

## نکات ترویجی در طراحی و پیاده سازی سازه‌های قفس به منظور آبی پروری در آبهای آزاد

کامیار غرا<sup>۱\*</sup>، محمود حافظیه<sup>۱</sup>

۱. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران، ایران

\* نویسنده مسئول: kamyar.gharra75@gmail.com

### چکیده

امروزه پرورش آبزیان در قفس در آبهای آزاد به‌عنوان یک رویکرد نوین مطرح و از مهم‌ترین علل موفقیت جوامع در صنعت آبی پروری محسوب می‌شود. این رویکرد زمینه افزایش ظرفیت تولید به علت وسعت دریاها را فراهم می‌سازد و به‌دلیل عدم نیاز به هوادهی، کاهش هزینه‌های تامین و نگهداری و در نتیجه شرایط مناسب پرورش را ممکن می‌سازد. به منظور تحقق اهداف فوق نیاز است تا تمرکز بر جنبه‌های فنی بیش از پیش انجام گیرد تا مسیر توسعه و تجاری سازی این فناوری هموارتر شود. در این تحقیق نکات و یافته‌های ترویجی در راستای طراحی و پیاده‌سازی سازه‌های قفس مطرح شده است. این نکات در برگزیده اصول اولیه شامل انتخاب سایت، مواد سازنده و در نهایت تخمین اندازه و تعداد قفس‌ها می‌باشد. با بررسی نمونه داده‌های تجربی، ارتباط بین اندازه توری قفس، وزن زیست توده و وزن ماهی ارائه شد. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش مساحت منطقه تحت پرورش، تعداد قفس‌های مورد نیاز نیز تقریباً رشد خطی دارد به گونه‌ای که با پنج برابر شدن مساحت، تعداد قفس‌های مورد نیاز با ضریب ۱/۲ رشد خواهند داشت. در مورد جنس قفس نیز نتایج بررسی‌ها حاکی از این است که جنس قفس مناسب برای پرورش در دریای خزر و آب‌های خلیج فارس پلی اتیلن می‌باشد اما حجم قفس‌های دریای خزر نسبت به آبهای خلیج فارس حدود ۲/۲۵ برابر بزرگ‌تر است.

**کلمات کلیدی:** آبی پروری، آبهای آزاد، سازه قفس، طراحی و پیاده‌سازی

## مقدمه

تاریخچه پرورش ماهی در قفس به سال ۱۸۰۰ میلادی بر می‌گردد که نمونه‌های اولیه قفس در آسیا و دریاچه‌های کامبوجیا ساخته شد. در سال ۱۹۵۰ قفس‌های دریایی توسط دانشگاه «کینکی»<sup>۱</sup> در ژاپن معرفی شدند. پرورش در قفس از انواع روش‌های پرورش آبزیان می‌باشد که توانسته هماهنگی بین سازه، نوع آبزیان و شرایط محیطی دریایی را به حدی برساند که این روش تولیدی اقتصادی و مقرون به صرفه باشد. در سال ۱۹۷۰، تایلند نیز نمونه‌های پرورش در قفس را انجام داد. در سال ۱۹۸۰ نمونه‌های پرورش انبوه با استفاده از قفس در مالزی گزارش شد. در اواخر دهه ۷۰ میلادی کشور کره نیز در این زمینه اقداماتی را به ثمر رسانید. سپس در سایر کشورها مانند فیلیپین در سال ۱۹۹۰ نیز نمونه‌های مشابه ایجاد شد (Jamwal, 2020). در سال ۲۰۰۳ تاثیر پرورش ماهی آزاد اطلس (*Salmo salar*) در قفس در خلیج Mjoifjrdur در شرق کشور ایسلند بر کیفیت شیمیایی رسوبات بستر دریا مورد بررسی قرار گرفت. نقاط نمونه برداری بر اساس موقعیت استقرار قفس‌ها در دریا و جهت جریانهای دریایی تعیین شد و جمعا هفت ایستگاه از فاصله پنج متری تا ۶۰۰ متری از لبه قفس پیاده سازی شدند. نتایج نشان داد که پرورش ماهی در این خلیج تاثیر ناچیزی بر کیفیت شیمیایی رسوبات داشته است و با توجه به افزایش میزان زیست توده و میزان غذادهی در فصل تابستان شدت، اثر رسوبات بر پرورش ماهی ممکن است متغیر باشد (شکوری و گوجان، ۱۳۸۵). در سال ۲۰۱۳، فرآیند توسعه قفس با توجه به پارامترهای موج و جریان در آب‌های آزاد هند توسط Mojjada و همکاران مورد بررسی قرار گرفت. در سال ۲۰۱۷ نیز، Hasim و همکاران به ارزیابی شرایط محیطی استقرار قفس‌ها پرداختند. همچنین در تحقیق انجام شده در سال ۱۳۹۷، انواع سازه‌های قفس مورد بررسی قرار گرفت و به معیارهای انتخاب قفس مناسب به منظور بهره برداری در سواحل شمالی و جنوبی کشور پرداخته شد (عرا، ۱۳۹۷). پرورش ماهی در قفس در طی دو دهه اخیر بعنوان یکی از ظرفیت‌های اصلی آبی پروری کشور مطرح بوده است و با توجه به شرایط عمومی و اقلیمی کشور وجود برخی امکانات زیر بنایی طبیعی و انسان ساخت، همچنان

به‌عنوان یکی از نقاط با پتانسیل به منظور توسعه مطرح است (ایزدی و همکاران، ۱۳۹۵). نمونه‌های اجرایی پرورش ماهی در قفس در ایران نیز در استان هرمزگان با ۹۰۰ کیلومتر ساحل و ۱۴ جزیره در یک دهه اخیر به‌عنوان تجارتی پرسود و کم‌هزینه در بین انواع صیدها با استقبال صیادان و ساحل‌نشینان روبرو شده است. پرورش ماهیان دریایی در قفس علاوه بر کمک به حفظ ذخایر آبزیان، به‌عنوان یکی از فرصت‌های مناسب سرمایه‌گذاری در حوزه شیلات استان هرمزگان محسوب می‌شود که به صورت آزمایشی از سال ۸۶ در جزیره هنگام و بندر آفتاب اجرایی شده است. مزایای پرورش در قفس در مقایسه با سایر روش‌های پرورش ماهی عبارتند از:

- سرمایه‌گذاری کمتر
- سهولت نصب
- حداکثر بهره برداری از فضا، با توجه به اینکه قفس صرفا بخشی از استخر پرورش را در بر می‌گیرد، بقیه قسمت‌ها می‌توانند به روش‌های معمول قابل استفاده باشند.
- زمینه انتخاب برای پرورش کنترل شده را فراهم می‌سازد.
- بررسی ماهیان و تغذیه دهی به آنها راحت‌تر است.
- درمان بیماری نسبت به استخر راحت‌تر است.
- در صورت لزوم قابلیت جابجایی قفس از یک مکان به مکان دیگر وجود دارد.
- با توجه به اینکه قفس‌ها مشبک هستند، ماهیان داخل آنها امنیت بیشتری در مقابل شکارچیان خواهند داشت.
- تعداد ماهی مورد نیاز در زمان مشخص قابل حصول است و این امر امکان نگهداری منابع تغذیه غیرفصلی ماهی را فراهم می‌سازد.
- طعم ماهیان پرورش یافته در قفس نسبت به مواردی که در استخر پرورش می‌یابند بهتر است. عامل محیطی نیز در این روش بهتر است.

<sup>1</sup> kinki

طراحی سازه‌های مبتنی بر قفس به سه حالت دایروی، چهار گوش و یا چند ضلعی می‌باشد.

الف) قفس‌های دایروی

در طراحی قفس‌های دایروی می‌بایست نکات زیر مدنظر قرار گیرد:

- حداکثر استفاده از مواد و در نتیجه کمترین هزینه در واحد حجم
- رعایت نسبت سطح به حجم که به نوبه خود باعث حداقل استفاده از مواد، سبکی و در نتیجه سهولت پهلوگیری و شناوری خواهد بود.
- بر اساس رفتاری که ماهیان در هنگام شنا از خود نشان می‌دهند، قفس‌های دایره‌ای شکل از نظر استفاده از فضا مناسب‌تر می‌باشند.
- مقاومت بیشتر در برابر تنش‌های مکانیکی که موجب سازگاری بهتر در محیط‌های نامحصور خواهد بود.
- بهتر است از قاب‌های گرد استفاده شود. به دلیل اینکه نیروهای وارده در همه قسمت‌ها یکسان خواهند بود. این در حالی است که در قاب‌های چهارگوش یا چندضلعی، فشار نیروها در گوشه‌ها بیشتر بوده و ممکن است موجب شکست سازه شود.

نمونه ساخته شده در شکل (۱) دارای قطر داخلی شش متر، قطر خارجی هفت متر و عمق چهار متر (حجم ۱۱۳ مترمکعب) است. حلقه وسط (محل عابران) ۶/۵ متر است. یک شبکه توری بزرگ‌تر به‌عنوان شبکه شکارچی در محیط پیرامون قفس نصب شده شده است و توری پرندگان نیز در لایه فوقانی قرار دارد. سیستم مورینگ به حفظ قفس در موقعیت و عمق مورد نظر کمک می‌کند. در این پروژه هر قفس به‌عنوان یک واحد پرورش است و حداکثر ۲۰ قفس نصب گردیده است.

در ادامه یافته‌های ترویجی در راستای طراحی و پیاده سازی سازه‌های قفس بیان شده است.

## یافته های ترویجی

### ۱- انتخاب سایت

از منظر شرایط اکولوژیکی، دریاچه‌های بزرگ و عمیق برای پرورش قفس مناسب می‌باشند. در این راستا مکان‌هایی که دارای سطح ۱۰۰۰ هکتار یا بیشتر در سطح کامل مخزن یا «FRL»<sup>۱</sup> هستند، مناسب می‌باشند. متوسط عمق در طراحی سازه‌های قفس ۱۰ متر می‌باشد. در طول سال نیز حداقل عمق آب در جداره قفس باید ۱۰ متر باشد. این مقدار عبارت است از مساحت هکتار تقسیم بر ظرفیت آب به مترمکعب. سطح نوسانات آب در تابستان نباید بیشتر از ۰/۹ تا ۰/۶ متر باشد. عمق صافی آب از کف قفس تا سطح آب می‌بایست شش متر باشد. در مکان‌هایی که تجمع فسفر کل و نیترژن کل بترتیب از ۰/۰۲ میلی گرم در لیتر و ۱/۲ میلی گرم در لیتر بیشتر باشد، سازه قفس مناسب نمی‌باشد.

### ۲- انتخاب مواد سازنده سازه‌های قفس

به‌طور کلی در انتخاب موارد سازنده قفس‌های پرورش پارامترهایی مانند دوام، انعطاف پذیری، غیرخورندگی، غیرسمی و ضدزنگ می‌بایست در نظر گرفته شوند. بنابراین پیشنهاد می‌گردد از موادی با جنس چوب، پلاستیک، فایبرگلاس، پلی‌استر، فولاد نرم، آهن گالوانیزه، پلی‌وینیل کلراید یا (PVC)<sup>۲</sup> و یا پلی‌اتیلن با تراکم بالا (HDPE)<sup>۳</sup> استفاده شود. در این میان مواد پایدار و بادوام برای حصول نتیجه بهتر بسیار ضروری هستند. قفس می‌بایست از قاب‌های محکم به‌عنوان نگهدارنده تشکیل شود و توری از جنس نایلون به‌عنوان بدنه قفس انتخاب شود. موادی که برای قاب‌ها مناسب باشند شامل بامبو، «فولاد نرم»<sup>۴</sup>، آهن گالوانیزه، PVC و یا HDPE هستند. قابل توجه است قاب‌های از جنس بامبو دارای طول عمر کمتر و مقاومت ضعیف تر بوده و از این رو برای قفس‌های تجاری مناسب نیستند.

### ۳- مقایسه انواع طراحی قفس

<sup>3</sup> High Density Polyethylene

<sup>4</sup> Mild Steel

<sup>1</sup> Full Reservoir Level

<sup>2</sup> Poly-vinyl chloride



شکل ۱. نمونه قفس دایروی پیاده سازی شده (NFDB, 2018)

ب) قفس‌های چهارگوش یا چندضلعی  
 قفس‌های چندضلعی بهتر از انواع چهارگوش یا مربعی هستند زیرا تعداد گوشه‌های بیشتری برای تسهیم کل نیروها وجود دارد و موجب کاهش فشار نیرو در هر گوشه خواهد بود (شکل ۲). اما در عین حال قفس‌های چهارگوش و مربعی به دلیل مزایایی مانند سهولت ساخت و امکان تولید سازه‌های مقیاس بزرگ قابل توجه بوده و در نواحی محصور کارآمد می‌باشند. جدول (۱) ارتباط بین مشخصه سایت و مدل مناسب سازه قفس را بیان می‌کند.



شکل ۲. نمونه قفس در حال ساخت چندضلعی (Piccolotti and Lovatelli, 2013)

جدول ۱. ارتباط بین مشخصه سایت و مدل قفس

حجم	مدل قفس		مشخصه سایت
	اندازه	قالب	
بزرگ	بزرگ	مربعی/چهارگوش	محصور یا محافظت شده
کوچک	کوچک	دایروی/هشت ضلعی	بدون حفاظ
بزرگ	بزرگ	همه انواع	کیفیت خوب (سطح بالای اکسیژن)
کوچک	بزرگ	مربعی/چهارگوش	کیفیت پایین (سطح پایین اکسیژن)

## ۱- اندازه قفس

مقاومت قفس در برابر تنش‌های دینامیکی ناشی از جریان‌های آب یکی از عوامل مهمی است که در طراحی ابعاد سازه می‌بایست مورد توجه قرار گیرد. همچنین اندازه مناسب به مشخصه سایت بستگی دارد. در سایت محافظت شده، اندازه قفس می‌تواند افزایش داده شود در حالیکه در سایت‌های محافظت نشده استفاده از قفس‌های کوچک مناسب‌تر می‌باشد. هزینه ساخت به ازای هر واحد حجم با افزایش اندازه قفس کاهش می‌یابد. بنابراین با فرض شرایط تولید یکسان، یک قفس ۱۰۰ مترمکعبی در مقایسه با دو قفس ۵۰ مترمکعبی مقرون به صرفه‌تر است.

## ۲- حجم قفس

حجم متناسب با ابعاد شبکه‌ای است که ماهیان در آن پرورش می‌یابند. تبادل آب درون قفس رابطه معکوس با

حجم قفس داشته و وابسته به سرعت جریان آب و فاصله بین دیوارهای مقابل است. سطح اکسیژن نامحلول به شدت وابسته به تغییر جریان آب می‌باشد. قابل توجه است که حرکت ماهی نیز در جریان آب داخل قفس اثرگذار خواهد بود. بنابراین در شرایط یکسان، قفس‌های کوچک امکان افزایش توده بدنی را فراهم می‌سازند. به‌عنوان نمونه تراکم ۲۰۰ کیلوگرم در مترمکعب می‌تواند در یک قفس یک مترمکعبی حاصل شود، اما در قفس ۱۰۰ مترمکعبی این تراکم صرفاً ۲۵ کیلوگرم در مترمکعب خواهد بود. این نکته را نیز باید خاطرنشان کرد که قفس‌های با حجم کوچک اغلب موجب تلفات در غذادهی می‌شوند. در نتیجه قبل از اینکه ماهی قادر به تغذیه باشد، غذا به خارج از قفس رانده شده و نسبت تبدیل غذادهی به‌طور نامطلوب تحت تأثیر قرار خواهد گرفت. جداول (۲) و (۳) تخمین اندازه توری، ظرفیت زیست توده و وزن ماهی را نشان می‌دهند.

جدول ۲. تخمین اندازه توری قفس و ظرفیت زیست توده برای ماهی باس دریایی آسیایی (*Lates calcarifer*) (NFDB, 2018)

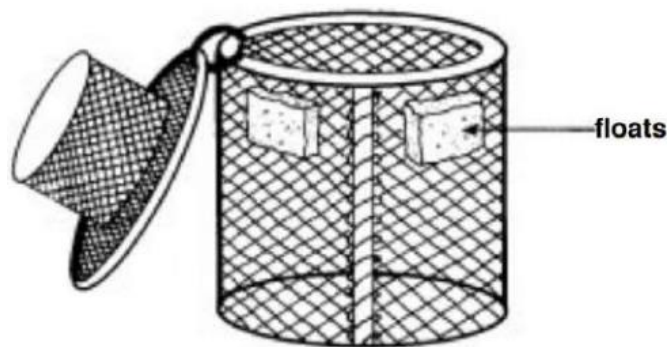
اندازه ماهی (سانتی متر)	وزن ماهی (گرم)	اندازه توری (میلی متر)	زیست توده (کیلوگرم در مترمکعب)
۱۰-۱۲	۱۳-۲۳	۱۲	۲/۵-۳
۱۲-۱۴	۲۳-۵۳,۵	۱۲	۳-۳/۵
۱۴-۱۶	۵۳,۵-۷۶	۱۶	۳/۵-۴
۱۶-۱۸	۷۶-۱۰۵	۱۶	۴-۴/۵
۱۸-۲۰	۱۰۵-۱۴۰	۲۰	۴/۵-۵
۲۰-۲۲	۱۴۰-۱۸۰	۲۴	۵-۵/۵
۲۲-۲۴	۱۸۰-۲۳۰	۲۴	۵/۵-۶
۲۴-۲۶	۲۳۰-۲۸۰	۲۴	۶-۶/۵
۲۶-۳۰	۲۸۰-۳۵۰	۳۲	۶/۵-۷
۳۰-۳۲	۳۵۰-۴۲۰	۳۲	۷-۷/۵
۳۲-۳۴	۴۲۰-۵۰۰	۳۸	۷/۵-۸
۳۴-۳۶	۵۰۰-۶۰۰	۳۸	۸-۹
۳۶-۳۸	۶۰۰-۷۰۰	۳۸	۹-۱۰
۳۸-۴۰	۷۰۰-۸۲۰	۴۴	۱۰-۱۱
۴۰-۴۳	۸۲۰-۱۰۰۰	۴۴	۱۱-۱۲

جدول ۳. تخمین اندازه توری قفس و وزن ماهی (اندازه قفس ۵×۵×۵ متر) (NFDB, 2018)

مشخصه توری قفس	وزن ماهی (گرم)
HDPE-۱۶/۰/۷۵ میلی متر	۵۰-۱۵۰
HDPE-۲۰/۱/۲۵ میلی متر	۱۵۰-۲۵۰
HDPE-۲۴/۱/۲۵ میلی متر	۲۵۰-۵۰۰

## ۳- ساخت قفس

ساده ترین طراحی سازه قفس نوع استوانه‌ای می‌باشد که از روزنه‌های پلاستیکی ۰/۵ اینچ تشکیل شده است. استوانه با شبکه توری در اطراف دو فلز پلی وینیل کلراید، پلی اتیلن یا فایبرگلاس تشکیل شده است که بخش فوقانی و پایین قفس را احاطه کرده است. سومین حلقه برای درپوش استفاده شده است. قفس‌ها با سیم مقیاس، ۱۸ سیم استیل ضدزنگ و کابل پلاستیکی مشکی بهم بافته شده اند. با توجه به اینکه کابل سفید در معرض نور خورشید دچار آسیب خواهد شد، از کابل مشکی استفاده می‌شود.



شکل ۳. نمایی از قفس

به‌منظور نگهداری غذای شناور داخل قفس، از حلقه‌های تغذیه استفاده می‌شود. در نتیجه از افتادن غذای شناور به بیرون قفس جلوگیری خواهد شد. حلقه های غذا حدود ۱۵ اینچ عرض دارند و بهتر است طوری به قفس متصل شوند که سه اینچ بالای سطح آب و ۱۲ اینچ در آب امتداد داشته باشند. جدول (۴) یافته‌های ترویجی در خصوص تعداد قفس‌ها با توجه به مساحت منطقه دسترس را نشان می‌دهد. ابعاد یک قفس ۴×۴×۶ متر در نظر گرفته شده است. برای محاسبه از کد فائو استفاده شده است (Fao.org, 1982).

جدول ۴. تخمین تعداد قفس بر حسب مساحت (NFDB, 2018)

حداکثر تعداد مجاز قفس	مساحت منطقه (هکتار)
مجاز نمی‌باشد	کمتر از ۱۰۰۰
۵۰۰	بین ۱۰۰۱ تا ۲۰۰۰
۱۰۰۰	بین ۲۰۰۱ تا ۳۰۰۰
۱۵۰۰	بین ۳۰۰۱ تا ۴۰۰۰
۱۹۰۰	بین ۴۰۰۱ تا ۵۰۰۰
۳۰۰۰	بین ۵۰۰۱ تا ۱۰۰۰۰
۵۰۰۰	بزرگ تر از ۱۰۰۰۰

**سیستم قفس پرورش تک گونه‌ای**

این قفس از کیسه توری ساخته می‌شود که از جنس بامبو می‌باشد. اندازه این نوع قفس متغیر است، اما رایج ترین آن به ابعاد ۶×۴×۴ متر است.

**سیستم قفس پرورش دو گونه‌ای**

در این قفس دو نوع گونه همزمان قابل پرورش خواهند بود. کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در قفس کوچک شناور در بالای قفس بزرگ تر، که برای پرورش تیلاپیا (*Oreochromis sp.*) است، رشد می‌یابد. مقدار ضریب

تبدیل غذایی (FCR)<sup>۱</sup> پایین است زیرا تیلاپیا از ارگانیزمها و جلبک تغذیه می‌کند و موجب پاکیزه نگاه داشتن توری می‌شود. در نتیجه زمینه تبادل آب و جیره غذایی بهتر را برای کپور معمولی فراهم می‌سازد. این نوع قفس در اندونزی آزمون شده است. ابعاد قفس داخلی ۷×۷×۳ متر با روزنه ۱/۵ سانتی متر است. ابعاد روزنه بیرونی ۷×۷×۳/۵ متر است که حدود ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی متر فضای فوقانی برای تیلاپیا در نظر گرفته شده است. جدول (۵) وضعیت پرورش ماهی در قفس در استان های مختلف را بیان می‌کند.

جدول ۵. عملکرد پرورش ماهی در قفس در استان های مختلف (حافظیه و همکاران، ۱۳۹۹)

استان	تعداد مزارع فعال قفس	ظرفیت اسمی تولید مزارع (تن)	تعداد قفس های مستقر در آب و قابل ذخیره سازی	گونه پرورشی	عملکرد تا پایان فصل پرورش (تن)
گیلان	۴	۴۸۵۰	۱۲	قزل آلی رنگین کمان <sup>۲</sup>	۱۰۰
مازندران	۱۴	۵۶۰۰	۷۴	قزل آلی رنگین کمان	۶۰۰
گلستان	۳	۱۲۵۰	۱۰	قزل آلی رنگین کمان و خاوباری	۵۰
بوشهر	۳	۱۱۳۵۰	۳۴	سوف دریایی <sup>۳</sup>	۲۰۰۰
هرمزگان	۴	۶۰۰۰	۵۳	سوف و شانک دریایی <sup>۴</sup>	۵۶۰۰
سیستان و بلوچستان	۱	۲۵۰	۴	سوف دریایی	۲۰۰
استان های داخلی	۴۱	۶۰۰۰	۲۵۴	قزل آلی رنگین کمان و کپور معمولی	۵۵۵۰

**نتیجه گیری**

کاهش فشار صید و برداشت از منابع آبی دریای، کمک به حفظ و مدیریت ذخایر دریایی و افزایش اشتغال و کمک به توسعه همگون و سازگار با محیط زیست از جمله دستاوردهای اجرای طرح های پرورش ماهی در قفس محسوب می‌شود. در این تحقیق یافته های ترویجی در زمینه طراحی و پیاده سازی سازه های قفس برای پرورش ماهیان آب های آزاد بیان شد. به طور کلی قفس های پرورش ماهی از مجموعه ای از انواع لوله، طناب، قلاب، پیاده رو و اتصالات فلزی تشکیل می‌شوند. قلاب ها و بست ها در اندازه های مختلف و از جنس پلی اتیلن تزریقی و یا فولادی و گالوانیزه شده تولید می‌شوند. طناب ها به تناسب شرایط

دریا و محل استقرار قفس از جنس پلی اتیلن یا پلی استیل و هشت رشته و قطر ۴۸ الی ۵۶ میلی متر مناسب می‌باشند. اتصال ها که نقشی اساسی در تنش گیری سیستم مزارع پرورش ماهی دارند نیز بهتر است از فولاد مقاوم تولید و گالوانیزه انتخاب شوند. پیاده روها ضد لغزش بوده و می‌بایست با مواد پلی اتیلن تولید شوند. آنها در اطراف قفس نصب و نقشی بسیار مهم در ایمنی کارکنان و سهولت کارهای روزانه دارند. نتایج و یافته های عددی نشان داد که با افزایش اندازه ماهی باس دریایی آسیایی از ۱۰ به ۴۳ یعنی چهار برابر شدن اندازه، توری قفس باید حدود ۳/۶ برابر شود. این در حالی است که برای ماهی تیلاپیا با افزایش

<sup>۳</sup> *Sander marinus*

<sup>۴</sup> *Sparidae*

<sup>۱</sup> Food Conversion Ratio

<sup>۲</sup> *Onchorhynchus mykiss*

برای مقابله با جریان‌های دریایی و امواج بلند است. حجم این قفس از ۱۸۰۰ تا ۳۶۰۰ متر مکعب متغیر است. قفس پلی‌اتیلن غوطه‌ور به علت افزایش دمای آب در لایه‌های سطحی دریای خزر در فصل تابستان و عمق ۱۶ الی ۲۰ متر و دمای ۱۶ الی ۱۸ درجه سانتیگراد، اصولاً برای پرورش ماهی آزاد و قزل‌آلا طراحی شده است. در مورد قفس‌های مناسب برای آب‌های خلیج فارس می‌توان گفت این قفس‌ها از جنس پلی‌اتیلن با حجم ۱۳۰۰ تا ۱۶۰۰ متر مکعب و به صورت استوانه‌ای و کاملاً مهار شده از دو طرف، دارای دو تا سه ردیف لوله برای افزایش قدرت شناوری هستند و قابلیت استقرار در فواصل نزدیک و دور از ساحل را دارند. مناسب‌ترین قفس برای جنوب کشور، قفس‌های شناور با ظرفیت ۱۲۰ تن می‌باشد که با توجه به عمق مناسب آب‌های جنوب کشور می‌تواند با تور مخروطی محصور شود. در شمال کشور به دلیل جریانات شدید آب و امواج پر قدرت و بلند، قفس‌های فرو رونده یا آسانسوری پیشنهاد می‌شود.

وزن ماهی از ۵۰ به ۵۰۰ گرم یعنی ۱۰ برابر شدن وزن، اندازه توری قفس با پلی‌اتیلن با تراکم بالا از ۱۶ میلی‌متر به ۲۴ میلی‌متر می‌بایست افزایش یابد. بررسی نتایج تجربیات اجرایی در ایران نشان داده است که در حال حاضر قفس‌های رایج ساخته شده قطری با اندازه ۱۶ تا ۲۰ متری دارند. جنس قفس‌ها عمدتاً از پلی‌اتیلن، چوب و یا فولاد است. قفس‌ها به صورت گرد یا مربع در کشور خودمان ساخته می‌شوند که هر کدام از آن‌ها را با تورهای ضد شکار و تورهای ریزی که مانع از خروج ماهی‌ها می‌شوند می‌پوشانند و بعد از سرهم کردن آن‌ها در کنار ساحل، به واسطه لوله‌های مخصوص داخل آب قرار می‌گیرند. هر قفس ۱۶ تا ۲۰ متری توانایی پرورش ۳۰ تن ماهی را دارد. در مورد قفس‌های مناسب دریای خزر می‌توان گفت با توجه به شرایط محیطی و وجود امواج بلند در این مناطق (دما و ارتفاع موج)، قفس گرد پلی‌اتیلنی شناور با قابلیت غوطه‌وری، قفس پایه کششی و کروی غوطه‌ور مناسب‌ترین نوع



## منابع

- شکوری، م.، آدانسون گوجان، ا. ۱۳۸۵. تاثیر پرورش ماهی آزاد در قفس در خلیج Mjoifjrdur در شرق کشور ایسلند، مجله علوم شیلاتی ایران، دوره ۶، شماره ۱، ۱۰۲-۸۳.
- ایزدی، ع.، سیدی قمی، م.، حقیقی، س. ۱۳۹۵. فرصت‌های سرمایه‌گذاری در آبی‌پروری پرورش ماهیان دریایی در قفس، سازمان شیلات ایران - دفتر شبکه ملی تلویزیونی کشاورزی و مدیریت دانش، شماره ۱، ۲۵ ص.
- غرا، ک. بررسی انواع سازه قفس با هدف افزایش سازگاری و بهره‌وری در محیط. ۱۳۹۷. دومین همایش ملی آبی‌پروری دریایی و محیط‌های محصور. <https://civilica.com/doc/853419/>
- حافظیه، م.، بهمنی، م.، ولی نسب، ت.، حسن زاده صحافی، ه.، شریف روحانی، م. ۱۳۹۹. مجموعه تجارب دنیا در بخش کشاورزی و منابع طبیعی، مقایسه صنعت پرورش ماهی در قفس در ایران با سایر کشورها، شماره ۵، ۵۶ ص.
- MOJJADA, S. K., IMELDA, J., RAO, P. S., MUKHERJEE, C., GHOSH, S. & RAO, G. S. 2013. Design, development and construction of open sea floating cage device for breeding and farming marine fish in Indian waters. *Indian Journal of Fisheries*, 60, 61-65.
- HASIM, H., KONIYO, Y. & KASIM, F. 2017. Suitable location map of floating net cage for environmentally friendly fish farming development with Geographic Information Systems applications in Lake Limboto, Gorontalo, Indonesia. *AAFL Bioflux*, 10, 254-264.
- JAMWAL, A. 2020, Cage culture in reservoirs, *Central Agricultural University, formerly Rajendra Agricultural University, Pusa*. 32 pp.
- NFDB, 2018. Guidelines for Sea Cage Farming in India. Published by NFDB, January 2018, pp. 32. [<http://nfdb.gov.in/guidelines.htm>]
- PICCOLOTTI, F. & LOVATELLI, A. 2013. Construction and installation of hexagonal wooden cages for fish farming: A technical manual. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical paper*, I. No. 576. Rome, FAO. 76 pp.
- Fao.org, 1982. <http://www.fao.org/docrep/005/v9878e/v9878e00.HTM>

## Promotional tips in the design and implementation of cage structures for aquaculture purposes in open seas

Kamyar Gharra<sup>1</sup>, Mahmoud Hafezieh<sup>1</sup>

1- Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), P.O. Box: 15745/133. Tehran, Iran.

Corresponding author: kamyar.gharra75@gmail.com

### Abstract

Nowadays, breeding aquatic animals in cages in open water is considered as a new approach and one of the most important reasons for the success of societies in the aquaculture industry. This approach provides the basis for increasing the production capacity due to the vastness of the seas, and due to the lack of aeration, it makes it possible to reduce the costs of supply and maintenance and as a result suitable breeding conditions. In order to achieve the above goals, it is necessary to focus on the technical aspects more so that the path of development and commercialization of this technology becomes smoother. In this research, promotional points and findings have been proposed in line with the design and implementation of cage structures. These tips include the basic principles of site selection, building materials, and finally estimating the size and number of cages. By examining a sample of experimental data, the relationship between cage net size, biomass weight and fish weight was presented. Also, the results showed that with the increase in the area of the breeding area, the number of required cages also grows almost linearly, so that the number of required cages will increase by a factor of 1.2 if the area is increased fivefold. Regarding the type of cage, the results of the investigations indicate that the type of cage suitable for breeding in the Caspian Sea and the waters of the Persian Gulf is polyethylene, but the volume of the cages in the Caspian Sea is about 2.25 times compared to the waters of the Persian Gulf.

**Keywords:** Aquaculture, open seas, cage structures, design and implementation