ارائه شاخص‌های اقتصادی و نکات طراحی سازه‌های قفس با هدف مدیریت هزینه

کامیار غرا[1*]

۱- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

*نویسنده مسئول: kamyar.gharra@gmail.com

چکیده

یکی از عوامل موفقیت در توسعه هر تکنولوژی در نظر داشتن کارایی و توجیه اقتصادی است. محدودیت در منابع موجود در هر کشور و هزینه‌های تامین آنها یکی از شاخص‌های مهم است که در تولید هر محصول می‌بایست در نظر گرفته شود تا حداکثر بازدهی حاصل شود. صنعت آبزی‌پروری نیز از این قاعده مستثنی نبوده و به منظور دستیابی به تولید پایدار و افزایش سرانه تولید می‌بایست شاخص‌های اقتصادی و هزینه‌های تولید بدقت مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد. در این تحقیق نکات ترویجی طراحی سازه‌های قفس با مدیریت مقرون به صرفه هزینه‌ها بیان شده است. شاخص‌های اقتصادی شامل هزینه‌های عملیاتی، ساخت، کاشت، غذادهی، درآمد و سودخالص می‌باشد. نتایج تحلیل هزینه-فایده، شاخص‌های مذکور روی استخرهای خاکی و انواع قفس نشان دادند که شاخص هزینه عملیاتی برای یک سازه قفس در مقایسه با استخر معمولی حدود ۴۳ درصد کاهش خواهد داشت. مقدار شاخص سود نیز دارای وضعیت بهتری بوده و ۳۵ درصد بالاتر است. همچنین ارزیابی کمی روی هزینه‌های ساخت قفس در ایران و نمونه با مدیریت هزینه‌ها نشان داد که افزایش ظرفیت تولید ۴ برابری یک قفس با مدیریت هزینه‌ها در مقایسه با قفس‌های رایج در ایران به ۲/۳ برابر افزایش هزینه نیاز دارد. در حالیکه این رقم برای قفس‌های عادی به حدود ۶ برابر خواهد رسید. بنابراین با توجه به ظرفیت تولید و ابعاد سازه قفس مورد نیاز، می‌توان با استفاده از ارزیابی‌های کمی انجام شده در این مقاله، میزان هزینه تولید را برآورد نمود.

واژگان کلیدی: آبزی‌پروری، تحلیل هزینه-فایده، سازه قفس کم هزینه، شاخص‌های اقتصادی، مدیریت هزینه

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

بیان مسئله

پرورش ماهی در قفس در سال‌های اخیر با توجه به مزایای آن مورد توجه کشورهای دنیا قرار گرفته‌است. در این روش، بنا به شرایط محیطی، منطقه‌ای و گونه‌های هدف، از قفس‌هایی با اشکال و جنس‌های مختلف استفاده می‌شود و آب به صورت آزاد بین قفس و منبع آبی در جریان است. در حال حاضر بیش از ۶۵ کشور جهان در زمینه پرورش آبزیان در قفس مشغول به فعالیت هستند. اگرچه برآوردها در سال ۲۰۱۹ نسبت به سال ۲۰۱۸ ، حدود ۲ درصد رشد نشان داد، اما شیوع بیماری ویروسی کرونا (COVID-19) بر تجارت این صنعت در سال ۲۰۲۰ تأثیر منفی گذاشت. پیش‌بینی می‌شود تولید آبزی‌پروری در سال ۲۰۳۰ افزایشی ۳۲ درصدی نسبت به سال ۲۰۱۸ داشته باشد (FAO, 2020). در سال ۲۰۱۸، مجموع تولید جهانی آبزیان ۴۰ میلیون تن بود که کشور چین با ۱۰ میلیون تن بیشترین سهم تولید را در این سال به خود اختصاص داد (FAO, 2018). از این میان ۶۶/۷ درصد از سهم تولید مرتبط با پرورش ماهیان در قفس می‌باشد. این نوع پرورش دارای پتانسیل استفاده حداکثری از منابع آبی آب‌های آزاد است، لذا با رعایت ملاحظاتی مانند انتخاب و طراحی سازه‌های قفس می‌توان بر عوامل طبیعی مانند ارتفاع امواج، سرعت باد و سایر شرایط اقلیمی فائق آمد و بهبود قابل توجهی در طراحی قفس متناسب با شرایط منطقه را ایجاد نمود (غرا، ۱۳۹۸؛ غرا و فارابی، ۱۳۹۷). پرورش ماهی در قفس در دو دهه اخیر به عنوان یکی از ظرفیت‌های توسعه آبزی‌پروری کشور مورد توجه قرار گرفته‌است. پرورش ماهی در قفس دارای مزایای کاهش هزینه نسبت به پرورش ماهی در استخرهای خاکی، مدیریت آسان‌تر، سهولت در مشاهده و بررسی میزان تغذیه ماهی و سلامت آنها، سهولت و اقتصادی بودن درمان در مقابل انگل‌ها و سایر بیماری‌ها در مقایسه با سایر سازه‌های استخر می‌باشد. بعلاوه در این روش از حداکثر ظرفیت منابع آبی مانند دریاها، آب‌های آزاد، آب پشت سدها، دریاچه‌ها، خورها، هورها، کانال های کشاورزی و رودخانه‌های عمیق و کم سرعت و رودخانه‌های غیر قابل بهره‌برداری در مصارف دیگر، می‌توان استفاده نمود (غرا، ۱۳۹۸).

هدف از این تحقیق بیان شاخص‌های مدیریت هزینه است که توجه به آنها در طراحی قفس می‌تواند موجب افزایش بازدهی هرچه بیشتر شود. در ایران با داشتن مجموع طول نوار ساحلی حدود ۳۰۵۰ کیلومتر در استان‌های مازندران، گیلان، گلستان، هرمزگان، بوشهر، سیستان و بلوچستان و خوزستان (۵۸۰۰ کیلومتر بر اساس مطالعات مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی استان بوشهر[1] و با احتساب جزایر)، ظرفیت تولید حدود ۸۸۰ هزار تن ماهی دریایی در قفس را داراست که با توجه به کمبود منابع آبی و رشد جمعیت می‌بایست ظرفیت تولید از این میزان افزایش یابد (حافظیه، ۱۳۹۹). ضرورت تحقیق حاضر پاسخگویی به چالش‌های موجود در صنعت آبزی‌پروری داخل است که شامل تامین امنیت غذایی کشور و ارتقاء سلامت جامعه، پیشگیری از کاهش ذخایر آبزیان بر اثر صید بی رویه، محدودیت منابع آب‌های داخلی، ایجاد تولید و اشتغال پایدار و جلوگیری از صید غیرمجاز و درنهایت ارز آوری از طریق توسعه صادرات غیرنفتی و توسعه این صنعت نوپا است.

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

[1] Integrated Coastal Zone Management (ICZM)

دستاورد یا راهکار

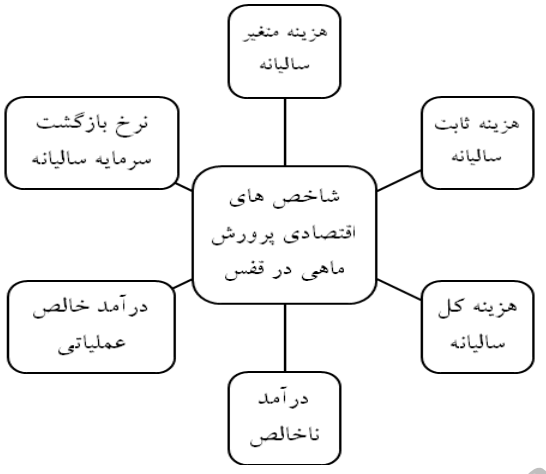
۱- معرفی شاخص‌های اقتصادی

شکل (۱) نمایی از قفس‌های پرورش را نشان می‌دهد. با نصب قفس در استخر می‌توان از استخر برای پرورش گونه‌های دیگر آبزی استفاده نمود. در صورت بروز آلودگی‌های محیطی یا وجود مواد معلق که برای قفس مشکل ساز می‌باشند می‌توان قفس را جابجا نمود. کاهش هزینه‌های ساخت استخرهای با سازه قفس، کانال های آبرسانی، پمپاژ آب و همچنین عدم نیاز به انجام عملیات هوادهی نیز از سایر مزایای این نوع سیستم پرورش می‌باشد. Philipose و همکاران (۲۰۱۲) تحقیق جامعی را بر قفس های پرورش آبزیان و هزینه‌های پرورش ماهیان آب‌های آزاد مانند ماهیان استخوانی (مانند ماهی باله‌دار)[2] و صدف دریایی[3]انجام دادند که درمطالعه حاضر از شکل‌ها و نتایج تحقیق فوق بهره گرفته شد.

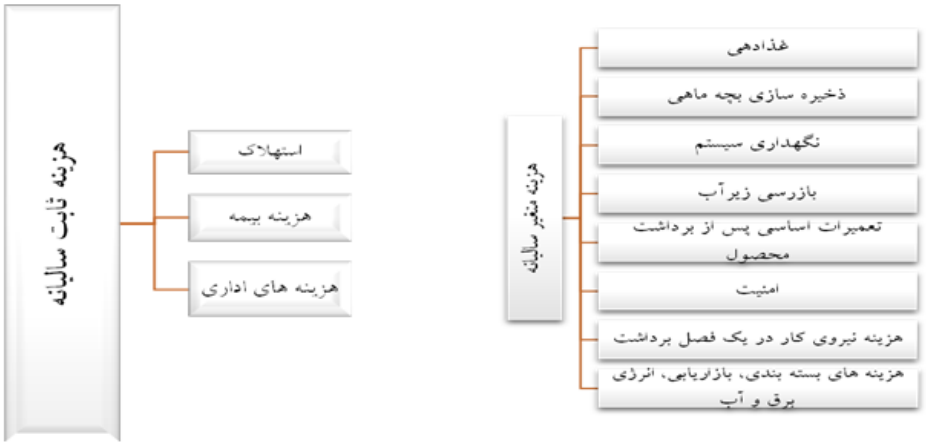
شکل ۱. نمایی از قفس‌های پرورش ماهی پیاده سازی شده در آب‌های آزاد

طبق نتایج بدست آمده، ماهی سی باس[4] بسیار توجیه اقتصادی داشته است. بر این اساس موسسه تحقیقات ماهیان دریایی مرکزی (CMFRI)[5]مزرعه پرورش قفس آب‌های آزاد را در خلیج کاروار[6] تاسیس نمود. پارامترهای مورد نظر در ارزیابی اقتصادی تولید و هزینه‌های ثابت و متغیر سالیانه در شکل‌های (۲ و۳) ارائه شده است.

[2] Finfish
[3] Shellfish
[4] Seabass
[5] Central Marine Fisheries Research Institute
[6] Karwar



شکل ۲. شاخص‌های اقتصادی پرورش ماهی در قفس



شکل ۲ . هزینه‌های ثابت و متغیر سالیانه پرورش ماهی در قفس

همان‌طور که در جدول ۱ بیان شده است، بیشترین هزینه در قفس مرتبط با قاب (سازه) و توری پلی‌اتیلن فشرده[7] است به گونه‌ای که ۴۷ درصد از هزینه کل را شامل می‌شود. بنابراین راهکار موثر در کاهش هزینه‌های ساخت قفس تمرکز بر ارائه سازه بدون قاب و توری پلی‌اتیلن فشرده می‌باشد.

[7] High Density Poly Ethylene

جدول ۱. هزینه سرمایه گذاری اولیه برای تولید قفس شناور پلی‌اتیلن فشرده، ۱۰۶۱ مترمکعبی

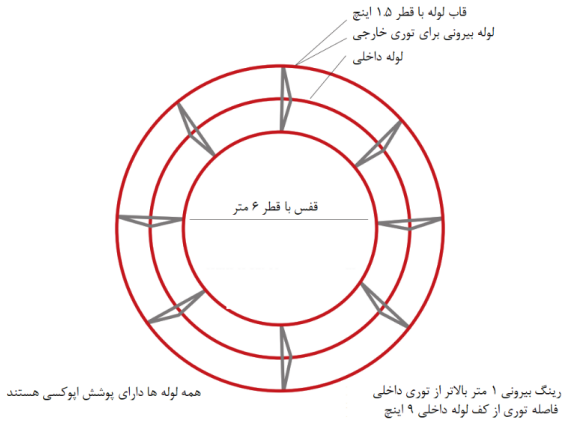
ردیف	پارامتر	درصد هزینه به کل هزینه پروژه (درصد)	چرخه عمر (سال)
۱	قاب پلی‌اتیلن فشرده	۲۷/۱۲	۱۰
۲	توری پلی‌اتیلن فشرده	۲۰/۳۴	۱۰
۳	زنجیرهای آهن گالوانیزه	۵/۴۲	۱۰
۴	تجهیزات مورینگ	۴/۰۷	۱۰
۵	لنگرهای سنگی	۱۰/۱۷	۵۰
۶	شناورها	۱۰/۱۷	۱۰
۷	جاذب های زیست توده	۱/۶۹	۱۰
۸	بویه های تعادل	۲/۳۷	۱۰
۹	طناب‌های پلی‌اتیلن فشرده	۲/۳۷	۱۰
۱۰	هزینه نصب اولیه	۱۶/۲۷	
	هزینه تمام شده کل	۱۰۰	

۲- نکات طراحی قفس CEGI[8] با هدف کاهش هزینه‌ها

هزینه قفس CEGI شامل مواد، ساخت، پوشش اپوکسی، توری داخلی، بیرونی و شناور می‌باشد و شامل حلقه ۱/۵ اینچی است (Philipose *et al.*, , 2012). جزئیات طراحی قفس در شکل های (۴ و۵) نشان داده شده است. قطر قفس ۶ متر و ارتفاع آن ۱۲۰ سانتی‌متر است.

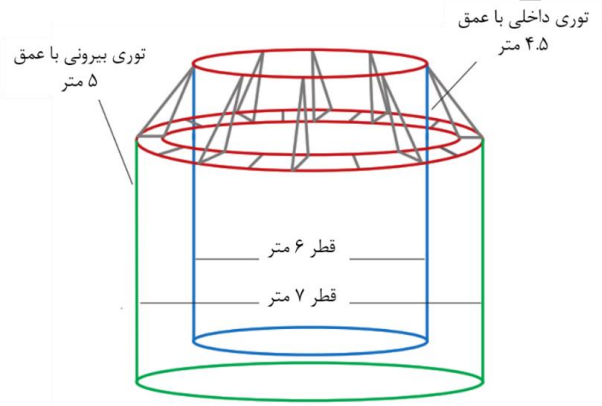
Journal of Aquatic Caspian Sea (J.A.C.S)

[8] Cost effective Galvanized Iron



شکل ۳. طرح کلی قفس CEGI، با قطر ۶ متر ، قاب لوله با قطر ۱/۵ اینچ، رینگ بیرونی ۱ متر و فاصله توری از کف لوله داخلی ۹ اینچ

توری بیرونی در قفس CEGI حدود ۶۰ سانتی‌متر بالای سطح آب قرار می‌گیرد. این امر برای جلوگیری از ورود ماهیان شکارچی مانند فک و کوسه و سایر ماهیان به فضای داخلی قفس موثر است.



شکل ۴. نمای جزئی از طرح قفس CEGI ، توری داخلی با عمق ۴/۵ متر، توری بیرونی با عمق ۵ متر

جوش دوگانه همه تقاطع ها سبب افزایش استحکام می‌شود (شکل ۶). پس از تولید، سازه با پوشش اپوکسی تک لایه و پوشش خاکستری اپوکسی دو لایه پوشانده شده تا از خوردگی جلوگیری شود. وزن کل قفس ۷۰۰ کیلوگرم است. هزینه ساخت قفس CEGIدر مقایسه با سیستم قفس پلی‌اتیلن فشرده به حدود یک پنجم کاهش خواهد داشت.

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

شکل ۵. نمایی از قفس CEGI در حال ساخت، قبل از مرحله پوشش اپوکسی (قطر قفس ۶ متر و ارتفاع از پایه تا نرده ۱۲۰ سانتی متر)

قفس پلی‌اتیلن فشرده قابل شناورسازی در آب است. این در حالی است که قفس‌های فلزی نیازمند راهکار شناورسازی ثانویه می‌باشد. مطابق شکل (۷) در این نوع قفس از بشکه‌هایی از جنس الیاف که با فشار ۳۰ پوند از هوا پر شده است برای شناورسازی استفاده می‌شود. زمانی که قفس روی بشکه‌ها شناور شود، ساختاری پایدار در اطراف قفس فراهم می‌شود که حتی ماهیگیران می‌توانند بصورت ایمن در اطراف آن بایستند. ایده اصلی طراحی قفس CEGI این است که هزینه ورودی را کاهش داده و سودآوری را افزایش دهد. نکته دیگر آن است که، در قفس پلی‌اتیلن فشرده چنانچه بیشتر از ۳ نفر در یک سمت قرار گیرند، تعادل بهم خورده و قفس غوطه‌ور خواهد شد اما در قفس با هزینه کم حدود ۲۰ تا ۲۵ نفر می‌توانند بصورت ایمن در سکو بایستند. این اعداد با توجه به اندازه قفس و سازه ممکن است تغییر کنند. قفس‌های پلی‌اتیلنی را می‌توان در ابعاد بزرگ طراحی و اجرا نمود ولی قفس‌های فلزی را فقط می‌توان در ابعاد کوچک طراحی نمود. در شرایطی که نیاز به انتخاب یکی از قفس‌های پلی‌اتیلن یا فلزی با ابعاد و شرایط مشابه باشد، هزینه یک قفس پلی‌اتیلن فشرده شامل توری، سیستم مهار (مورینگ) و سایر ملزومات تقریبا ۵ برابر بیشتر از نوع مشابه آن در قفس CEGI می‌باشد. همچنین در قفس پلی‌اتیلن فشرده برای بازگشت سرمایه اولیه می‌بایست ۴ تا ۵ دوره برداشت محصول طی شود اما در قفس با هزینه کم با یک بار برداشت این امر رخ می‌دهد.

شکل ۶ . نمایش قفس CEGI شناور شده با حجم ۲۰۰ لیتر و دارای هشت بشکه از جنس الیاف

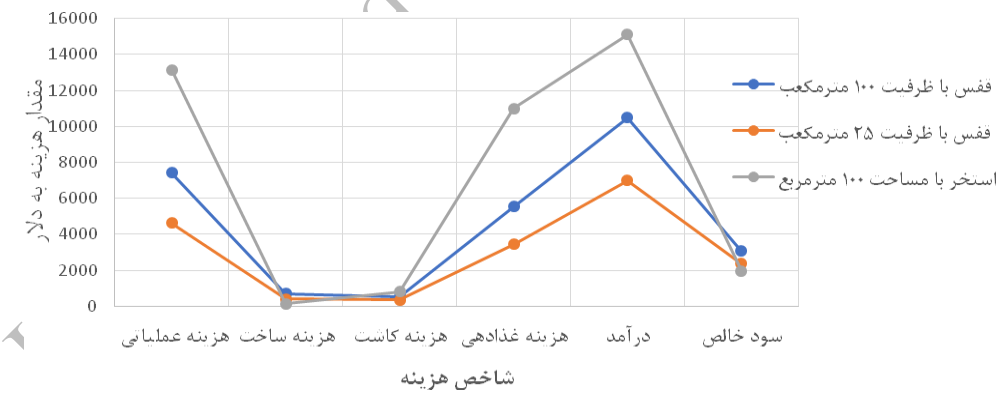
J. Aquatic Caspian Sea (J. A. C. S)

ساخت نمونه‌های اولیه به گونه‌ای بود که همه اتصالات آن جوش داده می‌شد و این امر موجب مشکلاتی در حمل و نقل می‌گردید. مشکل دیگر این بود که تامین نیروی برق برای جوش دادن ممکن بود در همه مناطق امکان پذیر نباشد. ضمن آنکه تامین ژنراتور نیز نیازمند صرف هزینه است. بنابراین طرح‌های بهینه دیگری مانند نوع جمع شونده ارائه شد که قابلیت بازیافت نیز دارند (شکل ۸).

شکل ۷. نمایش قفس CEGI از نوع جمع شونده شناور با قطر ۱۲ متر

آنالیز هزینه‌ها و شاخص‌های اقتصادی

به منظور نمایش عملکرد شاخص‌های اقتصادی و پارامترهای هزینه در سازه‌های قفس و استخرهای خاکی، مقایسه عددی و کمی روی شاخص‌های هزینه مانند هزینه عملیاتی، هزینه ساخت، هزینه پرورش بچه ماهی[9]، هزینه غذادهی، درآمد و سود خالص انجام گردید. همان‌طور که در شکل (۹) مشاهده می‌شود با افزایش ظرفیت قفس مقدار شاخص درآمد حدود ۱/۵ برابر رشد خواهد داشت. همچنین مقایسه بین قفس و استخر با شرایط مشابه، نشان دهنده این است که نسبت درآمد به هزینه عملیاتی در استخر خاکی در مقایسه با قفس مطلوب نمی‌باشد. زیرا اگرچه درآمد استخر نسبت به نمونه مشابه قفس ۱/۴ رشد را نشان می‌دهد اما هزینه عملیاتی آن ۱/۷۷ برابر می‌گردد. در واقع همان‌طور که در شکل (۹) قابل مشاهده است، شاخص سودخالص استخر در مقایسه با قفس کاهش خواهد داشت.



شکل ۸. مقایسه کمی شاخص‌های هزینه برای سه نوع سازه پرورش شامل قفس و استخر معمولی

[9] Breeding

مطابق شکل (۹) شاخص هزینه عملیاتی برای یک سازه قفس در مقایسه با استخر معمولی حدود ۴۳ درصد کاهش خواهد داشت (Rurangwa, 2018). همچنین مقدار شاخص سود نیز دارای وضعیت بهتری بوده و ۳۵ درصد بالاتر است. همان‌طور که در جدول ۲ بیان شده است مقدار ظرفیت تولید برای سه مدل قفس CEGI برای قطر ۶ متری، ۱۰ متری و ۱۲ متری بترتیب ۵۴۰۰ کیلوگرم، ۱۶۲۰۰ کیلوگرم و ۲۱۶۰۰ کیلوگرم است. با افزایش ظرفیت تولید به حدود ۴ برابر، هزینه تمام شده کل ۲/۳ برابر خواهد شد. این امر مقرون به صرفه بودن این نوع قفس را نشان می‌دهد. بعلاوه این نوع قفس بعد از مرحله پرورش قابل جمع آوری است و می‌تواند تعمیر و نگهداری شده و مجدداً برای کشت دوره بعدی مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۲. نسبت هزینه تجهیزات به هزینه کل برای تولید قفس جمع شونده شناور CEGI

ردیف	تجهیزات	درصد هزینه به کل هزینه پروژه (درصد) قطر ۶ متر، ظرفیت ۵/۴ تن	درصد هزینه به کل هزینه پروژه (درصد) قطر ۱۰ متر، ظرفیت ۱۶/۲ تن	درصد هزینه به کل هزینه پروژه (درصد) قطر ۱۲ متر، ظرفیت ۲۱/۶ تن
۱	لوله CEGI	۴۷	۴۹/۸	۴۹
۲	*هزینه جوش اتصالات	۲۵	۲۶/۶	۲۶/۶
۳	رنگ اپوکسی	۴	۳/۴۶	۳/۹
۴	هزینه نیروی انسانی	۲/۵	۲	۲/۷
۵	شناورسازی	۱۸/۷۵	۱۶	۱۴/۶۷
۶	اتیلن طناب از جنس پلی فشرده	۳/۵	۲	۲/۱۷
۷	حجم آب (متر مکعب) برای گونه پرورش ماهی باس دریایی[10]	۱۴۱	۳۹۲	۵۶۵
	هزینه تمام شده کل	مقدار پایه	۱/۸۷۵ برابر مقدار پایه	۲/۳ برابر مقدار پایه

*درصدها در قفس"جمع شونده" کمتر می‌باشند.

نمونه طرح‌های انجام شده در ایران نشان داد که هزینه ساخت قفس ۳ تن معادل ۵۰ میلیون تومان در سال ۱۳۹۸ بوده است (بنیاد برکت، ۱۳۹۸). جدول ۳ نسبت هزینه‌های هر یک از تجهیزات را برای ساخت قفس ۲۰ تن بصورت تفکیکی نشان می‌دهد (بنیاد برکت، ۱۳۹۸). بنابراین با افزایش ظرفیت قفس از ۳ تن به ۲۰ تن هزینه‌های مورد نیاز نیز حدود ۶ برابر افزایش خواهند داشت. در حالی که مطابق جدول ۲ با اقزایش ۴ برابری ظرفیت مقدار هزینه‌ها نسبت به هزینه پایه، صرفا ۲/۳ درصد بیشتر خواهد شد.

[10] SeaBaas

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

جدول ۳. نسبت هزینه تجهیزات به هزینه کل برای تولید قفس با ظرفیت ۲۰ تن در ایران

ردیف	تجهیزات	درصد هزینه به کل هزینه پروژه (درصد)
۱	قایق موتوری و شناور باربری	۴/۶
۲	لنگرها	۴/۳
۳	انواع زنجیر	۲/۷
۴	انواع شگل	۰/۶۸
۵	حلقه	۰/۵۵
۶	انواع بویه	۳/۸
۷	کلکتور	۱/۸۶
۸	انواع طناب	۱۲/۴
۹	اتیلن‌لوله پلی	۱۹/۸
۱۰	انواع براکت	۶/۳۳
۱۱	انواع تور	۳۱/۶۹
۱۲	واترجت	۱/۵۵
۱۳	نصب و راه اندازی	۶/۲
	درصد کل هزینه پایه	۱۰۰

توصیه ترویجی

پرورش ماهی در قفس یکی از شیوه‌های نوین آبزی‌پروری است. با بکارگیری پارامترهای هزینه و بازگشت سرمایه، می‌توان شاخص‌های اقتصادی را ارزیابی نمود. برای جلوگیری از ورود ماهیان شکارچی مانند فک و کوسه و سایر ماهیان به فضای داخلی قفس، بهتر است توری بیرونی در قفس هزینه کم حدود ۶۰ سانتی‌متر بالای سطح آب قرار گیرد. برخلاف قفس پلی‌اتیلن فشرده نیروی باد روی قفس شناور CEGI بسیار بیشتر است. بنابراین در ماه‌هایی که باد شدید در دریاها می‌وزد باید محتاط بود مگر اینکه یک سیستم مهار(مورینگ) خیلی سنگین فراهم شود. برای تولید قفس پلی‌اتیلن فشرده، علاوه بر قطعات گران قیمت، افراد باتجربه نیز مورد نیاز است. این در حالی است که تولید قفس CEGI پس از انجام طراحی اولیه، حتی در کارگاه‌های کوچک نیز قابل ساخت خواهد بود. در قفس پلی‌اتیلن فشرده پس از رهاسازی در محیط، اثرات زیست محیطی ناشی از مواد آن بسیار زیاد است در حالی که در قفس CEGI قابلیت بازیافت وجود دارد. با توجه به بهره‌برداری موفق، استقرار این نوع قفس با استقبال فعالان آبزی‌پروری همراه بوده است. در ایران این نوع قفس می‌تواند برای استقرار پشت سدها نیز که به فناوری پیچیده نیاز ندارند مناسب باشد.

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

منابع

حافظیه، م.، بهمنی، م.، ولی نسب، ت.، حسین زاده، ه. و شریف روحانی، م.، ۱۳۹۹. مقایسه صنعت پرورش ماهی در قفس در ایران با سایر کشورها. معاونت آموزش و ترویج کشاورزی؛ معاونت علمی و فناوری، ۵: ۱-۵۶.

بنیاد بوکت، ۱۳۹۸. پرورش ماهی در قفس و محیط محصور (پن کیج و کیج کالچر). ۴۸ صفحه.

غرا، ک.، ۱۳۹۸. معیارهای انتخاب و طراحی سازه های قفس تطابق پذیر با محیط، مجله ترویجی آبزیان دریای خزر، ۴ (۱): ۱-۹.

غرا، ک.، ۱۳۹۸. آبزی پروری در قفس؛ انتخاب سازه تا طراحی سازگار با محیط، موسسه تحقیقاتی علوم شیلاتی کشور، ۸ صفحه.

غرا، ک.، ۱۳۹۷. ملاحظات طراحی در قفس‌های پرورش، دومین همایش ملی آبزی پروری دریایی و محیط‌های محصور، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر و موسسه تحقیقاتی علوم شیلاتی کشور، ۴ صفحه.

غرا، ک. و فارابی، م.، ۱۳۹۷. بررسی انواع سازه قفس با هدف افزایش سازگاری و بهره وری در محیط، دومین همایش ملی آبزی پروری دریایی و محیط های محصور، پژوهشکده اکولوژی دریای خزر و موسسه تحقیقاتی علوم شیلاتی کشور، ۳ صفحه.

FAO., 2018. The State of World Fisheries and Aquaculture, Meeting the sustainable development goals. Rome.Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. https://www.fao.org/3/i9540en/I9540EN.pdf. 227 p.

FAO., 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture , Meeting the sustainable development goals. Rome.Licence:. https://doi.org/10.4060/ca9229en, 224 p.

Philipose, K.K., Loka, J., Sharma, S.R. and Damodaran, D., 2012. Handbook on open sea cage culture. Central Marine Fisheries Research Institute Karwar Research Centre, 154 p.

Rurangwa, E. and Kabagambe, J.B., 2018. Review and analysis of small- scale aquaculture production in east Africa, Wageningen University & Research, 66 p.

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