفس و به‌کارگیری سیستم مهار مناسب برای کنترل و جلوگیری از فرار ماهیان ضرورت دارد.

۴- جریان آبی در داخل قفس به نحوی برقرار باشد که نیازهای فیزیولوژی و پرورشی گونهٔ ماهی موردنظر را در مراحل مختلف پرورش تأمین نماید (سرعت جریان آب بیش از ۱۰ cm/s و کمتر از ۱۰۰ cm/s باشد).

۵- مکان استقرار قفس‌های دریایی نباید در مناطقی از دریا که محل ورود آلودگی‌های شیمیایی، فیزیکی، بیولوژیکی کارخانه‌های صنعتی، کشاورزی و خانگی باشد. همچنین نصب قفس‌های دریایی در مصب رودخانه‌ها و محل ورود رسوبات و آلاینده‌ها و فلزات سنگین که به نحوی بر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب تأثیرگذار می‌باشند، ممنوع است.

۶- رعایت حریم بهداشتی تأسیسات ساحلی از سایر اماکن دامی و صنایع وابسته به دام، واحدهای صنعتی و مراکز خدماتی، سکونت‌گاه، جاده، راه‌آهن، فرودگاه، همانند سایر مراکز نگهداری و پرورش آبزیان الزامی است.

۷- در خصوص مکان‌یابی محل‌های استقرار مزارع پرورش ماهی در قفس، رعایت حریم بهداشتی بین مراکز نگهداری و پرورش ماهی در قفس در دریا به میزان حداقل ۳۰۰۰ متر الزامی است.

۸- انتخاب محل مناسب استقرار و شناوری قفس‌های دریایی به منظور جداسازی قفس‌های پرورش ماهیان دریایی و تعیین برنامهٔ جداگانه برای هر قفس ضروری است. همچنین لازم است محل‌های مذکور دور از خطوط کشتی‌رانی، صیدگاه‌های

ماهیگیری، مناطق حفاظت‌شدهٔ دریایی، تأسیسات آبزی‌پروری ساحلی و منطقهٔ نظامی بوده و در محل‌هایی نصب شوند که به راحتی بتوان آن‌ها را در برابر امواج بلند آب‌های غیر آلوده محافظت نمود.

۹- رعایت ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی، میکروبی و نیز حداکثر میزان مجاز فلزات سنگین آب برای مکان‌های استقرار پرورش ماهی مطابق با جدول‌های ۱ تا ۵ مشروحهٔ ذیل الزام‌آور است:

جدول ۱. معیارهای توپوگرافی سازمان خواروبار جهانی برای محل استقرار قفس‌های دریایی (FAO, 2009)

پارامتر آب	مقدار مجاز	واحد اندازه‌گیری	توضیحات
ارتفاع موج	حداکثر ۰/۵	متر	برای قفس ثابت
	حداکثر ۱	متر	برای قفس شناور
سرعت باد	حداکثر۵ (۱)	نات	برای قفس ثابت
	حداکثر۱۰(۲)	نات	برای قفس شناور
عمق استقرار	حداقل ۴ و حداکثر ۸	متر	برای قفس ثابت
	حداقل ۵ و حداکثر ۲۰	متر	برای قفس شناور

۱: ۲/۵۷ m/s

۲: ۵/۱۵ m/s

جدول ۲. معیارهای فیزیکی آب محل استقرار قفس‌های دریایی (FAO, 2009)

پارامتر آب	استاندارد قابل‌قبول	واحد اندازه‌گیری	توضیحات
دمای آب	۳۱-۲۰	درجهٔ سانتی‌گراد	برای آب‌های دریایی جنوب کشور
	۳۰-۱۰	درجهٔ سانتی‌گراد	برای آب‌های دریایی شمال کشور
کدورت	<۱۰	FTU (۳) یا NTU (۴)	•ذرات جامد معلق در آب توسط کدورت سنج اندازه‌گیری می‌شود •در صورت اندازه‌گیری با سشی دیسک میزان شفافیت آب بایستی بیش از ۵۰ سانتی‌متر باشد
مواد جامد معلق	حداکثر ۱۰	میلی‌گرم بر لیتر	
سرعت جریان آب	حداقل ۱۰ و حداکثر ۱۰۰	سانتی‌متر بر ثانیه cm/s	

۳: Formazine Turbidity Unit

۴: Nephlometry Turbidity Unit

جدول ۳. ویژگی‌های شیمیایی آب محل استقرار قفس‌های دریایی(FAO, 2009)

پارامتر آب	استاندارد قابل‌قبول	واحد اندازه‌گیری
نیترات (NO_3-N)	حداکثر ۲۰۰	میلی‌گرم در لیتر(ppm)
نیترات (NO_3)	حداکثر ۸۸۵	میلی‌گرم در لیتر(ppm)
نیتریت (NO_2-N)	حداکثر ۴	میلی‌گرم در لیتر(ppm)
نیتریت (NO_2)	حداکثر ۱۳/۱۶	میلی‌گرم در لیتر(ppm)
فسفات	حداکثر ۷۰	میلی‌گرم در لیتر(ppm)
شاخص یون هیدروژن (pH)	۷ - ۸/۵	مقیاس قراردادی
اکسیژن بیولوژیکی مورد نیاز (BOD)	حداکثر ۵	میلی‌گرم در لیتر(ppm)
اکسیژن شیمیایی مورد نیاز (COD)	حداکثر ۳	میلی‌گرم در لیتر(ppm)
آمونیاک (NH_3-N)	حداکثر ۰/۵	میلی‌گرم در لیتر(ppm)
آمونیاک (NH_3)	حداکثر۰/۶۵	میلی‌گرم در لیتر(ppm)
شوری	۵ -۱۵ ۱۵ - ۳۵	گرم در لیتر(ppt): برای آب‌های دریایی شمال گرم در لیتر(ppt): برای آب‌های دریایی جنوب
اکسیژن محلول	حداقل ۴ حداقل ۳	میلی‌گرم در لیتر(ppm): برای ماهیان سطح زی میلی‌گرم در لیتر(ppm): برای ماهیان کف زی

جدول۴. ویژگی‌های میکروبیولوژی آب محل استقرار قفس‌های دریایی (FAO, 2009)

نوع باکتری	استاندارد قابل‌قبول (سلول در میلی‌لیتر آب)
Escherichia coli	حداکثر ۳۰۰۰

جدول ۵. حداکثر میزان مجاز فلزات سنگین آب پیرامون قفس‌های دریایی (FAO, 2009)

نوع عنصر سنگین	استاندارد قابل‌قبول	واحد اندازه‌گیری
کادمیوم	۰/۳۰	میلی‌گرم در لیتر(ppm)
منگنز	۱	میلی‌گرم در لیتر(ppm)
آهن	۱	میلی‌گرم در لیتر(ppm)
روی	۰/۱	میلی‌گرم در لیتر(ppm)
قلع	۱	میلی‌گرم در لیتر(ppm)
کروم	۱	میلی‌گرم در لیتر(ppm)
سرب	۰/۱	میلی‌گرم در لیتر(ppm)
جیوه	۰/۰۰۴	میلی‌گرم در لیتر(ppm)
نیکل	۰/۱	میلی‌گرم در لیتر(ppm)
آلومینیوم	۰/۱	میلی‌گرم در لیتر(ppm)
مس	۰/۱	میلی‌گرم در لیتر(ppm)

۱۰- لازم است به منظور علامت‌گذاری محل استقرار قفس‌ها، از نشانه‌های دریایی و چراغ‌های علامت گر استفاده شود. بویه‌ها در اشکال و اندازه‌های مختلف وجود داشته و هر کدام معنای خاص خود را دارند که از میان آن‌ها بویه‌هایی که مجهز به چراغ باشند برای دریانوردی در شب به کار می‌روند و آن‌هایی که مجهز به ایجاد سوت هستند برای دریانوردی در هوای مه‌آلود مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱۱-ارزیابی پایهٔ شرایط زیست‌محیطی محل استقرار قفس و برنامهٔ پایش بلندمدت می‌تواند مبتنی بر مشاهدات فیلم‌های ضبط‌شده از بستر اعماق دریاها، اطلاعات ثبت‌شدهٔ هیدروگرافی، مطالعات اندازه‌گیری کیفیت آب، تجزیه و تحلیل رسوبات و ارزیابی موجودات کف زی اعماق دریا باشد. عملیات نمونه‌برداری داده‌ها، به صورت فصلی انجام شود. به طوری که بتواند تغییرات فصلی در چرخهٔ آب، کیفیت آب و سایر مشخصات محیطی را در طی زمان‌های مختلف آشکار نماید. برای اینکه بتوان دامنه‌ای از تغییرات طبیعی آب دریا را درک نمود لازم است تا نمونه‌گیری‌های مکرر برای مقایسهٔ اثرات زیست‌محیطی را انجام داد تا امکان مقایسهٔ این عوامل با یکدیگر و در طول زمان انجام فعالیت پرورش ماهی در قفس فراهم گردد.

۱۲-ایستگاه‌های نمونه‌برداری برای پایش عوامل زیست‌محیطی، می‌بایستی با توجه به عمق محل، شرایط هیدرودینامیکی، منابع آلایندهٔ محیط‌زیست، سوابق قبلی پایش‌های زیست‌محیطی منطقهٔ موردمطالعه (در صورت وجود این اطلاعات) انتخاب گردند. برای تنظیم آرایش قفس‌های پرورش ماهی در دریا ابتدا لازم است، ایستگاه‌های نمونه‌برداری مطابق با مفروضات فوق در نظر گرفته شود. ایستگاه‌های مذکور باید در امتداد یک خط تراز قرار گرفته و بتوانند در جریان آب‌هایی که از عمق به سطح می‌آیند (Upwelling) قرار گیرند. ایستگاه‌های نمونه‌برداری در هر ترانسکت باید به‌گونه‌ای تنظیم شوند که در مرکز هر قفس ـ در لبه‌های قفس‌ها ـ و در فواصل منظم بین آن‌ها یعنی لبه‌های خارجی قفس‌های پرورش ماهی قرار گیرند. برای مقایسهٔ پارامترهای موردانداز‌ه‌گیری در هر ایستگاه، لازم است. در ابتدا یک ایستگاه مرجع به عنوان شاهد اکوسیستم منطقه انتخاب گردد. بدیهی است شرایط عمق، هیدروگرافی و پروفایل رسوبات کف این ایستگاه بایستی مشابهت با محل استقرار فعالیت‌های پرورش ماهی در قفس داشته باشد تا امکان مقایسهٔ بین ایستگاه‌ها فراهم گردد.

۱۳- پروتکل پایش زیست‌محیطی در ایستگاه‌های مذکور می‌بایستی در تمامی مراحل یعنی قبل از استقرار قفس‌های دریایی و بعد از استقرار قفس‌های مذکور، در تمامی مراحل پرورش ماهی در قفس انجام شود. مبنای مقایسهٔ ایستگاه‌ها مبتنی بر اندازه‌گیری فاکتورهای ثابت در همان ایستگاه‌های نمونه‌برداری در برنامهٔ بلندمدت زمانی ملحوظ گردد. یک نقشهٔ دقیق باید از محل انجام مطالعات هیدروگرافی و مدل‌های شبیه‌سازی کامپیوتری از ستون آب و اثرات آن بر موجودات کف زی تهیه گردد.

۱۴- معیارهای ارزیابی مکان‌های پرورش ماهی در قفس‌های دریایی به شرح جدول ۶ است:

۱۵- مجموعهٔ مقررات صنعت آبزی‌پروری در دریا، می‌بایستی مبتنی بر به حداقل رساندن، اثرات زیست‌محیطی ناشی از کیفیت آب بر محیط‌زیست دریا باشد. درک این موضوع که کدام مادهٔ مغذی ناشی از فعالیت‌های دریایی دور از ساحل مشتق شده و چگونه می‌تواند این ماده بر محیط‌زیست اطراف تأثیرگذار باشد، بسیار مهم است.

۱۶- تغییرات طبیعی در آب‌های دریایی و اقیانوسی مشتمل بر تغییرات مواد مغذی، شرایط هیدروگرافی و شرایط اقلیمی، ممکن است به‌مرورزمان مشاهده شود. البته در مواردی هم بروز این تغییرات می‌توانند بر عملیات پرورش ماهی در قفس (EMP)، اثرات مثبت داشته باشند لیکن برای درک روشن این اثرات، لازم است از سازمان‌های تخصصی، مشاوران و دانشگاه‌های محلی نظرخواهی شود.

۱۷- یک رویکرد مشترک برای شناسایی اثرات زیست‌محیطی و تعیین فواصل بین قفس‌های پرورش ماهی، پایش مستقیم خروجی قفس‌های مذکور است. در این پروسه لازم است تا تولیدات ثانویهٔ بحرانی، مورد اندازه‌گیری قرار گرفته و سپس داده‌های حاصل مورد تفسیر و تحلیل قرار گیرد. تولیدات ثانویهٔ مذکور شامل اندازه‌گیری نیتروژن و آمونیاک تولیدشده از فرآیند پرورش ماهی در قفس است. بدیهی است برای اندازه‌گیری اثرات سمی آمونیاک نیازمند به اندازه‌گیری دما و pH آب است. در صورتی که پایش مستقیم یک عامل گران بوده و یا به سختی انجام شود، لازم است به جای آن یک عامل جایگزین مورد اندازه‌گیری

قرار گیرد به‌عنوان‌مثال به جای اندازه‌گیری مستقیم غلظت مواد مغذی، اندازه‌گیری کلروفیل توصیه می‌شود. چون می‌توان مطمئن بود که اندازه‌گیری کلروفیل ارتباط مستقیم با میزان مواد مغذی دارد .

جدول ۶. فرم پیشنهادی معیارهای ارزیابی انتخاب مکان مناسب برای پرورش ماهی در قفس دریایی

ردیف	شرح فعالیت	بله	خیر
۱	مکان‌یابی به وسیله GIS (Geographic Information System) تصاویر ماهواره‌ای انجام شده است؟		
۲	نقشه‌های هیدروگرافی و نمودارهای ناوبری مشاهده شده است؟		
۳	شناسایی مناطقی که دارای تعارضات محیطی زمینی و غیره می‌باشند، با محیط قفس انجام شده است؟		
۴	مکان آزمایشی برای استقرار قفس در نظر گرفته شده است؟		
۵	ضوابط و مقررات حقوقی در قالب قوانینی محلی ـ کشوری لحاظ شده است؟		
۶	استقرار قفس علاوه بر شیلات مرکز با مقامات محلی شیلات منطقه هماهنگ شده است؟		
۷	نیروی انسانی دسترس در سطوح متخصص و سایر سطوح مهارتی در محل وجود دارد؟		
۸	پیمانکاران محلی برای تأمین نیروی غواصی و غیره در سطح منطقه وجود دارد؟		
۹	زیرساخت‌های لازم و تدارکات برای محل استقرار قفس‌ها پیش‌بینی شده است؟		
۱۰	دسترسی به جاده ـ مکان‌های تفریحی برای کارکنان شاغل در مزرعهٔ پرورش ماهی و غیره وجود دارد؟		
۱۱	امکانات رفاهی مانند مسکن و تفریحگاه برای کارکنان وجود دارد؟		
۱۲	نیروی الکتریسیته در محل استقرار قفس وجود دارد؟		
۱۳	امکان استفاده از وسایل ارتباطی مانند تلفن و کامپیوتر و غیره وجود دارد؟		
۱۴	نیروی الکتریسیته در محل استقرار قفس وجود دارد؟		
۱۵	امکان استفاده از آب شیرین در منطقه وجود دارد؟		
۱۶	مکان پرورش ماهی در قفس به کارخانهٔ فرآوری، فرودگاه و بندر نزدیک است؟		
۱۷	آیا نظارت و ارزیابی زیست‌محیطی در منطقه انجام می‌شود؟		
۱۸	آیا عملیات عمق سنجی و تعیین پروفایل عمق انجام شده است؟		
۱۹	آیا فاصلهٔ مجاز از ساحل تعیین شده است؟ این فاصله چقدر است؟		
۲۰	نوع کف منطقهٔ استقرار قفس از چه نوعی است؟		
۲۱	آیا موضوع آسیب‌های ناشی از باد و امواج محاسبه شده است؟		
۲۲	آیا استاندارد سرعت جریان آب (۱/۵ Knot – ۰/۲)، رعایت شده است؟		
۲۳	آیا حداکثر ارتفاع موج مرده (Swell)، کمتر از سه متر است؟		
۲۴	آیا تأثیر ارتفاع جزر و مد بر روی قفس‌های دریایی محاسبه شده است؟		
۲۵	آیا کیفیت آب محل استقرار قفس تعیین شده است؟		

۲۶	آیا بروز پدیدهٔ کشند قرمز در منطقه، مورد مطالعه قرار گرفته است؟
۲۷	آیا موضوع تأثیر جریانات رودخانه‌ها و لایه‌بندی آب در فصول مختلف، مورد مطالعه قرار گرفته است؟
۲۸	آیا حمله شکارچیان مانند کوسه، پرنده، فک به قفس‌های شناور مورد پیش‌بینی قرار گرفته است؟
۲۹	آیا قابلیت توسعهٔ فعالیت پرورش ماهی در قفس و سایر مناطق مستعد پرورش ماهی در قفس مورد مطالعه قرار گرفته است؟
۳۰	آیا مسائل بازاریابی محصول، توجیه اقتصادی طرح، دسترسی به فن‌آوری‌های پیشرفته مورد مطالعه قرار گرفته است؟
۳۱	میزان سرمایه‌گذاری، مدت زمان بازگشت، انجام تعهدات مالی صاحبان مزارع مورد مطالعه قرار گرفته است؟

۱۸- بر اساس مقررات، فاصلهٔ بین قفس‌های نگهداری و پرورش ماهی در یک مرکز بر حسب نوع قفس متفاوت بوده ولی رعایت حداقل فاصله ۲۰ متری از یکدیگر الزامی است.

۱۹- نگهداری و ثبت دقیق داده‌ها و همچنین سازمان‌دهی داده‌ها در اتخاذ تصمیمات مدیریتی و بازرسی راحت اطلاعات کمک می‌نماید.

۲۰- ضعف در ثبت اطلاعات، بی‌نظمی، کم شدن و یا گم‌شدن اطلاعات باعث افت شدید عملیات پایش می‌شود. به‌طوری که اطلاعات از دست رفته و زمان و پول مصروفه، قابل بازگشت نخواهد بود. داده‌های زیست‌محیطی میزان زی توده (Biomass) ماهی، عملیات غذا دهی، استفاده از مواد شیمیایی و مدیریت بهداشت و درمان باید در گزارش‌های دوره‌ای به صورت خلاصه جمع‌آوری شود .

۲۱- نگهداری نسخه‌های کاغذی از سوابق اطلاعات جمع‌آوری‌شده و تهیهٔ نسخه‌های الکتریکی پشتیبان از تمام اطلاعات مذکور، بسیار مهم است. برخی از صاحبان مزارع پرورش ماهی به منظور حفظ اطلاعات جمع‌آوری‌شده مبادرت به ایجاد یک سیستم امنیتی حفظ اطلاعات می‌کنند. به‌طوری که اطلاعات در دسترس افراد غیرمجاز قرار نگیرد. حتی سطح دسترسی افراد مجاز به داده‌های جمع‌آوری‌شده را در سیستم امنیتی مذکور تعریف می‌کنند. به‌طورکلی داده‌های به‌دست‌آمده می‌بایستی به مدت حداقل سه سال نگهداری شود و به راحتی در دسترس سازمان‌های نظارتی مطالبه کننده قرار گیرد. برخی از اطلاعات عملیات آبزی‌پروری دور از ساحل، باید در اختیار اتحادیه‌های صنفی قرار گیرد تا از این طریق آن‌ها بتوانند عملیات مذکور را ممیزی کنند و روش‌های پرورش را که در انطباق با ضوابط زیست‌محیطی و در راستای آبزی‌پروری مسئولانه است مورد تأیید قرار داده و از آن‌ها استفاده کنند. سازمان‌های نظارتی مذکور نباید به‌طورمعمول گزارش‌های حسابرسی را درخواست کنند زیرا ممیزی عملیات پایش زیست‌محیطی مستقل از عملکرد حسابرسی است و صرفاً عملیات ممیزی مذکور می‌بایستی بر پایه استانداردهای پروتکل‌های عملیاتی اجرای برنامهٔ بهینهٔ پرورش (EMPS) و سایر الزامات قانونی قرار گیرد. البته مزارع باید شواهد و مدارک حسابرسی را برای سازمان‌های ذی‌ربط (سازمان امور مالیاتی و غیره) داشته باشند.

۲۲- قفس‌های دریایی باید در خطوط هم عمق بین ۵۰-۲۰ متری دریا مستقر شوند.

۲۳- حداقل عمق زیر قفس باید دوسوم ارتفاع قفس در نظر گرفته شود.

۲۴- ارتفاع گل و رسوبات بستر محل استقرار قفس نباید بیشتر از یک متر باشد.

۲۵- شیب بستر محل استقرار قفس بایستی در حدی باشد که از تجمع فضولات و باقیماندهٔ مواد آلی در زیر قفس جلوگیری شود.

۲۶- قفس‌های دریایی نبایستی در نقاطی استقرار یابند که زیر آن‌ها گیاهان آبزی غوطه‌ور باشند.
۲۷- ارائهٔ اطلاعات مربوط به مکان‌یابی محل استقرار قفس‌ها شامل نوسانات جزر و مد، ارتفاع امواج، عمق و شدت جریان‌های دریایی، مخاطرات حیوانات مهاجم، شدت و سرعت و جهت وزش باد، دامنهٔ مطلوب پارامترهای شیمیایی و بیولوژیکی آب، نوع بستر، عدم تداخل فعالیت‌های پرورش ماهی با سایر فعالیت‌های منطقه (که به تأیید سازمان شیلات ایران رسیده باشد) برای صدور پروانه بهداشتی تأسیس این گونه مراکز الزامی است.

توصیه ترویجی

بهره‌برداران و سرمایه‌گذاران به منظور تولید پایدار و جلوگیری از ضرر و زیان مادی لازم است قبل از اقدام به ایجاد مزارع پرورش ماهی در دریا به معیارهای فوق که برای انتخاب مکان پرورش ماهی در دریا تدوین شده است، توجه نمایند. قابل‌ذکر است نکاتی چون انتخاب گونهٔ پرورشی و سازه‌های موردنیاز دارای معیارها و ضوابط خاص دیگری است که در این مقاله فقط به آن اشاره گردید و نیاز است آن‌ها نیز مورد توجه قرار گیرند.

تشکر و قدردانی

از کلیه همکاران محترم در ستاد موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور و به ویژه بخش آبزی پرور در همکاری مستمر با این پروژه کمال تشکر و قدردانی را داریم. همچنین از همکاران پژوهشکده اکولوژی دریای خزر جهت همکاری در تهیه این اثر سپاسگزاری می نماییم. شایسته است از سازمان شیلات ایران و سازمان دامپزشکی کشور به جهت تدوین دستورالعمل‌های مختلف در حوزهٔ پرورش ماهی در قفس آب‌های داخلی و دریایی در کشور قدردانی شود.

منابع

۱- سازمان دامپزشکی کشور، ۱۳۹۲. دستورالعمل اجرایی ضوابط و مقررات بهداشتی مراکز نگهداری و پرورش ماهی در قفس دریایی. (http://isfahan.ivo.ir/Portal/File/ShowFile.aspx)
۲- سازمان دامپزشکی کشور، ۱۳۹۶. ضوابط و مقررات فنی تخصیص پهنه‌های دریایی به متقاضیان مزارع پرورش ماهی در قفس. (http://shilat.com/Articlefile/.pdf).
۳- سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۵. شیوه‌نامه صدور مجوز پرورش ماهی در قفس در آب‌های دریایی و داخلی (دریاچهٔ پشت سد). (http://banreo.org/Portals/0/dam%20o%20shilat/mojavez%20mahi%20dar%20ghafas.pdf)
۴- نبوی، س. م. ب.، یاوری، و.، دهقان مدیسه، س.، سید مرتضایی، س.ر. و جهانی، ن.، ۱۳۸۹. بررسی تغییرات فراوانی و تنوع پرتاران در زیر قفس‌های پرورش ماهی خور غزاله (خور موسی). مجله اقیانوس‌شناسی، دوره ۱، شماره ۱، صفحات ۹-۱.

5- Alpaslan, A. and Pulatsü, S., 2008. The effect of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*, 1792) cage culture on sediment quality in Kesikköprü Reservoir, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *8*(1), pp.65-70.
6- Basurco, B. and Larrazabal, G., 1999. Situación actual de la piscicultura marina en España. *Productos del Mar*, pp.137-138.
7- Beveridge, M.C., 1984. *Cage and pen fish farming: carrying capacity models and environmental impact* (No. 255-259). Food & Agriculture Org.
8- Beveridge, M.C., 2008. *Cage aquaculture* (Vol. 5). John Wiley & Sons.
9- Emerson, C., 1999. Aquaculture impacts on the environment. Cambridge Scientific Abstracts. *Aquaculture Economics and Management*, 9(3), pp. 43-57.

10- Duff, A., 1987. Scottish fish farm pollution. *Marine Pollution Bulletin*, 18(1), pp.261-270.
11- FAO (Food and Agriculture Organization), 2009. *Environmental impact assessment and monitoring in aquaculture*. Aquaculture Management and Conservation Service Fisheries and Aquaculture Management Division FAO Fisheries and Aquaculture Department, 675pp.
12- Gorlach-Lira, K., Pacheco, C., Carvalho, L.C.T., Melo Júnior, H.N. and Crispim, M.C., 2013. The influence of fish culture in floating net cages on microbial indicators of water quality. *Brazilian Journal of Biology*, *73*(3), pp.457-463.
13- Grigorakis, K. and Rigos, G., 2011. Aquaculture effects on environmental and public welfare–the case of Mediterranean mariculture. *Chemosphere*, *85*(6), pp.899-919.
14- Miki, K., Sano, M. and Bailly, D., 1992. The roles and problems of coastal fish culture in Japan. *Océanis*, *18*, pp.385-385.
15- Muir, J.F. and Kapetsky, J.M., 1988. Site selection decisions and project cost: the case of brackish water pond systems. In *Aquaculture engineering, Technologies for the Future, Institution of Chemical Engineers Symposium Series* (No. 111, pp. 45-63).
16- Olsen, Y. and Olsen, L. M., 2008. Environmental Impact of Aquaculture on Coastal Planktonic Ecosystems. *Fisheries for Global Welfare and Environment*, p.181.
17- Olsen, Y., Andersen, T., Gismervik, I. and Vadstein, O., 2011. Marine heterotrophic bacteria, protozoan and metazoan zooplankton may experience protein N or mineral P limitation in coastal waters. *Marine Ecology Progress Series*, *436*, pp.81-100.
18- Pittenger, R., Anderson, B., Benetti, D., Dayton, P., Dewey, B., Goldburg, R., Rieser, A., Sher, B. and Sturgulewski, A., 2007. Sustainable Marine Aquaculture, *Fulfilling The Promise: Managing The Risks*. REPORT OF THE MARINE AQUACULTURE TASK FORCE.
19- Plavan, G., NICOARĂ, M., Apetroaiei, N. and Plavan, O., 2012. The effects of fish cage aquaculture on the profound macrozoobenthos in the oligo-mesotrophic reservoir Izvoru Muntelui Bicaz (Romania). *Carpath J Earth Environ*, *7*(2), pp.145-148.
20- Price, C.S. and Morris Jr, J.A., 2013. Marine cage culture and the environment: twenty-first century science informing a sustainable industry.
21- Troell, M., Joyce, A., Chopin, T., Neori, A., Buschmann, A.H. and Fang, J.G., 2009. Ecological engineering in aquaculture—potential for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine offshore systems. *Aquaculture*, *297*(1-4), pp.1-9.
22- UNDP\FAO, 1989. Site selection criteria for marine finfish netcage culture in Asia. (http://www.fao.org/3/contents/c64db3a7-9ff0-5c7b-bf4c-d9bc657ab35d/AC262E00.htm).
23- Wang, X., Olsen, L.M., Reitan, K.I. and Olsen, Y., 2012. Discharge of nutrient wastes from salmon farms: environmental effects, and potential for integrated multi-trophic aquaculture. *Aquaculture Environment Interactions*, *2*(3), pp.267-283.
24- Ye, L.X., Ritz, D.A., Fenton, G.E. and Lewis, M.E., 1991. Tracing the influence on sediments of organic waste from a salmonid farm using stable isotope analysis. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, *145*(2), pp.161-174.