مقاله مروری

فناوری پلیمر ایران

فصلنامه علمی
سال ششم، شماره ۴، شماره پیاپی ۲۴، زمستان ۱۴۰۰
Vol. 6, No. 4, Issue No. 24
Winter 2021, Quarterly
صفحه ۳۴-۲۵

Iran Polymer Technology: Research and Development

بررسی و امکان‌سنجی استفاده از قفس پرورش ماهی پلیمری در صنعت شیلات

امیرحسین یزدان‌بخش*[۱]، پیمان باقرآبادی[۲]، محمد لک[۳]، علیرضا بهزادی[۴]، حامد حسینی شریفی[۵]

۴،۱ دانشگاه تهران، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشکده مهندسی شیمی، دانشجو دکتری تخصصی مهندسی پلیمر

۲ دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی نفت، دانشجو دکتری تخصصی مهندسی نفت

۳ دانشگاه تهران، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشکده مهندسی شیمی، دانش آموخته کارشناسی مهندسی پلیمر

۵ تهران، رئیس هیئت مدیره شرکت دایان پلیمر

چکیده ...

پلیمرها به‌دلیل خواص مکانیکی خوب و متنوع، چگالی پایین، قیمت مناسب، خواص ویژه عالی و دسترسی آسان به‌ویژه در کشور ایران با منابع عظیم نفتی، رفته‌رفته جای مواد معدنی و فلزی را در صنایع مختلف گرفته‌اند که صنعت شیلات نیز از این قاعده مستثنی نیست. در کشور ایران با توجه به ظرفیت‌های موجود به‌ویژه در شمال و جنوب کشور، اجرای طرح پرورش ماهی در قفس از سیاست‌های مهم و جدی شیلات است. پرورش ماهی در قفس‌های پلی‌اتیلنی در دهه‌های اخیر با توجه به مزایای خاص خود مورد توجه اکثر کشورهای دنیا قرار گرفته است. در این مقاله به معرفی قفس پرورش ماهی پلی‌اتیلنی پرداخته شده و همچنین اجزا، عملکرد و مزایای آن شرح داده شده است. با توجه به تنوع خواص پلیمرها، می‌توان در کنار بدنه اصلی پلی‌اتیلنی، اکثر اجزای دیگر را نیز از دیگر پلاستیک‌ها ساخت و بدین وسیله و با چاشنی ابتکار و نوآوری برخی محدودیت‌های قفس پلی‌اتیلنی را نیز مرتفع ساخت که این موارد نیز تشریح شده‌اند. همچنین مزایای پلی‌اتیلن نسبت به ایده‌های دیگر برای ساخت قفس پرورش ماهی (چوب و فولاد) بیان شده و ماتریس مقایسه‌های زوجی معیارهای رقابتی و مقایسه پلی‌اتیلن با چوب و فولاد گزارش شده و نهایتاً توجیه اقتصادی استفاده از قفس پرورش ماهی پلیمری تبیین شده است.

واژه‌های کلیدی:

قفس پرورش ماهی،
پلیمر،
پلی‌اتیلن،
شیلات

*پست الکترونیکی مسئول مکاتبات:
a.yazdanbakhsh@ut.ac.ir

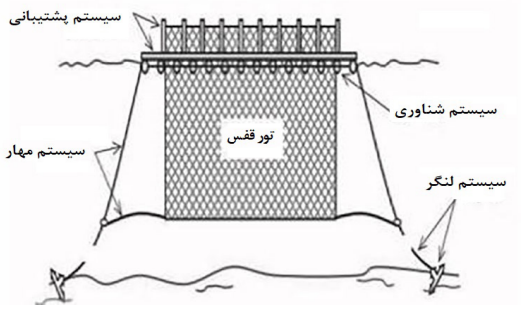
۱ مقدمه

قفس های پرورش ماهی (Cage Fish Culture)، سازه‌هایی با ابعاد مختلف هستند که به‌صورت شناور یا غوطه‌ور در بوم‌سازگان (Ecosystem) آبی شامل آب دریا، دریاچه‌ها، حوضچه‌ها و یا آب پشت سدها نصب شده و در آن‌ها ماهی و سایر آبزیان پرورش داده می‌شوند. این قفس‌ها از مواد مختلفی ساخته می‌شوند. شایان گفتن است که زندگی ماهیان در قفس مزایای برجسته‌ای همچون تهویه مطلوب آب در قفس، عدم احتیاج به سامانه‌های هواده و تعمیر و نگه‌داری با هزینه بسیار مناسب و پایین‌تر از سطح استاندارد را برای فعالان این عرصه به ارمغان داشته است. نکته حائز اهمیت در حوزه پرورش ماهی در قفس این است که یکی از راه‌های جلوگیری از انقراض گونه‌های مختلف ماهیان، پرورش این نوع ماهیان در محیط بسته و کنترل شده است و با توجه به امکانات و توانمندی‌های کشور، امکان تولید ۳ میلیون تن ماهی در قفس وجود دارد و از طرفی می‌توان با این شیوه از منابع و امکانات کشور حداکثر استفاده را برد و محصولات شیلات را افزایش داد. حال با تمام این تفاسیر شکی نیست که پرورش آبزیان در قفس می‌تواند میزان تولید و صادرات محصولات شیلات را افزایش دهد. قفس‌های پلیمری از جنس پلی‌اتیلن پرچگالی (HDPE) بوده و چارچوب آن‌ها از لوله‌های ساخته‌شده از این پلیمر که به‌وسیله قلاب‌ها و لوله‌هایی عمودی محکم می‌شوند و در بالا دارای نرده تکیه‌گاه هستند تشکیل شده است. حلقه‌های لوله‌های پلی‌اتیلنی شناور در قسمت فوقانی، عامل اصلی نگه‌دارنده تورهای متصل به آن‌ها در قسمت زیرین است. فناوری این قفس‌ها ابتدا در کشور نروژ به‌کار گرفته شد و سپس به سایر کشورها انتقال یافت، چرا که نسبت به سایر روش‌ها از قیمت مناسب‌تری برخوردار بود. پرورش ماهی در قفس یکی از روش‌های رایج است که در چند دهه اخیر، با توجه به مزایای خاص خود، مورد توجه اکثر کشورهای دنیا قرار گرفته است. در کشور ما با توجه به ظرفیت‌های موجود و وجود خطوط ساحلی گسترده در شمال و جنوب، اجرای طرح پرورش ماهی در قفس از سیاست‌های مهم و جدی شیلات است. هم‌چنین امکان تولید تمامی اجزا و قسمت‌های این قفس ها از پلی‌اتیلن پرچگالی، به دلیل فراوانی وجود این پلیمر در کشور، مهیا است. از اولین تجربه استفاده از این روش و شروع به کار آن اطلاع دقیقی در دست نیست، لیکن با توجه به اطلاعات تعدادی از منابع در گذشته در مناطقی از جنوب شرق آسیا از این روش در ابعاد کوچک برای پرورش ماهیان بهره‌برداری شده است. کشور نروژ به‌عنوان مطرح‌کننده تجاری این روش و بزرگ‌ترین بهره‌بردار آن در ابتدای شروع به‌کار طرح معرفی شده است و با توجه به تدوین مدارک فنی در این حوزه از کشورهای پیشرو در این صنعت محسوب می‌شود. در حال حاضر، با توجه به وجود محدودیت‌های فراوان در بهره‌برداری از منابع آبی، توجه به توسعه پرورش ماهی در قفس و جایگزینی آن با فعالیت های صیادی در اغلب کشورها آغاز شده است و آبزی پروری (Aquaculture) در قفس در دهه گذشته به سرعت در جهان رشد و توسعه است [۱].

در سال ۲۰۰۷ میلادی سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد (FAO) گزارشی با عنوان «آبزی‌پروری در قفس: مرور منطقه‌ای و مرور اجمالی جهانی» را منتشر کرد و در آن ارزیابی از وضعیت فعلی و چشم‌انداز آینده آبزی‌پروری در سراسر دنیا را ارائه کرد. در این گزارش به نقش کلیدی پرورش ماهی در قفس، به‌عنوان یکی از عوامل تأمین غذا برای جوامع انسانی در آینده نزدیک اشاره شده است [۲]. امروزه تعداد زیادی از کشورهای جهان در زمینه پرورش آبزیان در قفس مشغول به فعالیت هستند. جمع تولید جهانی آبزیان در قفس در سال ۲۰۱۲ حدود ۶/۸ میلیون تن بود و کل تولید آبزی‌پروری در جهان در سال ۲۰۱۲ در حدود ۹۰/۴ میلیون تن به ارزش ۱۴۴/۱ میلیارد دلار و سهم آبزیان دریایی پرورشی ۳۸/۶ میلیون تن و ماهیان دریایی پرورشی ۵/۶ میلیون تن بوده است. پیش‌بینی تولید ماهیان دریایی تا سال ۲۰۲۵ در حدود ۱۰ میلیون تن خواهد بود [۳]. در ایران طرح مطالعه و توسعه پرورش ماهیان دریایی در استان هرمزگان با هدف بازسازی و حفظ ذخایر آبزی کشور از سال ۷۹ آغاز شده است که تا سال ۸۱ به‌طور مشترک توسط شرکت Refa نروژ و کارشناسان شیلات ایران انجام می‌شد. استفاده از قفس‌های پلی‌اتیلنی پرورش ماهی در ایران در ابتدا در استان بوشهر و در سواحل کنگان کلید خورد که در سال ۱۳۸۹ معادل ۹ تن ماهی پرورشی از دو قفس پلی‌اتیلن به حجم یک هزار و ۶۰۰ متر مکعب صید شد [۴].

نمای بالایی قفس‌های پرورش ماهی معمولاً به شکل‌های هندسی مربع یا دایره بوده و از اطراف و کف توسط ابزارهای مختلفی مثل توری با چشمه‌های مختلف محصور شده و در آن محیط محصور، ماهی پرورش داده می‌شود. تنوع زیادی در اندازه‌ها و طرح‌های قفس‌ها دیده می‌شود. قفس‌ها با شرایط مختلف محیطی تطابق‌پذیری زیادی دارند و از آن‌ها به طرق مختلف استفاده می‌شود [۱]. قفس‌های پرورش ماهی پلیمری دارای ساختار ساده‌ای هستند (شکل ۱). در قسمت فوقانی یعنی در سطح آب دو یا سه ردیف لوله‌های پلی‌اتیلن پرچگالی فشار قوی به رنگ‌های مشکی یا زرد، به‌صورت کمربندی حول قفس را دربرگرفته‌اند. ردیف اول این لوله‌ها در بالا با اندازه ۱۱۰

شکل۱ قفس پرورش ماهی پلیمری.



شکل۲ قسمت‌های مختلف قفس پلیمری پرورش ماهی [۱].

میلی‌متر به‌عنوان نرده مخصوص دستگیره (Handrail) برای نگه‌داری تور در نظر گرفته شده‌اند و لوله‌های پایینی که معمولاً در دو ردیف هستند با اندازه‌های بالاتر از ۲۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر هستند.

لوله‌های پلی‌اتیلن پرچگالی که قطرها و فشارهای اسمی مختلفی دارند، از داخل حفرات تعبیه شده در قلاب‌ها و گیره‌هایی که به‌همین منظور طراحی شده و بازو که (Bracket) نامیده می‌شوند عبور می‌کنند. بازویی‌ها نیز از جنس پلی‌اتیلن پرچگالی بوده و تنها به لحاظ نوع پلیمر با لوله‌ها متفاوت هستند. لوله‌های پلی‌اتیلن پرچگالی ویژه اکستروژن و لوله تولید می‌شوند و بازوها و سایر متعلقات بسیاری از انواع تزریقی یا قالب‌گیری تهیه می‌شوند. بازوها در قسمت بالایی دارای حفره دیگری هستند که محل قرار گرفتن پایه نگه‌دارنده نرده مخصوص دستگیره و حصار (فنس) احاطه کننده قفس در قسمت بالایی است[۵].

قفس‌ها در قسمت زیرین و زیر سطح آب از طناب ها، زنجیرها، صفحات تقسیم، لنگرها و تورهایی از جنس پلی‌آمید (نایلون) تشکیل شده‌اند. جنس طناب‌های به‌کار رفته در قفس پلی‌پروپیلن، پلی‌استیل پروپیلن، پلی‌استر و پلی‌آمید است [۵]. سامانه‌ها و بخش‌های رایج مورد استفاده در قفس‌های پرورش ماهی شامل موارد زیر است (شکل ۲):

۱) سامانه شناوری (بویه (Buoy) یا شناوه)
۲) سامانه پشتیبانی (حلقه‌های نگه‌دارنده و پایه‌های عمودی)
۳) قفس اصلی
۴) سامانه مهار
۵) سامانه لنگر
۶) تور قفس

سه گزینه چوب، فولاد و پلی‌اتیلن امروزه در صنعت شیلات برای ساخت قفس‌های پرورش ماهی مطرح است؛ پلی‌اتیلن مزایای رقابتی فراوانی نسبت به چوب و فولاد دارد:

۱) نیاز به سرمایه‌گذاری کم‌تر نسبت به سامانه‌های رایج استخرهای خاکی یا سامانه‌های مدار بسته
۲) مدیریت آسان‌تر و کم‌هزینه‌تر
۳) سهولت در مشاهده و بررسی میزان تغذیه ماهی و سلامت آن‌ها
۴) امکان استفاده دو یا چندمنظوره از استخر در هنگام نصب قفس پلی‌اتیلن برای پرورش گونه‌های دیگر آبزی.
۵) امکان جابه‌جا کردن قفس در صورت بروز آلودگی‌های محیطی یا وجود مواد معلق.
۶) عمر مناسب با توجه به نوع مواد به‌کاررفته.
۷) بازدهی زیاد و مقرون به‌صرفه بودن.

علاوه بر موارد فوق، ارزان بودن، فراوان بودن و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مناسب پلی‌اتیلن را نیز باید در نظر داشت. این مزایا عبارتند از:

- مقاومت در برابر خوردگی
- وزن کم
- مقاومت در برابر تعداد زیادی از ترکیبات شیمیایی
- انعطاف‌پذیری قابل‌ملاحظه
- مقاومت در برابر رشد ترک [۶].

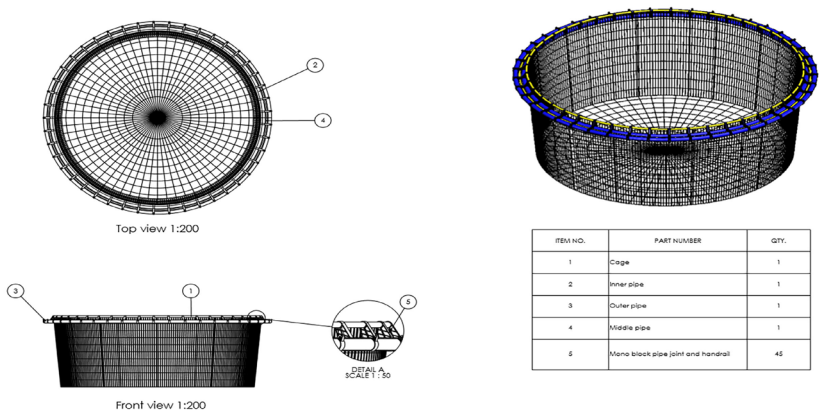
مجموعه این مزایا نشان‌دهنده توانایی پلی‌اتیلن نسبت به نمونه‌های رقیب برای جلب مشتری است.

۲ مقایسه با سایر ایده‌ها و بررسی نقشه ساخت و مدل سه‌بعدی

برای مقایسه چوب، فولاد و پلی‌اتیلن در ساخت قفس پرورش ماهی، از روش تحلیل سلسله مراتبی (Analytic Hierarchy Process, AHP) استفاده شده است. جدول ۱ مقایسه زوجی معیارها را نشان می‌دهد. داده‌های این جدول برای حصول نتایج به نرم‌افزار Expert Choice وارد شدند که در بخش نتایج تشریح شده است.

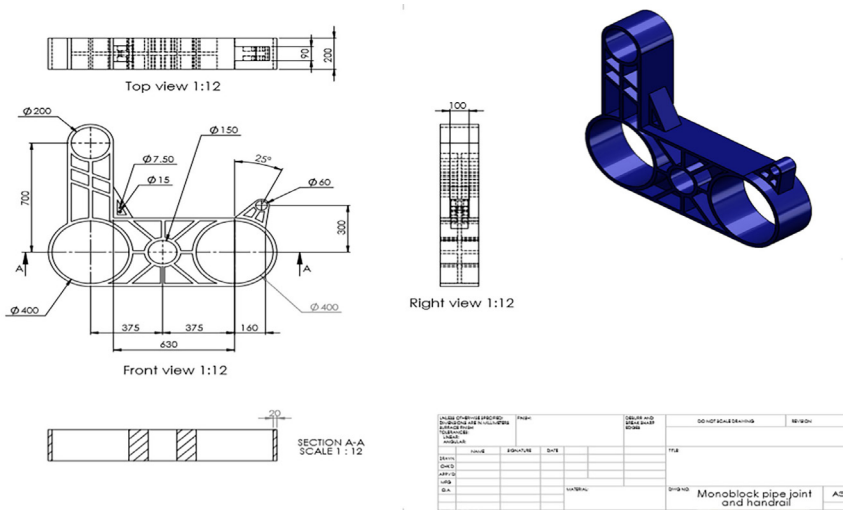
جدول ۱ مقایسه زوجی معیارها.

	C1	C2	C3	C4	C5
مدیریت آسان‌تر و کم هزینه‌تر (C1)		۲/۴۴۶	۳	۳/۵۵۷	۲/۷۵۹
سهولت در مشاهده و بررسی میزان تغذیه ماهی و سلامت آن‌ها (C2)			۱/۴۴۲	۱/۸۱۷	۱/۸۱۷
سهولت و اقتصادی بودن درمان علیه انگل‌ها و بیماری‌ها (C3)				۱/۵۸۷	۱
امکان جابه‌جایی قفس در صورت بروز آلودگی‌های محیطی یا وجود مواد معلق مشکل‌ساز برای قفس (C4)					۰/۴۰۶
دو یا چندمنظوره بودن استخر (امکان پروش گونه‌های متنوع آبزی) (C5)					

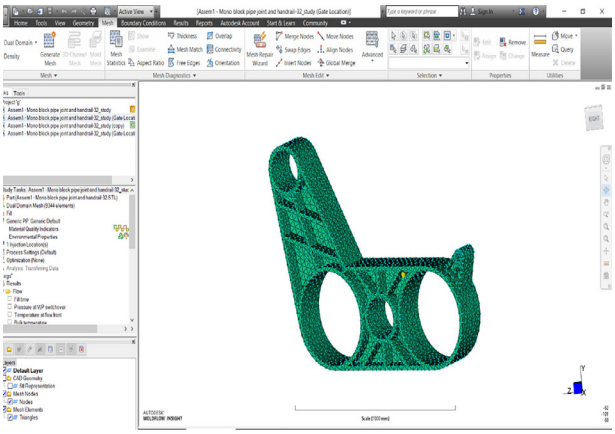


شکل۳ نمایی از نقشه ساخت بدنه قفس (شبکه توری و لوله‌ها).

در این مطالعه کلیه اجزا اعم از لوله‌ها ، بازویی ، تور و بدنه اصلی قفس، مطابق با استاندارد NS 9415 نروژ [۷] در نرم‌افزار SOLIDWORKS طراحی شده‌اند که اشکال ۳ و ۴ نمایی از نقشه ساخت را برای بدنه قفس (شبکه توری و لوله‌ها) و بازویی نمایش می‌دهند. در این طراحی در سامانه شناوری که به نوعی کمربند قفس پرورش ماهی محسوب می‌شود، لوله از



شکل ۴ نقشه ساخت بازو.

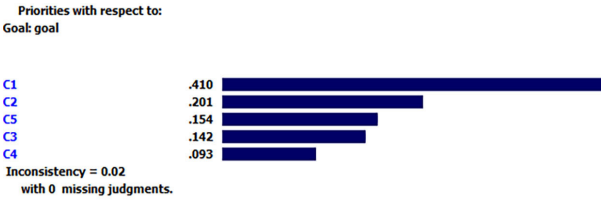


شکل ۵ بازو طراحی شده در نرم افزار Moldflow برای شبیه‌سازی تولید با فرایند تزریق.

جنس پلی‌اتیلن پرچگالی HDPE PE100 در نظرگرفته شده که بادوام ، انعطاف‌پذیر، ضدضربه و مقاوم به نور خورشید بوده و در ایران با استاندارد IS0 4427 به‌طور گسترده‌ای تولید شده و در دسترس است. در این مطالعه فرایند قالب‌گیری تزریقی بازویی که تولید بهینه کیفی–اقتصادی آن را میسر می‌سازد با نرم‌افزار Autodesk Moldflow شبیه‌سازی شده است.

شکل ۵، بازویی طراحی شده را در محیط نرم افزار Autodesk Moldflow (به منظور شبیه‌سازی فرایند تولید تزریقی) نمایش می‌دهد.

همچنین از آن‌جا که از نقاط ضعف اصلی قفس‌های پرورش ماهی پلیمری می‌توان به کاهش حجم تور (منقبض شدن) در سرعت جریان آب ۰/۵ متر در ثانیه (یک گره دریایی) و ادامه آن تا ۶۰٪ کاهش حجم در سرعت جریان آب ۱ متر در ثانیه (دو گره دریایی) اشاره کرد [۲]، استفاده از توری‌های الیاف پلاستیکی (مشخصاً از جنس پلی‌استر) را می‌توان ابتکاری برای حل این مشکل برشمرد. الیاف پلی‌استر نیز در ایران تولید شده و قابل تهیه هستند. تور الیاف پلاستیکی قفس پرورش ماهی، جریان آب مناسبی را برای ماهی‌ها فراهم می‌کنند؛ زیرا آب کمی را می‌کشند و ساختار نیمه‌سخت آن‌ها سبب می‌شود تا حالت تور حفظ شود و مانع فروپاشی شکل کلی تور می‌شود. از دستاوردهای مهم تورها کاهش میزان مرگ‌ومیر ماهی‌ها و افزایش کیفیت آن‌هاست. این شبکه‌های توری در برخی از مناطق از ورود کوسه‌ها به ساحل نیز جلوگیری می‌کند. تور قفس پرورش ماهی دارای مقاومت بالا نسبت به سایر انواع تورهاست و دارای ضمانت سالم ماندن در آب است که این موضوع سبب کاهش ریسک فرار ماهی‌ها در اثر نیاز به تعویض



شکل ۶ وزن معیارهای اصلی.

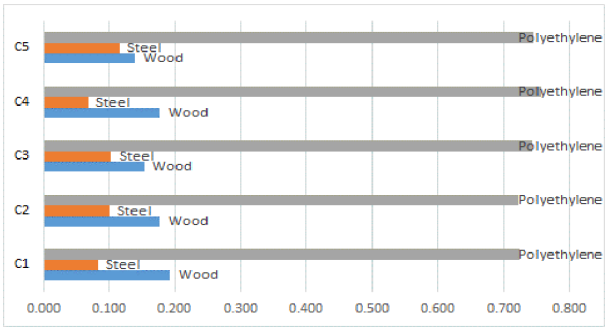
تور می‌شود. شبکه‌های توری به راحتی قابل تمیز کردن و نظارت هستند و نیاز به رنگ های ضدخز و تمیز کردن مداوم نیست.

مقایسه زوجی جدول ۱ وارد نرم افزار Expert Choice و وزن معیارها و گزینه‌ها محاسبه شد که در شکل ۶ آورده شده است و نشان می‌دهد پلی‌اتیلن در تمامی معیارها رتبه اول، چوب رتبه دوم و فولاد رتبه سوم را کسب کرده است. شکل ۷ نیز وزن گزینه‌ها یاهمان ایده‌های ساخت محصول (چوب–فولاد–پلی اتیلن) را نسبت به معیارها مقایسه می‌کند.

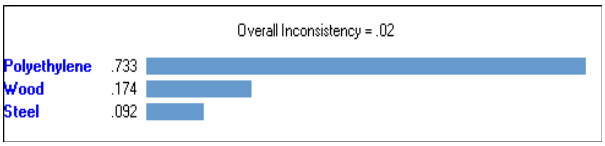
در مرحله قبل وزن گزینه‌ها نسبت به معیارها محاسبه شد البته چون گزینه پلی‌اتیلن در تمامی معیارها رتبه اول و چوب رتبه دوم را کسب کرده بودند در حالت کلی نیز این دو گزینه رتبه اول و دوم را دارند اما وزن نهایی آن‌ها توسط نرم‌افزار محاسبه شده، در شکل ۸ نمایش داده شده است. این شکل نشان می دهد در حالت کلی، پلی‌اتیلن با وزن ۰/۷۳۳ یعنی ۷۳ درصد اهمیت کل رتبه اول را کسب کرده است. چوب با وزن ۰/۱۷۴ یعنی ۱۷ درصد رتبه دوم و فولاد با کسب کمتر از ۱۰ درصد اهمیت کل، رتبه سوم را کسب کرده است.

براساس نقشه ساخت، خروجی مدل سه‌بعدی محصول از نماهای مختلف با استفاده از نرم‌افزار SOLIDWORKS در شکل ۹ نمایش داده شده است.

جدول۲، شرایط بهینه تزریق که حاصل نتایج خروجی نرم‌افزار Moldflow برای فرایند ساخت بازویی طراحی شده است را نمایش می‌دهد.



شکل ۷ وزن گزینه‌ها نسبت به معیارها.



شکل ۸ وزن نهایی گزینه‌ها.

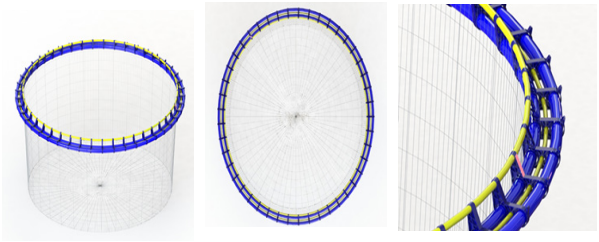
جدول ۲ ملاحظات فرایندی تولید بازو طراحی‌شده با فرایند تزریق پلاستیک.

بیشینه Clamp Force	۴۸/۵۷ Ton
بیشینه فشار تزریق	۱۸۰ MPa
دمای بهینه قالب	۸۰ °C
دمای بهینه مذاب	۲۳۳ °C
زمان تزریق	۸/۱۰۰ S

۳ امکان‌سنجی اقتصادی

ارائه مدل کسب‌وکار درست و بی‌نقص از الزامات ورود به حوزه کارآفرینی است. زیرا از یک جهت باعث روشن‌شدن مسیر در ادامه فعالیت می‌شود ، از طرف دیگر از آنجایی که مدل کسب‌وکار مقدمه و پیش‌زمینه طرح کسب‌وکار است، مدل بی‌نقص کسب‌وکار باعث انجام درست و صحیح محاسبات اقتصادی می‌شود. در شکل ۱۰ طرح‌واره مربوط به مدل کسب‌وکار (بوم کسب‌وکار) نمایش داده شده است.

روابط استفاده‌شده در محاسبات توجیه اقتصادی استفاده از قفس پرورش ماهی پلیمری به شرح زیرند:



شکل ۹ مدل سه‌بعدی محصول از نماهای مختلف.

(۱)

$$\text{قیمت تمام‌شده (ریالی یا ارزی)} = \frac{\text{هزینه‌های ثابت و متغیر تولید}}{\text{ظرفیت واحد تولید}}$$

(۲)

$$\text{مقدار تولید در نقطه سربه‌سر} = \frac{\text{هزینه‌های ثابت تولید}}{\text{هزینه متغیر تولید(واحد محصول)–قیمت فروش (واحد محصول)}}$$

(۳)

$$\text{نسبت تولید در نقطه سربه‌سر} = \frac{\text{مقدار تولید در نقطه سربه‌سر}}{\text{ظرفیت تولید}}$$

(۴)

$$\text{درصد برگشت سرمایه} = \frac{\text{۱۰۰×(هزینه–درآمد خالص)}}{\text{سرمایه‌گذاری کل}}$$

شکل ۱۰ طرح‌واره مدل کسب و کار طرح ساخت قفس پرورش ماهی.

جدول ۳ هزینه‌های مواد اولیه.

ردیف	نام و مشخصات مواد	واحد	مقدار	قیمت واحد		قیمت کل	
				میلیون ریال	دلار	میلیون ریال	دلار
۱	لوله HDPE	متر	۳۷۶۸	۲/۸۶	۱۳	۱۰۷۷۶/۴۸	۴۸۹۸۴
۲	طناب پلی پروپیلن	متر	۳۰۰۰۰	۱/۳۵	۶	۴۰۵۰۰	۱۸۰۰۰۰
۳	تور نایلونی	متر مربع	۱۰۷۲۴/۸	۰/۰۵۵	۰/۲۵	۵۸۹/۸۶۴	۲۶۸۱/۲
۴	گرانول پلی اتیلن	کیلو گرم	۷۵۳۶۰	۰/۲۸۶	۱/۳	۲۱۵۵۲/۹۶	۹۷۹۶۸
جمع					۷۳۴۱۹	۳۲۹۶۳۳/۲	
بیمه ۲/۱۴درصد					۱۵۷۱/۱۷۳۱۰۶	۷۰۵۴۱۵/۰۴۸	
جمع کل					۷۴۹۹۰	۱۰۳۵۰۴۸	

(۵)

$$\text{نسبت تولید در نقطه سربه‌سر} = \frac{۱۰۰}{\text{ظرفیت تولید}}$$

(۶) ارزش افزوده = داده– افزوده

(۷) قیمت فروش =ستاده

(۸) داده = (مواد اولیه+انرژی+(معادل تعمیر و نگه‌داری)قطعات یدکی)×۱/۰۲

به‌منظور امکان‌سنجی و توجیه اقتصادی تولید قفس پرورش ماهی پلیمری، تولید ۳۳ عدد قفس (معادل ۱۰۰۰ تُن) در سال انجام شده است. همه هزینه های مورد نیاز شرکت استارتاپی تولید قفس پرورش ماهی از جمله: هزینه‌های مواد اولیه، انرژی مصرفی، تجهیزات مورد استفاده، وسایل نقلیه، حقوق و دستمزد، امکانات رفاهی و تأسیسات، سرمایه درگردش و سرمایه ثابت و بسیاری از شاخص‌های اقتصادی دیگر به‌طور کامل در این قسمت محاسبه شده‌اند که در ادامه آورده خواهند شد.

جدول ۳، هزینه‌های لازم برای تأمین مواد اولیه را نمایش می‌دهد.

در جدول ۴، انواع انرژی‌های مصرفی شرکت که در طول یکسال مورد نیاز است همراه با محاسبه میزان هزینه‌ای که برای شرکت برجای می گذارد آورده شده است.

جدول ۴ هزینه‌های انرژی مصرفی

ردیف	نوع انرژی	واحد	در سال		کل (میلیون ریال)
			هزینه واحد(ریال)	مقدار مورد نیاز	
۱	آب خنک‌کننده	مترمکعب	۵۲۸۰	۷۵۰۰۰	۳۹۶
۲	آب رفاهی	مترمکعب	۵۲۸۰	۱۲۲۴۰۰	۳۴۶/۲۷۲۷
۳	برق	کیلووات ساعت	۸۲۱۰	۷۰۰۰۰	۵۷۵
۴	گاز	مترمکعب	۴۰۰۰	۳۰۰۰۰	۱۲۰
۵	تلفن	-	۲۸۱	۶۰۰۰۰۰۰	۱۶۸۶
۶	اینترنت	گیگ	۳۲۰۰۰	۳۰۰	۱۰
۷	گازوئیل	لیتر	۸۰۰۰	۲۰۰۰۰	۱۶۰
جمع					۳۵۹۳

جدول ۵ هزینه‌های نیروی انسانی.

ردیف	شرح و مسئولیت	متوسط حقوق ماهیانه	متوسط حقوق سالیانه (۱۴ ماه)	تعداد	پرداخت سالیانه
۱	مدیر عامل	۱۵۰	۲۱۰۰	۱	۲۱۰۰
۲	هیئت مدیره	۷۰	۹۸۰	۳	۲۹۴۰
۳	مدیر تولید	۱۰۰	۱۴۰۰	۱	۱۴۰۰
۴	حسابدار	۵۵	۷۷۰	۱	۷۷۰
۵	تکنسین فنی و آزمایشگاه	۶۰	۸۴۰	۴	۳۳۶۰
۶	کارمند دفتری	۵۵	۷۷۰	۲	۱۵۴۰
۷	مسئول تدارکات و فروش	۵۵	۷۷۰	۲	۱۵۴۰
۸	کارگر ماهر	۴۵	۶۳۰	۵	۳۱۵۰
۹	کارگر ساده	۳۰	۴۲۰	۱۰	۴۲۰۰
۱۰	نگهبان	۳۰	۴۲۰	۳	۱۲۶۰
۱۱	راننده	۳۰	۴۲۰	۱	۴۲۰
۱۲	مستخدم و آبدارچی	۳۰	۴۲۰	۱	۴۲۰
۱۳	راننده لیفتراک	۴۵	۶۳۰	۲	۱۲۶۰
۱۴	جمع پرسنل			۳۶	
جمع					۲۴۳۶۰
بیمه (۲۳ درصد درآمد سالیانه)					۵۶۰۳
چهل درصد حقوق سالیانه به عنوان اضافه کاری، پاداش و ...					۱۱۴۸۱
جمع کل پرداختی به پرسنل (میلیون ریال)					۴۱۴۴۴

در جدول ۵، نیروهای مورد نیاز شرکت همراه با ۱۴ ماه دستمزد آن‌ها (۱۲ ماه + پاداش و عیدی) به شکل جامع و کامل آورده شده است.

در جدول ۶، تجهیزات مورد نیاز از جمله قالب‌گیری تزریقی برای ساخت بازویی‌ها و انواع تجهیزات کنترل کیفی آورده شده است.

جداول ۷ و۸ نیز به‌ترتیب، سرمایه کلی مورد نیاز و خلاصه تحلیل مالی را ارائه می‌دهند.

مطابق جدول ۸ ، قیمت تمام‌شده هر قفس پلیمری در این طرح، معادل ۶۲۰۹ میلیون ریال تقسیم بر تعداد قفس‌های مفروض (۳۳)، یعنی حدود ۱۸ میلیون تومان خواهد بود که صرفه اقتصادی مطلوبی را به ویژه نسبت به چوب و فولاد به ارمغان خواهد آورد.

۴ نتیجه‌گیری

به‌دلیل فراهم بودن امکانات و مواد اولیه ساخت قفس‌های پلیمری (شامل انواع پلیمرهای مورد استفاده در قسمت‌های

جدول ۶ هزینه‌های دستگاه‌ها و تجهیزات.

ردیف	نام و مشخصات تجهیزات	تعداد	قیمت کل	
			میلیون ریال	دلار
۱	دستگاه قالب‌گیری تزریقی	۱	۴۴۰۰	۲۰۰۰۰
۲	دستگاه MFI	۱	۵۰۰	۲۲۷۲
جمع			۴۹۰۰	۲۲۲۷۲

جدول ۷ سرمایه کلی مورد نیاز.

شرح	جمع کل
زمین، محوطه‌سازی و ساختمان	۱۷۵۷۹۸
تجهیزات فنی	۴۹۰۰
وسایل نقلیه	۳۳۰۰۰
اثاثیه وملزومات اداری	۱۴۰۵
هزینه‌های قبل از بهره‌برداری	۱۰۶۰۴
هزینه‌های متفرقه پیش‌بینی‌نشده	۶۶۶۳
جمع سرمایه ثابت	۳۹۲۳۶۷
سرمایه درگردش	۵۳۶۴۰
جمع سرمایه مورد نیاز (میلیون ریال)	۴۴۶۰۰۷

مختلف که در کشور تولیدوعرضه می‌شوند) با سرمایه‌گذاری اندک، امکان برداشتن گام‌های بزرگی میسر است. چنین سازه‌هایی با مزایای بیشمار که ناشی از کاربرد پلیمرها در قسمت‌های زیادی از ساختار آن‌ها است، عمر کاری مناسبی را در اختیار کاربر قرار می‌دهند. آمارهای جهانی حاکی از آن است که تقاضا برای مصرف آبزیان در سراسر دنیا رو به افزایش است. عمده جمعیت کشور ما در نواحی دور از دریا زندگی می‌کنند و ماهی و دیگر آبزیان جزء اقلام غذایی رایج آن‌ها نیست. با این حال، با توجه به رشد آگاهی مردم و انتشار اطلاعات درباره خواص استفاده از آبزیان مصرف آن‌ها رو به‌گسترش است. به‌دلیل محدودیت منابع آبی در کشور و کاهش صید برخی از گونه‌های دریایی، پرورش ماهیان و دیگر آبزیان دریایی به‌عنوان راهکاری مطمئن و مقرون به صرفه در تأمین پروتئین مورد نیاز معرفی شده است. قابلیت تولید منظم، شرایط مناسب پرورش، عدم آلودگی محیط زیست، هزینه سرمایه‌گذاری نسبتاً کم و بازدهی اقتصادی مناسب از دیگر مشوق‌های این امر هستند. به لحاظ تجاری نیز این روش می‌تواند محصول خود

جدول ۸ خلاصه تحلیل مالی.

قیمت تمام‌شده (میلیون ریال)	۶۲۰۹
مقدار تولید در نقطه سربه‌سر	(۳۰)
نسبت تولید در نقطه سربه‌سر	(۰/۹۱۲)
درصد برگشت سرمایه	۱۵۸
سال‌های برگشت سرمایه	۰/۶۳
ارزش افزوده (میلیون ریال برواحد)	۳۷۲
ستاده (ریال)	۲۸۱۹
داده (ریال)	۲۴۴۷
ارزش افزوده سرانه	۱۰/۳۴
ارزش افزوده بر مبنای هزینه	۰/۰۰۱۸۱۷
ارزش افزوده بر قیمت فروش	۰/۱۳۲۰۶۱
درصد منابع داخلی	۱۰۰
سرمایه‌گذاری سرانه	۱۲۳۸۹

را با کمیت و کیفیت مطلوب به بازار عرضه کند. مزیت دیگر این روش آبزی‌پروری، اشتغال‌زایی آن بوده که به‌ویژه در مناطق محروم و توسعه نیافته می‌تواند برای گروه‌های بزرگی از مردم شغل و رفاه تأمین کند. هم‌چنین این روش می‌تواند جایگزین خوبی برای روش‌های قدیمی و کم‌بازده باشد. پرورش ماهی در قفس مانند هر کسب‌وکار دیگر دربرگیرنده الزامات، ظرفیت‌ها و فرصت‌هایی است که مدیریت این موارد می‌تواند ضامن موفقیت طرح باشد. با توجه به ابعاد و ویژگی‌های طرح می‌توان آن را به‌صورت نامحدود گسترش داد و با سایر کسب‌وکارها پیوند برقرار کرد. نهایتاً می‌توان اذعان داشت قفس‌های تمام پلیمری مزایای رقابتی عملکردی و اقتصادی بسیاری را نسبت به سایر قفس‌ها از قبیل قفس‌های چوبی، فلزی و... به ارمغان می‌آورند.

مراجع

1. Chu Y.I., Wang, C.M., Park J.C., and Lader, P. F., Review of Cage and Containment Tank Designs for Offshore Fish Farming, *Aquaculture*, 519, 734928, **2020**.
2. Cardia F. and Lovatelli A., Aquaculture Operations in Floating HDPE Cages: A Field Handbook L, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), **2015**.
3. Fishstat Plus Database: Aquaculture Production, FAO, **2012**.
4. Farabi S. M.V., Tabari M.R., & Hafezieh M., Investigation of Rainbow Trout (Oncorhynchus Mykiss) Culture in marine Floating Cages in the Southern Caspian Sea, *Journal of Aquaculture & Marine Biology*, 9, 203-206, **2020**.
5. Jensen Q., Dempster T., Thorstad E.B., Uglem I., and Fredheim A., Escapes of Fishes from Norwegian Sea-cage Aqua-Culture: Causes, Consequences and Prevention, Aquaculture Environment Interactions, 1, 71-83, **2010**.
6. Khaleghi Moghadam M., and Shabanian, M., An Overview on Evolution of Polyethylene Pipes: Production Methods and Standards, *Basparesh*, 5, 84-91, **2016**.
7. NS-9415- Marine Fish Farms - Requirements for Design, Dimensioning, Production, Installation, and Operation. Norwegian Standard, **2009**.