ریاست جمهوری
معاونت علمی و فناوری

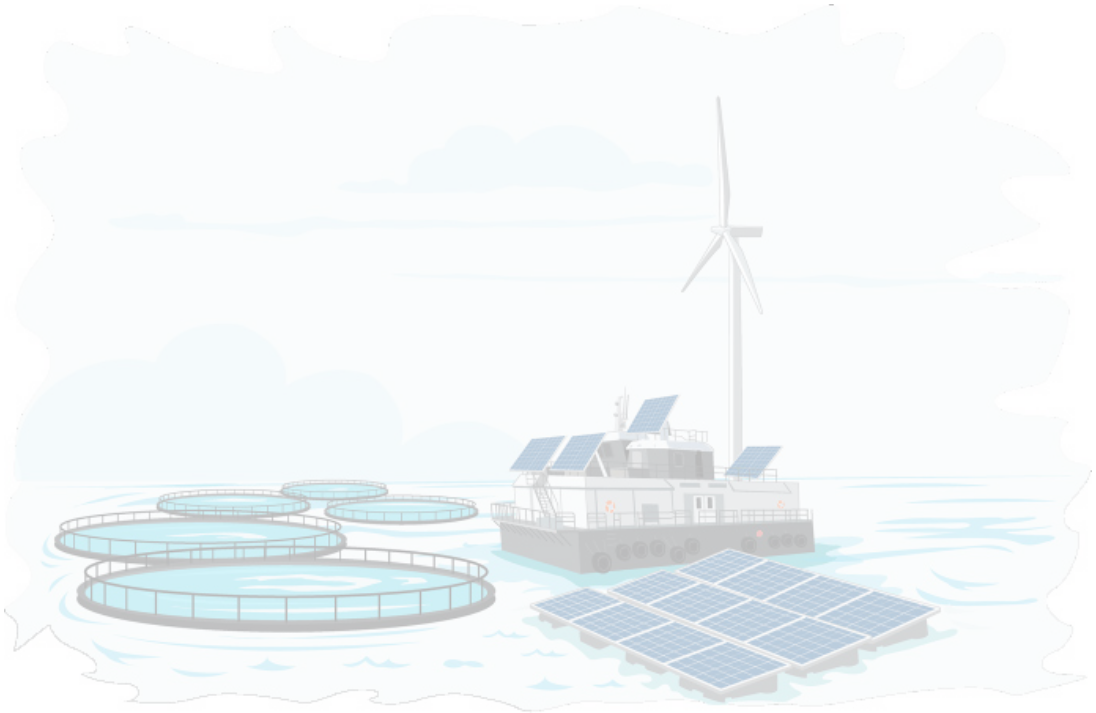
کارگروه تخصصی آب، خشکسالی،
فرسایش و محیط زیست

طراحی و ساخت

قالب براکت تزریقی قفس‌های پرورش ماهی

شرکت دانش بنیان گسترش فناوری دریایی شریف

بسم الله الرحمن الرحيم



عنوان گزارش	طراحی و ساخت قالب براکت تزریقی قفس‌های پرورش ماهی
مجری	شرکت دانش‌بنیان گسترش فناوری دریایی شریف
انتشارات	دانش‌بنیان فناور
سال انتشار	۱۴۰۱
شماره فروست	۱۴-۱-۰۱-۰۲

آدرس:تهران، خیابان ملاصدرا، خیابان شیخ بهایی شمالی، کوچه لادن، پلاک ۲۰

تلفن: ۰۲۱۸۳۵۳۲۳۱۳ فکس: ۰۲۱۸۳۵۳۲۳۱۶ وبسایت: ab.isti.ir

پیشگفتار دبیر

آب، هوا و خاک سه عنصر اصلی حیات بشر بوده و حفاظت و نگهداری صحیح از آن‌ها لازمه تداوم زندگی سالم می‌باشد. امنیت غذایی، سلامت و بهداشت فردی و جمعی و محیط زندگی انسان‌ها در گرو سلامت آب، هوا و خاک می‌باشد. از طرفی نیاز روزافزون بشر موجب دخالت و به هم خوردن شرایط طبیعی طبیعت شده است، به‌طوری‌که امروز تخریب و آلودگی این سه عنصر اصلی یک تهدید جدی برای حال و آینده بشر در مقیاس‌های محلی، منطقه‌ای و جهانی شده است. تحولات محیطی، تغییر اقلیم، وقوع حوادث ناگوار سیل و خشکسالی، بروز گردوغبار، تشدید فرسایش و درنتیجه تخریب خاک، گسترش آلاینده‌ها در محیط آب‌وهوا و خاک و درنتیجه ورود آن‌ها به چرخه مواد غذایی و سیستم تنفسی همه و همه از جمله این تهدیدات در مقیاس جهانی و فراگیر می‌باشد. اگرچه تلاش‌هایی همه‌جانبه در سطوح مختلف ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی برای مقابله با این تهدیدها شروع‌شده، ولی هنوز زیاده‌خواهی‌های کشورهای صنعتی و توسعه‌یافته و مشکلات محیطی در چرخه‌های گردش جو و رطوبت، به‌عنوان یک چالش جدی سلامت همه انسان‌ها را تهدید می‌نماید. امروزه حفاظت آب، خاک و هوا نیازمند عزم ملی- منطقه‌ای و جهانی است. هم‌گرائی در ایجاد فناوری‌های موردنیاز در پاک‌سازی محیط‌های سیال آلوده‌شده، سرمایه‌گذاری در توسعه و اجرای فعالیت‌های هدفمند، مشارکت جمعی و فراملی در حفظ و پاک‌سازی آلاینده‌های محیط‌زیست، با تأکید بر پاک‌سازی سه عنصر اصلی آب، هوا و محیط‌زیست از اولویت‌های جامعه بشری بوده و یک عزم جهانی را می‌طلبد.

کشور جمهوری اسلامی ایران با قرار گرفتن در نقطه استراتژیک منطقه خاورمیانه در عزم جهانی، پاک‌سازی عناصر اصلی آب، هوا و محیط‌زیست نقش کلیدی را بر عهده دارد و لذا مشارکت آن در توسعه فناوری‌های موردنیاز تلاش مضاعفی را می‌طلبد. مسلماً این تلاش‌ها وقتی می‌تواند ثمربخش و بهینه باشد که دارای راهبردهایی مشخص برای دستیابی به اهداف باشد. بدین‌منظور ستاد توسعه فناوری‌های آب، خشکسالی، فرسایش و محیط‌زیست تدوین سندی به‌عنوان یک سند راهبردی را ضروری دانسته، به‌طوری‌که راهنمایی برای ذی‌ربطان کشور تلقی شود و حداکثر هم‌افزایی برای توسعه

فناوری‌های ذی‌ربط را فراهم نماید.

بر اساس مفاد بند ج ماده ۳۵ قانون برنامه ششم توسعه، **«ایجاد زیرساخت مورد نیاز برای پرورش دویست‌هزارتن ماهی در قفس تا پایان اجرای قانون برنامه و توسعه فعالیت‌های شیلاتی و ایجاد تأسیسات زیربنایی در سواحل کشور»** به عنوان چشم‌انداز کشور در این حوزه تعریف شده است. این دفتر نیز در راستای شناسایی چالش‌ها و موانع اصلی تحقق این هدف، با مشارکت شرکت‌های دانش‌بنیان و نهادهای اجرایی متولی، بومی‌سازی قطعه براکت را به عنوان اصلی‌ترین گلوگاه فناوری در مسیر بومی‌سازی مزارع پروش ماهی در قفس، در دستور کار خود قرار داد.

همچنین از آنجاکه **«پایداری حاکمیت ملی در تأمین امنیت غذایی کشور»** از جمله مبانی ارزشی اصلی سند توسعه فناوری‌های آب، خشکسالی، فرسایش و محیط‌زیست محسوب می‌شود، تحقق اهداف برنامه در زمینه آبزی‌پروری، یکی از مهمترین ارکان تأمین امنیت غذایی کشور خواهد بود.

گزارش **«طراحی و ساخت قالب براکت تزریقی قفس‌های پرورش ماهی»** شرح فعالیت‌های فناورانه صورت گرفته با حمایت این ستاد برای بومی‌سازی این قطعه استراتژیک در کشور بوده که به لطف الهی هم‌اکنون این قطعه بومی، تسهیل‌گر مسیر بومی‌سازی کلیه اجزای یک مزرعه پرورش ماهی در قفس و در سواحل دریا گردیده‌است.

با ایجاد یک مجموعه متشکل از شرکت‌های توانمند داخلی، با استفاده از قطعات ساخت داخل از جمله براکت، تور، دستگاه تورشور، بویه و سایر بخش‌ها، اولین مزرعه بومی کشور با ظرفیت ۳۷۵ تن در هر دوره کشت در سواحل جزیره قشم ایجاد، کشت و به بهره‌برداری رسیده‌است. امید است با هم‌افزایی همه متولیان حوزه شیلات و اعتماد بیش از پیش به فناوران داخلی، استقلال کشور را در زمینه امنیت غذایی تضمین نموده و با توسعه زیرساخت‌ها، زمینه صادرات فناوری و تجاری‌سازی این دستاورد به بازارهای هدف منطقه‌ای و جهانی فراهم شود.

نادر قلی ابراهیمی
مشاور معاون علمی و فناوری رئیس‌جمهور در امور آب
و دبیر کارگروه تخصصی آب، خشکسالی، فرسایش و محیط‌زیست

خلاصه طرح

مهم‌ترین قطعه مورد استفاده در قفس‌های پرورش ماهی قطعه‌ای است که لوله‌های سازنده قفس را به یکدیگر نگاه داشته و نیروی وارد به تور را به خطوط مهار می‌کند . این قطعه براکت نامیده می‌شود. تزریق پلاستیک برای ساخت چنین قطعه‌ای بهترین روش است، چرا که قطعه‌ای یکپارچه را نتیجه می‌دهد که در برابر رشد ترک بسیار مقاوم است. چالش اصلی تولید براکت‌های تزریقی علاوه بر مواد، قالب قطعه است.

با توجه به اینکه این قطعه به نوعی قطعه استراتژیک صنعت پرورش ماهی در قفس محسوب می‌شود، ضروری است که دانش فنی طراحی و ساخت و زیرساخت تولید آن در کشور ایجاد شود. هدف اصلی از اجرای این طرح، طراحی و تولید براکت و تأمین سایر تجهیزات موردنیاز و استقرار قفس‌های پرورش ماهی در آب‌های جنوب کشور بوده که توسط متخصصین داخلی و در قالب یک شرکت دانش‌بنیان با ظرفیت ۳۷۵ تن در هر دوره در سواحل جزیره قشم به اجرا درآمده است. علاوه بر طراحی و شبیه‌سازی قطعه براکت، شبیه‌سازی سازه و تور قفس پرورش ماهی در دریا و همین‌طور توسعه مواد پلیمری با به‌کارگیری مواد نانو توسط شرکت‌های دانش‌بنیان خواهد بود که دانش فنی بخش زیادی از این فناوری‌ها احصا شده و برنامه‌ریزی‌های لازم برای تجاری‌سازی آن‌ها در حال انجام است.

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات ۱۱
۱-۱- مقدمه ۱۲
۱-۲- اهمیت و ضرورت ۱۴
۱-۳- اهداف ۱۵
فصل دوم: بررسی منابع ۱۷
۲-۱- سطح ملی ۱۸
۲-۲- سطح بین‌المللی ۱۹
فصل سوم: روش انجام کار ۲۱
۳-۱- مقدمه ۲۲
۳-۲- ساختار تیم اجرائی پروژه ۲۳
۳-۳- خلاصه اجرائی طرح ۲۳
۳-۴- تشریح علمی طرح ۲۸
۳-۴-۱- اجزا مختلف قالب ۳۱
۳-۴-۲- طراحی و ساخت قالب براکت ۳۱
۳-۴-۳- اینزرت ۳۲
۳-۴-۴- پران‌ها ۳۴
۳-۴-۵- مسیرهای تزریق ماده ۳۵
۳-۴-۶- راه‌آب‌ها ۳۵
۳-۴-۷- مونتاژ ۳۶
۳-۴-۸- پولیش و سخت‌کاری ۳۸
۳-۴-۹- آزمون اول قالب ۳۹
۳-۴-۱۰- آزمون دوم قالب و تولید ۴۰
فصل چهارم: نتایج و دستاوردها ۴۳
۴-۱- نتایج و بحث ۴۴
۴-۲- فناوری‌های و نوآوری‌های حاصل از طرح ۴۴
۴-۲-۱- شبیه‌سازی و آزمایش نیروی وارد بر تور آزمون ۴۵
۴-۲-۲- طراحی و شبیه‌سازی قفس و مزرعه پرورش ماهی ۴۵
۴-۲-۳- طراحی براکت سه کاناله ۴۵
۴-۳- دستاوردها ۴۶

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها ۴۷
۵-۱- نتیجه‌گیری ۴۸
۵-۲- پیشنهادها ۴۹
۵-۳- تشکر و قدردانی ۵۱
فهرست منابع ۵۳
پیوست ۱: معرفی شرکت ۵۷

فهرست اشکال

شکل ۳-۱- قفس با کلار سه‌لوله‌ای ۲۸
شکل ۳-۲- طراحی مفهومی براکت ۲۹
شکل ۳-۳- شبیه‌سازی بارهای محوری وارد بر قطعه ۲۹
شکل ۳-۴-شبیه‌سازی بارهای خمشی وارد بر قطعه ۳۰
شکل ۳-۵- طراحی نهائی براکت ۳۰
شکل ۳-۶- مدل سه‌بعدی قالب ۳۱
شکل ۳-۷- پاکت قالب براکت ۳۲
شکل ۳-۸- تراش و سوراخ‌کاری گِرده ۳۲
شکل ۳-۹- شکل پایه هندریل در قطعات فولاد ۳۳
شکل ۳-۱۰- لقمه پران‌ها ۳۴
شکل ۳-۱۱- مسیرهای عبور ماده مذاب در قالب ۳۵
شکل ۳-۱۲- گرده‌ها در مرحله سوراخ‌کاری برای ایجاد راه‌آب ۳۶
شکل ۳-۱۳- محل قرارگیری قفل ۳۶
شکل ۳-۱۴- ایجاد محل بوش راهنما روی پاکت ۳۷
شکل ۳-۱۵-طرف core قالب در حالت مونتاژ کامل ۳۷
شکل ۳-۱۶- مونتاژ نهائی المنت‌ها ۳۸
شکل ۳-۱۷- نخستین براکت‌های تولیدشده آزمون مرحله اول ۳۹
شکل ۳-۱۸- قالب در داخل دستگاه تزریق ۴۰
شکل ۳-۱۹- براکت تولیدشده توسط شرکت گسترش فناوری دریایی شریف ۴۱
شکل ۴-۱- درخت فناوری قفس پرورش ماهی ۴۴
شکل ۵-۱-براکت‌های منتقل‌شده به محل سایت شرکت شریف دریا پویان قشم ۴۸

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

ماهیان و دیگر جان‌داران دریایی از دیرباز یکی از مهم‌ترین منابع مواد غذایی برای انسان‌ها بوده است. امروزه با کاهش دسترسی به آب‌های شیرین درون سرزمینی و افزایش نیاز به منابع پروتئینی پایدار، انواع روش‌های پرورش آبزیان موردتوجه جدی قرارگرفته است. استفاده از استخرهای پرورش ماهی با تمام بازده و بهره‌وری بالای خود با مشکلات مختلفی روبرو هستند، استفاده از آب‌های شیرین برای پرورش ماهی یا به‌معنی استفاده از آب رودخانه‌ها یا به‌معنی برداشت از سفره‌های آب زیرزمینی است. اثرات زیست‌محیطی هر یک از این انتخاب‌ها بر کسی پوشیده نیست. از سوی دیگر، کاهش ذخایر آبزیان به علت صید وسیع و صنعتی در آب‌های آزاد، فعالیت صیادی ساحل‌نشینان را با دشواری بسیاری روبرو کرده است. اقتصاد مناطق ساحلی تا دهه‌های قبل تا حد زیادی به دریا وابسته بوده است. کاهش توانایی ساحل‌نشینان در صید به‌معنی تهدید کیفیت زندگی، بخش بزرگی از جمعیت کشور است.

بر اساس گزارش سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (FAO) صید جهانی آبزیان به‌حدی رسیده که با شیوه‌های کنونی مدیریت ذخایر، نمی‌توان تولید بیشتری را انتظار داشت. از سوی دیگر، تقاضا برای ماهی و دیگر غذاهای دریایی روبه فزونی است. طی دو دهه اخیر، پرورش آبزیان با رشد سالانه حدود هشت درصد سریع‌ترین و باثبات‌ترین نرخ رشد را در تولید پروتئین‌های جانوری در جهان داشته است. سیاست‌های پیش‌رو در باب افزایش سرانه مصرف ماهی در کشور تا رسیدن به میانگین جهانی در راستای تأمین غذای موردنیاز، بالا بردن امنیت و کیفیت غذایی، بهبود رژیم غذایی و به‌تبع آن سلامتی و هم‌چنین بهره‌وری از مواهب الهی و پتانسیل‌های طبیعی موجود در کشور است. البته میزان سرانه مصرف ماهی در کشور در سال ۱۳۹۶ به ۹,۵ کیلوگرم در سال رسیده است، این در حالی است که بر اساس برنامه پنجم توسعه باید سرانه مصرف این منبع غذایی ارزشمند به ۱۳,۲ کیلوگرم در سال می‌رسید و این به معنای کمبود تولید حدود ۲۰۰ هزار تن در سال برای رسیدن به اهداف برنامه پنجم توسعه است.

با توجه به ارزش روزافزون آب شیرین و لزوم صرفه‌جویی در این منابع به‌عنوان یک سیاست کلی در کشور، لزوم افزایش تولید آبزیان، افزایش امنیت غذایی و کاهش منابع صید لزوم استفاده از فناوری پرورش ماهی در قفس‌های دریایی را هر چه بیش‌تر نمایان می‌سازد. خوشبختانه این مهم موردتوجه سیاست‌گذاران کشور نیز قرار گرفته است. در برنامه ششم توسعه، ایجاد زیرساخت‌های رسیدن به تولید ۲۰۰

هزار تن ماهی از طریق پرورش در قفس به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اهداف برنامه توسعه در بخش کشاورزی است. همچنین، این طرح از اولویت‌های مهم وزارت کشاورزی بوده و در چهارچوب اقتصاد مقاومتی و فرمایشات مقام معظم رهبری نیز قرار دارد.

قفس‌های پرورش ماهی در دریا با توجه به ظرفیت قابل‌توجه پرورش یکی از مهم‌ترین روش‌های نوین تأمین پروتئین هستند که در دهه‌های اخیر مورد توجه کشورهای مختلف جهان قرار گرفته است. پرورش ماهی در قفس طی دو دهه اخیر به‌عنوان یکی از ظرفیت‌های توسعه آبزی‌پروری کشور، مطرح بوده است. با توجه به شرایط عمومی و اقلیمی کشور و وجود برخی امکانات زیر بنایی طبیعی و انسان‌ساخت، همچنان به‌عنوان یکی از نقاط دست‌نخورده توسعه مطرح است.

در دهه هفتاد، استقرار قفس‌های کوچک در محیط‌های آبی نظیر دریاچه پشت سدها و دریاچه‌ها و آب‌بندها، گوشه کوچکی از ظرفیت‌های توسعه پرورش ماهی در قفس را به نمایش گذاشت. پرورش ماهیان دریایی در قفس نیز در اواخر دهه هفتاد و اوایل دهه هشتاد موردتوجه قرار گرفت. سفر وزیر وقت جهاد کشاورزی و مدیران شیلات ایران در آن زمان به کشور نروژ و مشاهده توسعه پرورش ماهی در قفس در این کشور، نقطه عطفی در تصمیم‌سازی برای توسعه پرورش ماهی در قفس بود که یکی از نتایج آن، انجام مطالعات اولیه میدانی و ارزیابی‌های مقدماتی در رابطه با امکان توسعه پرورش ماهی در دریای خزر، آب‌های خلیج‌فارس و دریای عمان بود. یکی از مزیت‌های استفاده از روش پرورش ماهی در قفس علاوه بر تأمین کسری نیاز کشور، ارتقا کیفیت سلامت و بهره‌گیری از تنوع ماهی‌های تولیدی با توجه به شرایط محیطی متناسب با نوع آن است.

از سوی دیگر، با توجه‌به پرورش ماهی در زیستگاه طبیعی خود، کم‌ترین تأثیر متقابل بین ماهیان پرورش‌یافته و دریا رخ می‌دهد. باید توجه داشت، به‌دلیل پرورش ماهی در یک محیط محصور کنترل‌شده و تأمین غذای موردنیاز آن، تمرکز یک‌گونه از ماهیان در یک نقطه خاص باعث ایجاد رقابت غذایی و به‌دنبال آن از بین رفتن تعادل اکوسیستم در یک منطقه نخواهد شد که از این منظر نیز این روش سازگاری بسیار خوبی با محیط‌زیست دارد.

با توجه به استفاده از پتانسیل محیط دریا برای پرورش ماهی و وجود جریان‌های آبی که باعث تصفیه طبیعی محیط پرورش ماهی و اکسیژن‌رسانی مداوم به آن‌ها می‌شود، نیاز تجهیزات پرهزینه تصفیه آب و اکسیژن‌رسانی مرتفع

می‌شود. از سویی، ساخت و راه‌اندازی قفس پرورش ماهی، به علت نوع مواد به‌کاررفته در آن در مقایسه با حوضچه‌های بتونی پرورش ماهی، هزینه کم‌تری دارد.

به‌طورکلی می‌توان مطرح نمود که هزینه احداث مزرعه پرورش ماهی در قفس در مقایسه با سایر روش‌های موجود برای پرورش آبزیان پایین‌تر بوده و این روش دارای مزیت نسبی است؛ اما استفاده از این قفس‌ها بدون چالش نیست. استفاده درازمدت از قطعات فلزی در دریا امکان‌پذیر نیست. قطعات پلیمری و کامپوزیتی رایج نیز در برابر شرایط موج و جریان مقاومت کافی ندارند. باید توجه داشت که برخلاف شناورهای عملیاتی یا صیادی قفس‌های پرورش ماهی برای دوره زمانی طولانی مدت در محل ثابت قرار دارند و این به معنی احتمال بسیار بالای شرایط محیطی بسیار دشوار است. به همین دلایل استفاده از قفس‌های پرورش ماهی منوط به امکان ساخت قطعات پلیمری مقاوم در برابر ضربه است.

مهم‌ترین قطعه مورداستفاده در قفس‌های پرورش ماهی قطعه‌ای است که لوله‌های سازنده قفس را به یکدیگر نگاه داشته و نیروی وارد به تور را به خطوط مهار منتقل می‌کند. این قطعه که براکت نامیده می‌شود، باید در برابر بارهای کششی و ضربه‌ای مقاومت خوبی از خود نشان دهد. تزریق پلاستیک برای ساخت چنین قطعه‌ای بهترین روش است، چراکه قطعه‌ای یکپارچه را نتیجه می‌دهد که در برابر رشد ترک بسیار مقاوم است. البته این امر مشروط به این است که مواد مورداستفاده در فرایند تزریق مشخصات خاصی را داشته باشند.

چالش اصلی تولید براکت‌های تزریقی علاوه بر مواد، قالب قطعه است. ساخت قالب براکت به دلیل هندسه خاص قطعه از وجوه گوناگون دشوار است. شکل پیچیده براکت به معنی استفاده تعدادی مکانیسم متحرک در قالب علاوه بر تراش‌های اصلی است. آنچه در این پروژه انجام شد، طراحی قطعه براکت بر اساس مطالعات، آزمون آزمایشگاهی، ساخت قالب و تولید تعدادی براکت برای استفاده در نخستین مزرعه کاملاً بومی پرورش ماهی در کشور است.

۱-۲- اهمیت و ضرورت

با ساخت قالب براکت و تولید براکت عملاً حلقه تأمین قطعات قفس‌های پرورش ماهی در داخل کشور تکمیل‌شده و با ساخت و به‌آب‌اندازی اولین قفس بومی پرورش ماهی در دریا، عملاً این صنعت بومی‌سازی شده است. براکت‌های تولیدشده در این پروژه در ساخت اولین قفس ۱۲۵ تنی بومی کشور مورداستفاده قرار خواهند گرفت.

با بومی‌سازی این صنعت، امکان توسعه هر چه بیشتر پرورش ماهی

در قفس‌های دریایی فراهم‌شده و به‌تبع آن گام مهمی در تولید پروتئین از منابع آب غیر شیرین فراهم می‌شود. این موضوع کمک مؤثری به کاهش مشکلات زیست‌محیطی ناشی از کمبود منابع آب شیرین خواهد کرد.

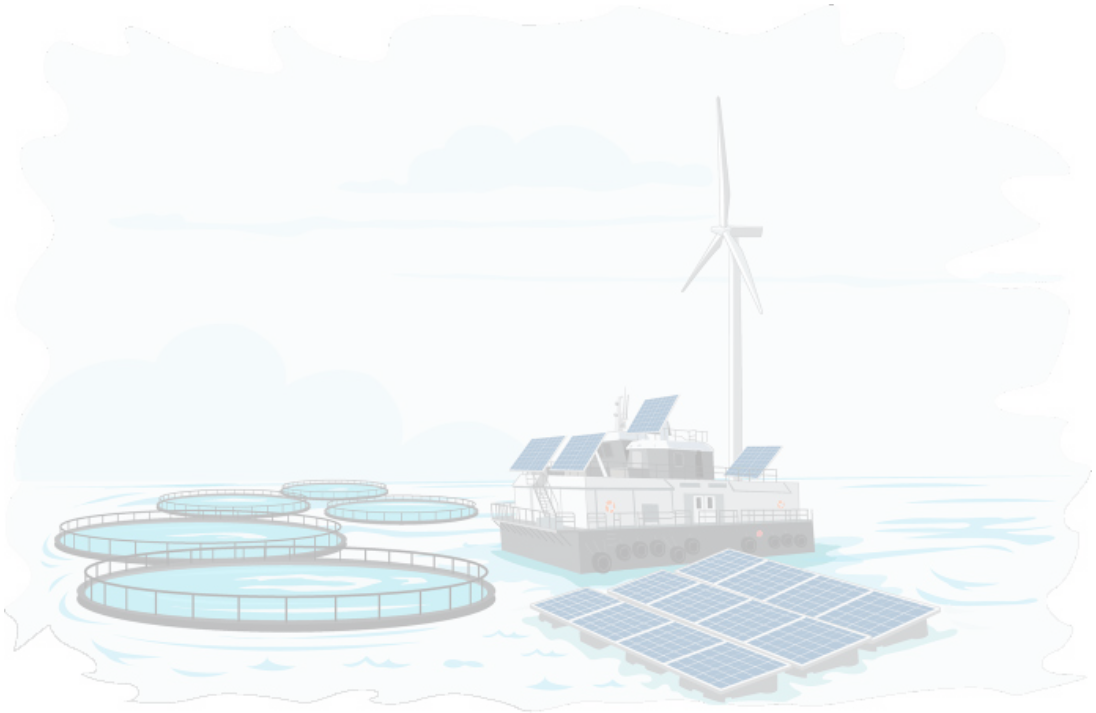
تا قبل از انجام این پروژه، براکت حلقه مفقوده صنعت پرورش ماهی در قفس در کشور شناخته می‌شد. باقی اجزاء قفس به میزان و کیفیت موردنیاز توسط تولیدکنندگان داخلی تولید می‌شوند و اکنون با حل مسئله تأمین براکت، می‌توان صنعت قفس ماهی را بومی‌شده دانست.

با اجرای این طرح، امکان صادرات محصولات و تجهیزات مزارع پرورش ماهی در قفس به کشورهای همسایه (با توجه به برنامه‌های توسعه‌ای این کشورها در موضوع پرورش ماهی در قفس) فراهم می‌شود. این موضوع علاوه بر ارزآوری برای کشور، موجب تقویت ارتباطات اقتصادی و به‌تبع آن افزایش قدرت دیپلماسی کشور می‌شود. از سوی دیگر، با امکان توسعه هر چه بیشتر پرورش ماهی در قفس و افزایش تولید پروتئین در کشور، علاوه بر افزایش امنیت غذایی، موجبات صادرات آبزیان به سایر کشورها فراهم می‌شود. همچنین، با کاهش حجم سرمایه‌گذاری و افزایش نرخ بازدهی، سرمایه‌گذاران بیشتری به این صنعت ورود خواهند کرد.

۱-۳- اهداف

اهداف طرح ارائه‌شده اعم از اهداف خرد و کلان به شرح زیر است:

- طراحی و ساخت قطعات کلیدی در سازه قفس ماهی به‌خصوص براکت
- بومی‌سازی دانش و فناوری کلیه سازه‌ها و سامانه‌های جانبی مزارع پرورش ماهی در قفس
- بومی‌سازی فرایند اجرای طرح احداث مزرعه پرورش ماهی فراساحلی
- طراحی و ساخت تجهیزات مربوط به سامانه مهار مزارع پرورش ماهی در قفس از جمله بویه‌ها و...



فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- سطح ملی

پرورش ماهی در قفس طی دو دهه اخیر به عنوان یکی از ظرفیت‌های توسعه آبزی پروری کشور، مطرح بوده است. با توجه به شرایط عمومی و اقلیمی کشور و وجود برخی امکانات زیر بنایی طبیعی و انسان‌ساخت، همچنان به عنوان یکی از نقاط دست نخورده توسعه مطرح است. در دهه هفتاد، استقرار قفس‌های کوچک در محیط‌های آبی نظیر دریاچه پشت سدها و دریاچه ها و آب‌بندها، گوشه کوچکی از ظرفیت‌های توسعه پرورش ماهی در قفس را به نمایش گذاشت. پرورش ماهیان دریایی در قفس نیز در اواخر دهه هفتاد و اوایل دهه هشتاد مورد توجه قرار گرفت. سفر وزیر وقت جهاد کشاورزی و مدیران شیلات ایران در آن زمان به کشور نروژ و مشاهده توسعه پرورش ماهی در قفس دراین کشور، نقطه عطفی در تصمیم‌سازی برای توسعه پرورش ماهی در قفس بود که یکی از نتایج آن، انجام مطالعات اولیه میدانی و ارزیابی‌های مقدماتی در رابطه با امکان توسعه پرورش ماهی در دریای خزر، آب‌های خلیج فارس و دریای عمان بود.

پس از مطالعات امکان‌سنجی اولیه انجام شده، مزارع مختلفی در شمال و جنوب کشور با استفاده از فناوری‌های اروپایی و چینی در کشور راه‌اندازی شدند که در برخی موارد متاسفانه به دلیل عدم تطابق با شرایط بومی شاهد حوادث و مشکلاتی بودیم. از اهم پروژه‌های انجام شده در سطح ملی می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- **پروژه‌های جهاد نصر:** جهاد نصر به عنوان مجموعه شرکت‌های پیشگام و پیشرو در این صنعت در سال‌های ابتدایی دهه ۹۰ شمسی اقدام به آب‌اندازی بیش از ۸۰ حلقه قفس پرورش ماهی در آب‌های شمالی، جنوبی و مخازن پشت سد کشور نمود. این مزارع به عنوان اولین مزارع تجاری کشور شناخته می‌شوند که تجربیات بسیار گران‌بهایی در حوزه تجهیزات و پرورش ماهی در دریا را به ارمغان آوردند.
- **جهاد دانشگاهی امیر کبیر:** جهاد دانشگاهی امیر کبیر در سال ۱۳۹۵ اقدام به تولید تورهای بدون گره مناسب برای قفس‌های پرورش ماهی نمود که گامی مهم در راستای بومی‌سازی بافت تورهای پرورش ماهی در قفس به حساب می‌آید. پس ز آن شرکت‌های دیگر ایرانی نیز توان تولید این تورها را پیدا کردند.
- **شرکت نیکسا:** شرکت نیکسا در استان هرمزگان- بندر آفتاب اقدام به راه‌اندازی مزرعه با ظرفیت ۳۰۰۰ تن با فناوری به روز نروژی در سال ۱۳۹۴ نمود. این مزرعه که به عنوان بزرگترین مزرعه پرورش ماهی در دریا خاورمیانه شناخته می‌شود گامی مهم در راستای

انتقال دانش و فناوری روز جهانی به داخل کشور به شمار می‌آید.

- **سایر شرکت‌ها:** طی سال‌های اخیر پروژه‌های مختلفی در شمال و جنوب کشور توسط بخش خصوصی و ارگان‌ها در کشور به انجام رسیده است. این پروژ]ها هر یک برگی از دفتر دانش امروز کشور در حوزه تولید ماهی در قفس را رقم زده‌اند که نقاط و قوت و ضعف موجود با مطالعات این پروژه‌ها میسر گشته است.

با وضع تحریم‌های ظالمانه علیه کشور از یکسو و افزایش نرخ ارز از سویی دیگر، روند توسعه مزارع پرورش ماهی در قفس به عنوان یکی از کلیدی‌ترین راهکارهای مقابله با مشکل کم آبی و افزایش امنیت غذایی، با کندی و حتی توقف مشاهده شد. با کمک پروردگار و ورود متخصصین جوان کشور به این حوزه و شناسایی نیازها و کمبودهای موجود و همچنین حمایت‌های معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، بومی‌سازی مزارع پرورش ماهی در قفس با اجرای طرح حاضر تحقق یافت.

در خصوص تولید براکت، با توجه به بررسی‌های جامع صورت گرفته در خصوص تولید قطعه براکت قفس‌های پرورش ماهی در دریا، تا کنون در کشور دو نوع براکت تولید شده است که هر دوی این براکت‌های جهت استفاده در قفس‌های پرورش ماهی در پشت سد کاربرد دارند. براکت اول از نوع براکت چرخشی دو لوله‌ای با سایز ۳۱۵ بوده و براکت دوم نیز از نوع تزریقی، دو لوله‌ای و با سایز ۲۵۰ می باشد.

عملا تا کنون در کشور هیچ براکت استانداردی جهت استفاده در آب‌هایِ دریا تولید نشده است.

عملاً تاکنون در کشور هیچ براکت استانداردی برای استفاده در آب‌های دریا تولید نشده است.

۲-۲- سطح بین‌المللی

برای بررسی کارایی طراحی صورت گرفته و اصلاح احتمالی طراحی انجام‌شده، بازدیدهای میدانی، از مراحل بسیار مهم پیش‌بینی‌شده برای طرح حاضر بود که در این راستا بخش بسیار زیادی از مزارع کشور بازدید شد.

مرحله بعدی پس از مطالعات مقدماتی، طراحی مفهومی براکت است. عمده براکت‌های موجود در سطح جهانی به دو صورت تزریقی و چرخشی تولید می‌شود. طرح حاضر به‌عنوان طرح بومی‌شده مزارع و قفس‌های پرورش ماهی در دریا بوده و دارای تفاوت‌هایی از جنبه افزایش کارایی سامانه در ساخت، نصب، راه‌اندازی و کاهش ریسک بر اساس شرایط بومی کشور است. با این‌وجود، نمونه‌های مختلفی در کشورهای اروپایی و آسیای شرقی طراحی و اجرا شده است. با توجه به استانداردهای رعایت شده در طرح

ارائه‌شده، تنها تولیدکنندگان قفس و مزارع پرورش ماهی اروپایی و غربی قابلیت مقایسه با این طرح را دارا هستند. در این رابطه، چهار شرکت از میان شرکت‌های معتبر ارائه‌دهنده خدمات به شرح زیر است:

AKVA group: این شرکت نروژی پروژه‌های متعددی در جهان اجرا نموده و از موفق‌ترین شرکت‌های جهان در این صنعت است. آکواگروپ نروژ موفق به اجرای دو پروژه در شمال و جنوب کشور شده است.

Aqua line: این شرکت نروژی نیز از جمله شرکت‌های بزرگ ارائه‌دهنده تجهیزات پرورش ماهی در قفس در جهان بوده که موفق به اجرای یک پروژه در منطقه بوشهر نیز شده است.

Refa-med: این شرکت که شاخه ایتالیایی شرکت رفا نروژ است، در زمینه قفس‌های پایه کششی و هم‌چنین قفس‌های شناور فعالیت می‌کند. عمده حضور این شرکت در کشور ایران مربوط به انجام مطالعات و اجرای پایلوت در سال‌های اولیه ورود این صنعت به ایران بوده است.

Badinotti: این شرکت ایتالیایی نیز که کار خود را با بافتن تورهای قفس ماهی شروع نموده، در حال حاضر با ارائه پکیج کامل تجهیزات موردنیاز مزارع پرورش ماهی، موفق به اجرای پروژه‌های مختلف در نقاط مختلف جهان شده است.

فصل سوم

روش انجام کار

۳-۱-مقدمه

طرح حاضر ناظر بر بومی‌سازی طراحی، ساخت و اجرا مزارع پرورش ماهی به روش پرورش در قفس‌های دریایی فراساحلی است. با توجه‌به این‌که عمده تجهیزات به‌کاررفته در مزارع پرورش ماهی در قفس، از جنس پلی‌اتیلن بوده و تولیدکنندگان داخلی بسیار در این زمینه وجود دارد، با بومی‌سازی قفس‌ها و مزارع پرورش ماهی در قفس علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف ارز و کاهش هزینه سرمایه‌گذاری، ایجاد اشتغال غیرمستقیم در صنعت پرورش ماهی در قفس نیز مطرح خواهد بود.

حلقه مفقوده بومی‌سازی مزارع پرورش ماهی در قفس، بخش طراحی مزارع و قفس‌ها است. با طراحی دقیق و متناسب با شرایط بومی کشور می‌توان به موضوعات مطروحه دست یافت. البته در بخش تولید قطعات، طراحی برخی از قطعات خاص همچون براکت‌های قفس نیز از موانع بومی‌سازی قفس‌های پرورش ماهی بوده که در این طرح این معضل نیز برطرف شده است. نهایتاً ساخت قفس‌ها و نصب آن در دریا نیز از موارد بسیار تأثیرگذار در امنیت مزارع و کاهش ریسک پرورش بوده که با توجه به استانداردهای موجود در داخل و خارج از کشور، تجربیات و دانش اعضای تیم، راهکارهای نوینی برای این بخش نیز در نظر گرفته‌شده است.

با توجه به اهمیت قطعه براکت در سازه قفس و عدم امکان تأمین این قطعه در داخل و خارج از کشور، براکت سه‌لوله‌ای قفس‌های پرورش ماهی با تکنولوژی تزریق به‌وسیله شرکت گسترش فناوری دریایی شریف طراحی‌شده است. در این پروژه در مرحله اول با بررسی براکت‌های تولیدشده به‌وسیله شرکت‌های معتبر در سطح بین‌المللی مهم‌ترین الزامات طراحی براکت استخراج شده است. سپس با توجه‌به شرایط بومی کشور، الزامات طراحی موردنیاز به الزامات طراحی استخراج‌شده اضافه‌شده و برخی الزامات طراحی نمونه‌های خارجی از چارچوب طراحی مفهومی حذف‌شده است. در مرحله بعد، بر اساس الزامات به‌دست‌آمده، طراحی مفهومی انجام‌شده است. در ادامه کار، تعدادی طرح جزئی پیشنهادشده؛ یعنی عملاً بر اساس طراحی مفهومی انجام‌شده بیش از ۱۰ طرح با مشخصات مختلف طراحی اولیه شده و هر یک از طرح‌های پیشنهادی تحت شبیه‌سازی‌های مختلف قرار گرفت. از جمله این شبیه‌سازی‌ها، شبیه‌سازی نیرویی بر اساس سناریوهای مختلف موج و جریان وارد بر قفس است. شبیه‌سازی دیگر، شبیه‌سازی شرایط تزریق پلیمر در قالب براکت است. درنتیجه این شبیه‌سازی‌ها یک طرح از بین طرح‌های مختلف انتخاب‌شده و تمامی جزئیات بر روی آن اعمال‌شده است.

در بخش دوم ساخت قالب به یکی از شرکت‌های مطرح در زمینه ساخت قالب‌های تزریق پلاستیک سفارش داده‌شده است. پس از انجام مراحل طراحی قالب، تأمین مواد اولیه، سخت تراشی، نازک‌کاری، سوراخ‌کاری و مونتاژ قالب، اولین نمونه براکت به‌وسیله تزریق پلاستیک تولیدشده است. پس از انجام اصلاحات احتمالی روی قالب و شرایط تزریق، تعداد موردنظر از براکت تولید شده است. درنهایت براکت‌های سه کانالة تزریقی تولیدشده برای استفاده در اولین مزرعه تماماً بومی پرورش ماهی در قفس‌کشورمورداستفادهقرارگرفت.

۳-۲- ساختار تیم اجرائی پروژه

تیم اجرائی از دو تیم مجزا، یکی در سمت طراح و دیگری در سمت قالب‌ساز تشکیل‌شده است. تیم اجرائی طراح متشکل از مهندسین مکانیک با تخصص‌های مختلف است. مدیر پروژه با تخصص مهندسی دریا بوده و باقی تیم زیر نظر ایشان فعالیت کردند و با تیم اجرائی سمت قالب‌ساز در ارتباط بودند. در سمت قالب‌ساز تیم عملیاتی متشکل از مدیر پروژه، طراح قالب، دو قالب‌ساز حرفه‌ای و تعدادی تکنسین است.

ساختار اجرای پروژه به این صورت است که نخست طرح قطعه به قالب‌ساز تحویل‌شده و طراحی اولیه قالب بر این اساس صورت می‌گیرد. در این مرحله بنا بر نیاز اصلاحاتی در قطعه اعمال شده تا فرآیند ساخت ممکن شود. این نظرات از طریق مدیر پروژه قالب‌ساز به مدیر پروژه طراح منتقل و در تیم فنی شرکت بررسی می‌شود. سپس با اعمال نظرات به قالب‌ساز برگردانده می‌شود.

۳-۳- خلاصه اجرائی طرح

پروژه دارای سه مرحله اصلی طراحی قطعه براکت، ساخت قالب، ساخت قطعات و ساخت قفس پرورش ماهی است. با توجه به اقداماتی که تاکنون انجام‌شده، برای نهایی سازی طرح ارائه‌شده و بومی‌سازی کامل طراحی، ساخت و نصب قفس‌های پرورش ماهی و سامانه مهار اقداماتی ضروری به‌نظر می‌رسد. به‌طور خلاصه ساخت قالب براکت، تولید براکت‌های تزریقی و ساخت و نصب قفس پایلوت در گام‌های آتی شرکت برای رسیدن به طرح دقیق، جامع و بومی مزرعه پرورش ماهی در قفس قرار دارند. با عملی‌سازی سه گام نهایی، بخش طراحی، ساخت و نصب مزارع پرورش ماهی در قفس به‌طور کامل بومی‌سازی شده و نیاز کشور در این موضوع به‌طور کامل مرتفع خواهد شد. انجام پروژه طراحی و ساخت براکت و قالب براکت مستلزم چند مرحله پیش‌نیاز است.

بررسی مسائل فنی توسعه مزارع پرورش آبزیان به روش فراساحلی در

اثر تمایل به‌کارگیری این سامانه‌ها در آب‌های آزاد موردتوجه دانشمندان عرصه هیدرودینامیک و طراحان مزارع در دو دهه اخیر قرارگرفته و بسیاری از مسائل فنی مرتبط با مجموعه مزارع پروش آبزیان موردبحث قرار گرفته است. مطالعات مختلف صورت گرفته در این حوزه را می‌توان به‌صورت زیر دسته‌بندی کرد.

» تحلیل هیدرودینامیکی و هیدرو الاستیکی مجموعه قفس بر اساس نوع قفس (شناور و یا مغروق بودن) و تجهیزات به‌کاررفته در آن‌ها در شرایط وجود موج و جریان
» تحلیل خستگی و شکست سازه‌ای (تجهیزات سامانه) در اثر رخداد بدترین شرایط محیطی در شرایط وجود طوفان‌های دریایی
» مطالعات زیست‌محیطی
» بررسی کارایی تجهیزات مهاربندی مختلف متناسب با شرایط بستر
» رفتارشناسی آبزیان و اثر وجود ماهی بر رژیم جریان سیال
» بررسی کارایی سامانه‌های مختلف پشتیبانی و طراحی آن‌ها ازجمله‌بارج‌وفیدرهای‌غذادهی
» طراحی مزارع ماهی بر اساس آسان‌سازی عملیات بهره‌برداری (از مرحله تزریق بچه ماهی تا مرحله برداشت)

شرکت گسترش فناوری دریایی شریف با مطالعه وضعیت جهانی پروژه و مسائل فنی مرتبط با آن، دارای درک مسیر پیشرفت و توسعه مسائل فنی به روش بومی است. به نظر می‌رسد تجربیات ناموفق جهانی در اثر فقدان اطلاعات کافی و عدم احاطه کامل بر موضوع، در داخل کشور در حال تکرار است. این موضوع مجموعه شرکت را بر آن داشته که با مطالعات و شبیه‌سازی‌های لازم، مانع از ایجاد خساراتی که مانع توسعه این صنعت در کشور هستند، شود. این بخش از مراحل تعریف‌شده، تاکنون به‌صورت کامل به انجام رسیده است.

پروژه ساخت قالب تزریقی براکت از ۱۲ مرحله تشکیل‌شده است که در ادامه به آن‌ها پرداخته‌شده است:

مراحل ساخت و مونتاژ قالب از نخستین مرحله تا تحویل نهائی قالب شامل‌بر ۱۲ مرحله است. این ۱۲ مرحله به‌ترتیب این‌گونه است: طراحی، خرید مواد اولیه، بلوک‌کردن و سنگ‌زدن، خشن‌تراشی، فینیش، سوراخ‌کاری، چفت‌کاری، پولیش مونتاژ، تست اول، اصلاحات و تست دوم.

در مرحله نخست با تحویل مدل سه‌بعدی قالب به قالب‌ساز مدل سه‌بعدی قالب به وسیله نرم‌افزار CATIA ساخته می‌شود. این طراحی اولاً شامل‌بر این است که شکل قطعه در قالب نیاز به چه شیب خروج یا تغییرات ابعادی دارد تا امکان ساخت آن از طریق تزریق فراهم باشد و سپس تصمیم درباره ترکیب اجزاء قالب است. قالب علاوه‌بر دو کفه، از چندین مکانیسم هیدرولیک دیگر

نیـز تشکیل‌شـده اسـت. طراحـی قالـب شـامل‌بر طراحـی ایـن مکانیسم‌هاسـت. همین‌طـور تعییـن محـل ورود مـواد بـه قالـب و همین‌طـور محـل قرارگیـری المنت‌هـا و مجـاری خنـک‌کاری در ایـن مرحلـه صـورت می‌گیـرد. بـر اسـاس خروجـی ایـن مرحلـه اسـت کـه فراینـد قالب‌سـازی آغـاز می‌شـود.

در مرحلـه بعـد و بـر اسـاس اسـتلزامات هـر یـک از قطعـات قالـب، تأمیـن مـواد صـورت می‌گیـرد. برخـی قطعـات بیرونـی شـامل پاکت‌هـا از جنـس فـولاد ST۳۷[۱] سـاخته خواهنـد شـد، زیـرا ایـن قطعـات مسـتقیماً در تمـاس بـا قطعـات طـرف دیگـر قالـب قـرار نمی‌گیرنـد. برخـی قطعـات شـامل اینزرت‌هـا چـون محـل اصلـی تزریـق و در تمـاس بـا طـرف دیگـر قالـب هسـتند از فولادهایـی بـا خـواص متفـاوت انتخـاب شـده‌اند. فـولاد Mo۴۰ بـا توجه‌بـه سـیکل کاری ایـن قالـب و تعـداد تزریـق پیش‌بینـی شـده بـرای عمـده قطعـات اینـزرت بـه‌کار مـی‌رود. تعـدادی از قطعـات کـه نیازمنـد دقـت ابعـادی بـالا هسـتند در حقیقـت عمـده نیـروی دو کفـه قالـب از طریـق آن‌هـا منتقـل می‌شـود، یعنـی صفحه‌هـای فشـاری، پـس از سـاخته شـدن تحـت سـخت‌کاری قـرار می‌گیرنـد تـا در طـول عمـر کاری قالـب کمتـر دچـار تغییـر شـکل شـوند. البتـه ایـن قطعـات قابـل تعویـض هسـتند. در آخـر برخـی قطعـات قالـب بـه صـورت آمـاده از تولیدکننـدگان دیگـر تهیـه می‌شـود ماننـد بوشـن‌ها و المنت‌هـا.

در مرحلـه سـوم مـواد اولیـه تهیـه شـده بایـد بـه ابعـاد مـورد نظـر بـرای قـرار گرفتـن در دسـتگاه CNC دربیایـد. معمـولاً مـواد تحویلـی از لحـاظ ابعادی و صافـی سـطوح دارای وضعیـت نامطلوبـی هسـتند و بسـیاری مواقـع حتـی یـک مکعـب مسـتطیل کامـل را نیـز تشـکیل نمی‌دهنـد. ایـن امـر بـه ویـژه دربـاره بلوک‌هـای بزرگ‌تـر معمـول اسـت. در ایـن مرحلـه نخسـت ابعـاد مـورد نظـر با تلورانـس مثبـت از بلوک‌هـای تحویلـی جـدا شـده و سـپس سـطوح صـاف و مـوازی شـده تـا امـکان مراحـل بعـدی فراهـم گـردد. قرارگیـری درسـت قطعـه در دسـتگاه CNC و کمینـه کـردن مـدت زمـان تـراش نیازمنـد ایـن اسـت کـه قطعـات بـه خوبـی بـه انـدازه نهایـی نزدیـک شـده باشـند.

در مرحلـه خشن‌تراشـی شـکل کلـی هـر قطعـه توسـط دسـتگاه CNC در فلـز ایجـاد می‌شـود. در ایـن مرحلـه سـرعت بـر دقـت تقـدم دارد و محصـول ایـن مرحلـه بـه یـک مرحلـه دیگـر بـرای رسـیدن بـه شـکل نهائـی‌اش نیـاز دارد. بـه طـور مثـال در اینـزرت اصلـی قالـب شـکل کلـی براکـت شـامل بـر جـداره اصلـی و اینزرت‌هـای گـرد تراشـیده می‌شـود، امـا ریب‌هـا در ایـن مرحلـه

۱ فـولاد St۳۷ از دسـته فولادهـای کم‌کربـن اسـت کـه بـا نـام فـولاد نرمـه در بـازار شـناخته می‌شـود، از آنجایـی کـه درصـد کربـن ایـن فـولاد پاییـن اسـت، اسـتحکام متوسـطی دارا بـوده و خـواص جوش‌پذیـری مطلوب‌تـری دارد. فـولاد ST۳۷ معـادل AISI ۱۰۴۵ دارای ترکیـب شـیمیایی بـا عناصـر ۰٫۵کربـن (۰٫۵)، منگنـز (۰٫۸ درصـد) و سیلیسـیوم (۰٫۳ درصـد) یکـی از فولادهـای تولیدشـده بـرای سـاخت قطعـات مختلـف ماشـین‌کاری اسـت.

به دلیل ابعاد کمتر و نیاز به دقت بالاتر همه تراشیده نمی‌شوند. در این مرحله برخی قطعات به وسیله دستگاه CNC و برخی به وسیله دستگاه تراش ساخته می‌شوند. دستگاه تراش از لحاظ سرعت کار بر CNC برتری قابل توجه دارد اما استفاده از آن برای تمام قطعات یا تمام مشخصات ابعادی یک قطعه ممکن نیست.

در مرحله فینیش قطعات خشن‌تراشی شده دوباره تراشیده می‌شوند تا شکل نهایی قطعه با ابعاد نهائی پیش‌بینی شده ایجاد شود. در این مرحله تمام ظرائف قطعات حاصل شده و از لحاظ مشخصات ابعادی چیزی به مرحله بعد موکول نمی‌شود. راه‌آب‌های روی سطح و همین طور محل قرار گیری صفحه‌های فشاری در این مرحله تراشیده می‌شوند.

پس از این که قطعات از لحاظ ابعادی آماده شدند لازم است که سوراخ‌کاری‌های مورد نیاز روی آن‌ها انجام بپذیرد. این سوراخ‌ها هر یک وظیفه‌ای خاص بر عهده دارند. بزرگ‌ترین سوراخ‌ها مربوط به بوشن‌ها و مکانیسم چفت شدن قالب است. برخی از سوراخ‌ها مجاری عبور آب بوده و طول زیادی دارند. برخی دیگر مربوط به جریان ماده مذاب هستند. برخی سوراخ‌ها مربوط به پیچ‌ها و باقی لوازم اتصال قطعات هستند. برخی سوراخ‌ها نیز مختص پران‌ها هستند. این سوراخ‌ها عمدتاً از طریق دستگاه CNC و با توجه به مشخصات از پیش تعیین شده انجام می‌شوند. برخی نیز به وسیله دستگاه دریل روی قطعه صورت می‌گیرند. این سوراخ‌ها حساسیت کمتری دارند و بیشتر مربوط به عبور آب برای خنک‌کاری قالب هستند.

پس از انجام سوراخ‌کاری قطعات یک بار کنار هم قرار گرفته، مونتاژ شده و قالب بسته می‌شود و از صحت ابعادی همه قطعات اطمینان حاصل می‌شود. در این مرحله صفحه‌های فشاری روی قالب قرار گرفته و با استفاده از رنگ مونتاژ اطمینان حاصل می‌شود که قالب به خوبی و در تمام نقاط روی هم چفت می‌شود. پس از اطمینان از این که قالب از لحاظ ابعادی فاقد هر گونه ایراد ولو در حد چند دهم میلی‌متر است قطعات برای پولیش نهائی دوباره دمونتاژ می‌شوند.

در مرحله پولیش دو هدف زیبایی ظاهری قطعه خروجی قابل و همین طور خروج راحت دنبال می‌شود. با توجه به استفاده این قطعه صافی سطح در حد زیبایی ظاهری مد نظر نبوده و تمرکز اصلی بر سهولت خروج قطعه از قالب است. مهم‌ترین مهم‌های مورد پولیش یکی اطراف مکانیسم‌هاست، زیرا با نیروی جک‌های هیدرولیک حرکت انجام می‌شود و نه پرس دستگاه تزریق. با توجه با عمق قالب اطراف گرده‌ها نیز باید به خوبی پولیش

شود تا خروج قطعه از قالب به راحتی صورت پذیرد. در صورتی که سطح خشن باشد امکان دارد نیروی وارد شده از طرف پران‌ها منجر به ورود پران به داخل ماده . تخریب قطعه شود، به خصوص اگر فرصت خنک‌کاری قطعه به اندازه کافی نبوده باشد.

پس از انجام تمام پولیش‌های لازم قالب دوباره مونتاژ می‌شود و برای تست اولیه به کارخانه تزریق فرستاده می‌شود. در تزریق اولیه نکات مورد نظر این است که قالب آیا امکان تحویل قطعه و کار کردن در سیکل کاری مورد نظر را داراست یا نه.

پس از نخستین تست درباره اصلاحات لازم روی قالب تصمیم‌گیری می‌شود. در صورت صحت عملکرد قالب ممکن است مرحله اصلاح به کلی حذف شود. بنا بر نیاز قالب دمونتاژ شده، قطعاتی که نیاز به اصلاح دارند دوباره در دستگاه قرار گرفته و تغییرات لازم، که عمدتاً بسیار جزئی است صورت می‌گیرد. سپس قالب دوباره مونتاژ شده و برای تست به کارخانه تزریق فرستاده می‌شود. در تست دوم قطعه نهائی از قالب خارج شده و عملاً پروسه ساخت و اصلاح قالب پایان می‌پذیرد.

قطعات قالب متشکل از سه دسته اساسی هستند. یک دسته قطعات از جنس Mo۴۰[1] که در تماس مستقیم با ماده تزریقی قرار دارند. علت استفاده از آلیاژ این است که این ماده در برابر تغییرات مداوم دمایی ناشی از تزریق و سرد شدن قطعه درون قالب مقاوم باشد.

پاکت‌ها قطعات فولادی از جنس ST۳۷ هستند که در واقع محل قرارگیری قطعات دسته قبل هستند. پاکت‌ها در حقیقت قاب‌هایی هستند که اجزائی از جنس Mo۴۰ در آن قرار می‌گیرند.

دسته سوم قطعات الحاقی هستند که برای جایگذاری و اتصال قطعات اصلی به کار می‌روند.

بر اساس طراحی انجام شده، قالب از چند بخش تشکیل شده است: تعدادی گرده وسط که محل عبور لوله‌ها هستند، دو قطعه برای هر یک از core و cavity که بدنه اصلی براکت پایه هندریل را در بر می‌گیرند و دو جک که داخل پایه هندریل و لوله طناب را شکل می‌دهند. این قطعات از جنس فولاد آلیاژی Mo۴۰ هستند.

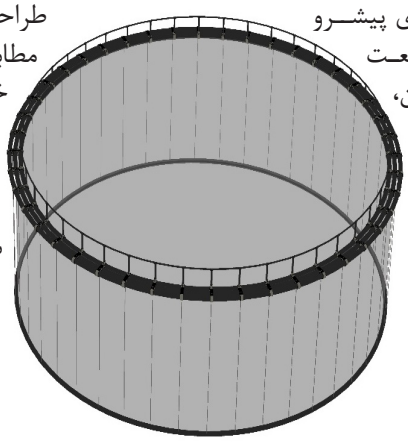
---

۱ فولادهای کم آلیاژ Mo۴۰ که در استاندارد AISI به آن‌ها فولاد ۴۱۴۰ هم گفته می‌شود، از آلیاژهای کروم نیکل است که در گروه فولاد های آلیاژی قرار می‌گیرد. این آلیاژ به دلیل وجود کروم ترد و شکننده است که برای پیشگیری از این خاصیت به آن نیکل اضافه می‌کنند. نکته قابل توجه در فولادهای Mo۴۰ مقاومت آن‌ها تا حرارت ۵۰۰ تا ۶۰۰ درجه سانتیگراد و مقاومت آن‌ها دربرابر سایش می‌باشد. این آلیاژ حاوی کربن (۰,۴۳ - ۰,۳۸ درصد)، سیلیکون (۰,۳۵ - ۰,۱۵ درصد)، منگنز (۱ - ۰,۷۵ درصد)، فسفر (۰,۰۳ درصد)، گوگرد (۰,۰۴ درصد)، کروم (۱,۱-۰,۸ درصد)، مولیبدن (۰,۲۵-۰,۱۵ درصد) و نیکل (۰,۲۵ درصد) است.

پاکت‌ها و باقی قطعات بزرگ قالب از جنس فولاد ST۳۷ بوده و باقی ملحقات بر اساس کارکرد آنها از جنسی خاص هستند. برخی قطعات مورد سخت‌کاری قرار گرفته و برخی به صورت آماده از تولیدکنندگان دیگر خریداری شد.

۳-۴- تشریح علمی طرح

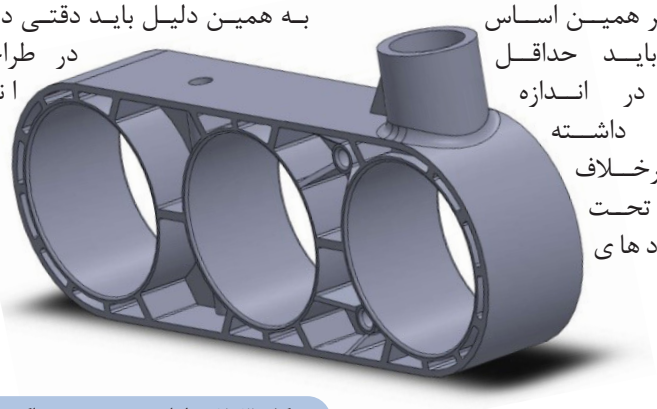
براکت قطعه‌ای است که لوله‌های قفس را به یکدیگر متصل کرده و امکان تقسیم نیرو بین اجزاء مختلف قفس را فراهم می‌کند. براکت در حقیقت حکم اسکلت قفس را دارد. یکی از قطعاتی که شرکت‌های پیشرو در این صنعت در جهان، به عنوان دانش فنی خود تلقی نموده و عموماً اطلاعات کافی برای ساخت و مهندسی معکوس آن را در اختیار هیچ‌یک از مشتریان خود قرار نمی‌دهند، همین قطعه است. از سوی دیگر، علی‌رغم توسعه مناسب محصولات پلی‌اتیلنی در کشور، به‌عنوان یکی از صنایع پایین‌دستی صنعت پتروشیمی، متأسفانه تاکنون توفیقی چشمگیر در زمینه براکت قفس‌های دریایی بر اساس استانداردهای موجود در کشور ارائه نشده است. به‌همین دلیل شرکت گسترش فناوری دریایی شریف، بومی‌سازی ساخت قالب براکت و ساخت براکت (بر پایه کلیه طراحی‌ها و آزمون‌های انجام‌شده مطابق با استاندارد NS۹۴۱۵) و خودکفایی در این زمینه را در دستور کار خود قرار داد. شکل (۳-۱) قفس پرورش ماهی سه لوله‌ای با استفاده از براکت‌های سه‌کاناله را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱- قفس با کلار سه‌لوله‌ای

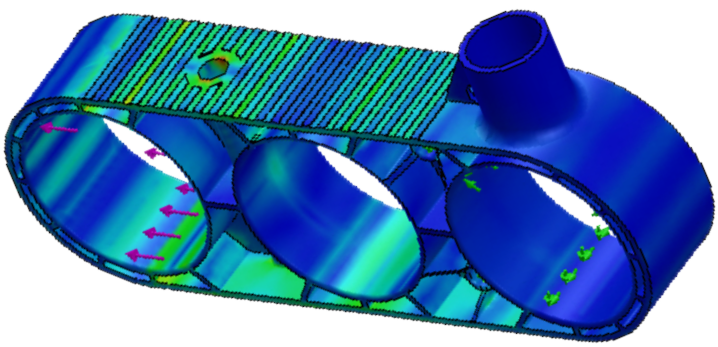
استفاده از لوله‌های ۳۱۵ در کلار قفس و استفاده از براکت سه کاناله این اجازه را می‌دهد که در براکت در طراحی‌های مختلف و در شرایط محیطی متفاوت به کار گرفته شود. خم کردن لوله‌های ۳۱۵ به شکل حلقه‌های با قطرهای پایین‌تر از ۲۰ متر ممکن بوده و در قفس‌های بزرگ دریایی نیز شکل دایروی قفس را حفظ می‌کند.

لوله‌های مورداستفاده در ساخت سازه قفس لوله‌های رایج در انتقال آب با فشار بالا هستند که با استانداردهای آن صنعت هماهنگ هستند. بر همین اساس براکت‌ها باید حداقل مقاومتی در اندازه لوله‌ها داشته باشند. برخلاف لوله‌ها که تحت استانداردهای تثبیت‌شده در سطح ملی و بین‌المللی تولید و آزمون می‌شود، قطعات سفارشی مانند براکت فاقد استانداردهای رایج در صنعت بوده و به همین دلیل باید دقتی دوچندان در طراحی و انتخاب مواد صورت بگیرد.



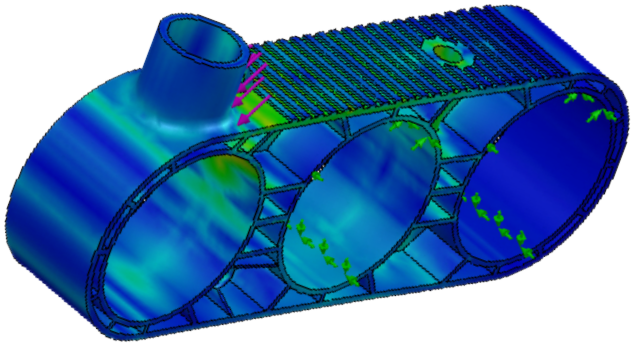
شکل ۳-۲- طراحی مفهومی براکت

در طراحی نهایی این براکت اصول طراحی مختلفی برای بهینه کردن وزن و مقاومت آن به کار گرفته شد. نخست این‌که با استفاده از ساختار لانه‌زنبوری در براکت نیروها هر چه‌بهتر در تمام سطح مقطع توزیع‌شده و از ایجاد نقاط تمرکز تنش جلوگیری شود. با این کار بدون نیاز به بالا بردن وزن براکت می‌توان مقاومت بالایی در برابر نیروهای محوری وارد بر براکت انتظار داشت.



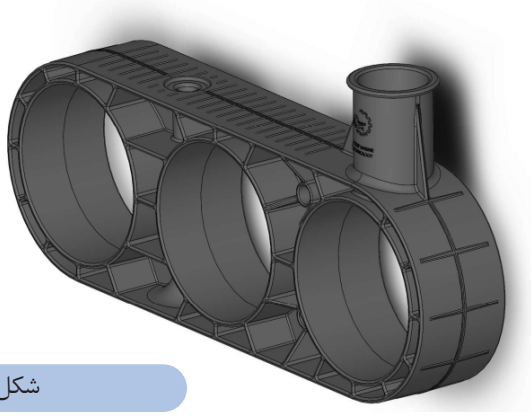
شکل ۳-۳- شبیه‌سازی بارهای محوری وارد بر قطعه

از سوی دیگر با بالا بردن گشتاور دوم مقطع براکت می‌توان مقاومت آن در برابر بارهای خمشی را افزایش داد. با در نظر داشتن همین نکته در طراحی مقاومت قطعه در برابر پیچش واردشده در جهت عمود نیز افزایش می‌یابد. با در نظر گرفتن این نکات می‌توان به طراحی بهینه یعنی وزن حداقل و مقاومت مطلوب رسید.



شکل ۳-۴- شبیه‌سازی بارهای خمشی وارد بر قطعه

از سوی دیگر، طراحی انجام‌شده با دلیل ایجاد سطوح موازی عملاً ضریب اطمینان را بیش از میزان افزایش مقطع افزایش می‌دهد، چراکه با ایجاد فاصله بین مقاطع از رشد ترک ایجادشده در یک مقطع و گسترش آن در مقطع دیگر جلوگیری می‌شود. با در نظر گرفتن اصول طراحی فوق و همین‌طور نیاز اتصال قطعات دیگر به براکت، شامل بر پایه هندریل، طناب سینکر و طناب تور، طراحی براکت به طرح نهایی زیر رسیده و برای ساخت قالب به قالب‌ساز تحویل داده شد.



شکل ۳-۵- طراحی نهائی براکت

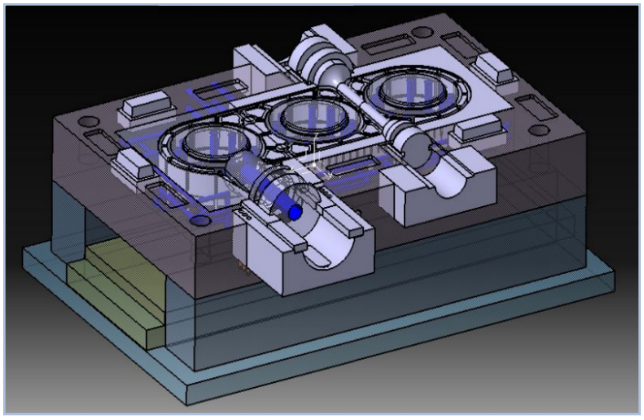
بنا بر نظر تیم فنی مجموعه قالب‌ساز شیب خروج مناسب با ابعاد قطعه در طراحی لحاظ شد و در طراحی نهایی اعمال شد. با در نظر گرفتن شیب خروج مناسب می‌توان اطمینان حاصل کرد که قطعه پس از تزریق به‌راحتی از قالب خارج‌شده و در روند خروج از قالب دچار آسیب‌هایی چون ایجاد خراش روی سطوح نمی‌شود. از سوی دیگر، عمر کاری قالب با در نظر گرفتن میزان مناسب‌شیب‌خروج‌افزایش‌می‌یابد.

۳-۴-۱- اجزا مختلف قالب

فرایند ساخت قالب براکت سه کانالـه طراحی‌شده در شرکت گسترش فناوری دریایی شریف از دی‌ماه سال ۱۳۹۸ آغاز شد. در این گزارش پس از معرفی مختصر براکت سه کانالـه طراحی‌شده، مراحل ساخت قالب تا بدین جای کار و مراحل پیش رو موردبررسی قرار خواهد گرفت.

۳-۴-۲-طراحی‌وساخت‌قالب‌براکت

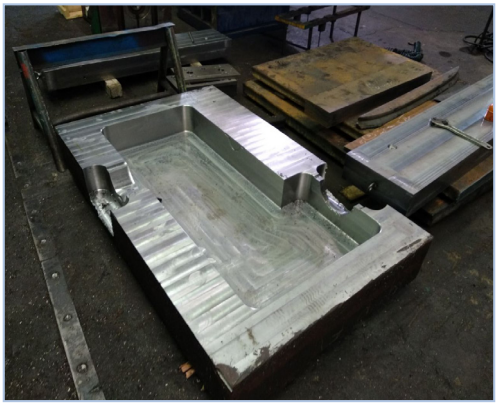
پس از تحویل مدل سه‌بعدی قطعه به قالب‌ساز، مراحل طراحی قالب از دی‌ماه سال ۹۸ آغاز شد. طراحی قالب با در نظر گرفتن نیاز به قطعات مختلف از جمله کشوئی‌ها، پران‌ها و راه‌آب‌ها صورت گرفت.



شکل ۳-۶- مدل سه‌بعدی قالب

در نخستین مرحله با توجه به ابعاد بالای قطعه تلاش در راستای تهیه مواد اولیه صورت گرفت و بنا بر شکل قطعه تصمیم بر استفاده از ساختار پاکت/اینزرت (Pocket/Insert) گرفته شد. با این نوع از طراحی شکل قطعه در قطعه‌ای از فولاد Mo۴۰ تراشیده شده و این قطعه خود در قطعه بزرگ‌تری از فولاد ST۳۷ قرار می‌گیرد. با توجه به

محدودیت اندازه بلوک‌های تولیدی Mo۴۰ و همین‌طور قیمت بالای این ماده استفاده از این روش هزینه‌های تولید قالب را به‌شدت کاهش می‌دهد.



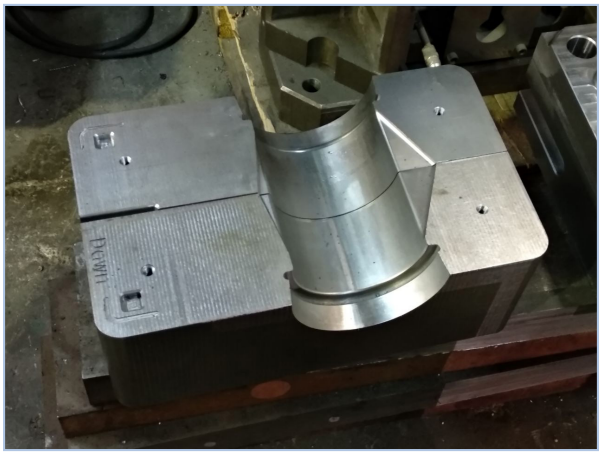
شکل ۳-۷- پاکت قالب براکت

۳-۴-۳- اینزرت[۱]

قطعه اینزرت خود از چند قطعه مجزا تراشیده می‌شود که در مرحله مونتاژ شکل کامل قطعه را ایجاد می‌کنند. گرده‌ها که در واقع محل عبور لوله‌ها را ایجاد می‌کنند، به‌طور مجزا و در دستگاه تراش ساخته می‌شود. به‌دلیل شکل خاص قطعه بدنه قطعه از دو قطعه فولاد ایجاد می‌شود. بخش کوچک‌تر برای شکل پایه هندریل و بخش بزرگ‌تر برای محل لوله‌های اصلی.

شکل ۳-۸- تراش و سوراخ‌کاری گِرده

۱ Insert



شکل ۳-۹- شکل پایه هندریل در قطعات فولاد

تمام قطعات فوق، خروج و ورود در یک‌جهت را می‌پذیرند. با توجه‌به وجود دو سوراخ عمود، یعنی سوراخ محل عبور طناب سینکر و محل پایه هندریل، نیاز به استفاده از قطعات کشوئی وجود دارد. این قطعات کشوئی با استفاده از جک‌های هیدرولیک مستقل حرکت داده‌شده و در محل خود روی یکدیگر یا قطعه‌ای دیگر چفت می‌شود. برای ایجاد سطح داخلی پایه هندریل به قطعه‌ای کشوئی نیاز است که روی یکی از گرده‌ها قفل شود. با قفل شدن کشوئی روی گرده کشوئی به یک تیر دوسرگیردار تبدیل می‌شود که در برابر فشار تزریق مقاومت کافی را از خود نشان می‌دهد.

برای ایجاد سوراخ در رو برای طناب سینکر نیاز به دو قطعه کشوئی است که در یکدیگر قفل می‌شوند. این دو قطعه نیز بر روی ریل‌های تراشیده شده بر بدنه اصلی قالب و بهوسیله جک‌های هیدرولیک مستقل حرکت می‌کنند.

تراش این دو قطعه در دو مرحله صورت می‌گیرد. در مرحله اول حدود ابعادی قطعه از طریق دستگاه تراش (دورانی) ایجاد می‌شود و در مرحله بعد دستگاه CNC شکل دقیق قطعه را روی آن ایجاد می‌کند. بدین طریق با توجه به سرعت برداره برداری بالاتر دستگاه تراش تولید قطعه زمان بسیار کمتری می‌گیرد.

فرایند تراش این قطعات بدین‌صورت است که پس از صفر کردن سطح قرار روی دستگاه، یعنی قرار گرفتن قطعه در نقطه دقیق و همین‌طور در جهت دقیق، دستگاه CNC تراش را بر اساس مدل کامپیوتری انجام می‌دهد. دقت شیب سطح تراز از گوشه تا گوشه سطح قرار در اندازه بزرگی یک میکرون

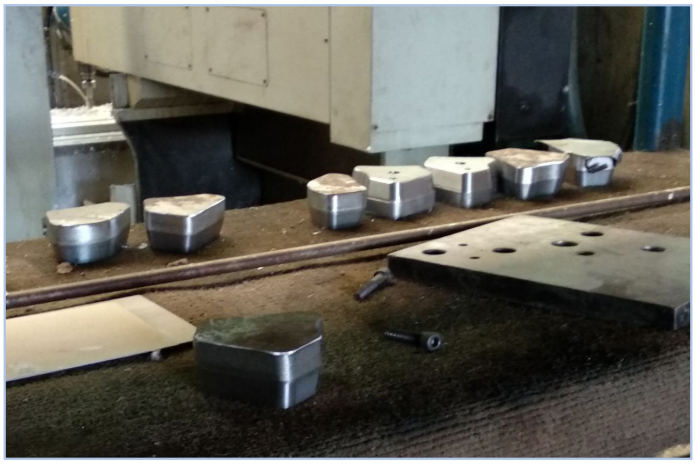
است. با توجه‌به قفل شدن قطعات کشوئی تحت‌فشار هیدرولیک خطای بسیار اندک در تراش ممکن است به آسیب جدی در قطعه بینجامد.

پیچیده‌ترین قطعه از حیث ماشین‌کاری بدنه اصلی اینزرت است که باید شکل بدنه اصلی براکت را ایجاد کند. علاوه‌بر پیچیدگی هندسی بالای این قطعه، عمق تراش‌کاری زیاد یکی از مهم‌ترین چالش‌های این قطعه را باعث می‌شود. عمق زیاد تراش‌کاری از لحاظ ارتعاشات ابزار تراش به‌شدت چالش‌زاست. قطر بسیار کم در سطح قطعه، یعنی کمی بیش از هشت میلی‌متر و عمق ۱۰۰ میلی‌متری تراش نیاز به ابزاری را به وجود آورد که بتواند در برابر ارتعاشات ناشی از تراش مقاومت کند. حتی با استفاده از ابزار تراش ساخته‌شده از جنس ویژه باز هم تنها راه ممکن براده‌برداری در حجم بسیار پایین است. همین محدودیت سرعت ساخت این قطعه را تا حد زیادی کاهش می‌دهد. بااین‌حال با پیش بردن کار به‌صورت موازی تا حد زیادی از تأخیرهای ممکن جلوگیری شد.

نکته مهم این است که اکثر قطعات در دو مرحله تراشیده می‌شوند. مرحله اول خشن‌تراشی است که شکل کلی قطعه حاصل می‌شود و در مرحله بعد که به اصطلاح فینیشینگ (پایانی) نامیده می‌شود سطوح ظریف‌تر روی قطعه تراشیده می‌شوند. حجم براده برداری در مرحله دوم بسیار کمتر است ولی از لحاظ زمانی تقریباً به اندازه مرحله خشن‌تراشی زمان می‌برد.

۳-۴-۴-پران‌ها

برای خروج قطعه از قالب به



شکل ۳-۱۰- لقمه‌پران‌ها

قطعاتی به نام پران نیاز است. پران‌ها یا از نوع میله‌ای هستند یا از نوع لقمه‌ای. یک سمت پران روی صفحه پران قرار دارد که همه پران‌ها را به شکل هماهنگ حرکت می‌دهد و قطعه را پس از سرد شدن از قالب خارج می‌کند. روی قالب برای لقمه پران‌ها به اندازه لازم تراش‌خورده و این لقمه پران‌ها به‌وسیله میله به صفحه پران متصل می‌شوند.

۳-۴-۵- مسیرهای تزریق ماده

با توجه به حجم بالای تزریق تعداد خروجی‌های قالب به شکل حداکثری تعیین و تراشیده شد. هشت مسیر عبور ماده در وسط هر گرده تعبیه‌شده است. با توجه به نتایج آزمون قالب ممکن است در برخی مسیرهای تزریق تغییراتی جزئی ایجادشده یا برخی مسدود شوند.

شکل ۳-۱۱- مسیرهای عبور ماده مذاب در قالب

۳-۴-۶-راه‌آب‌ها

با توجه به وزن بالای قطعه خنک کاری قالب برای پایین آوردن زمان تزریق و همین‌طور جلوگیری از ایجاد تغییر شکل به‌علت انقباض ماده پس از خروج از قالب الزامی است. رایج‌ترین انواع روش‌های خنک‌کاری استفاده از آلیاژ مس-بریلیوم و خنک‌کاری از طریق گردش آب است. به‌دلیل اندازه بزرگ قالب و هزینه بالای آلیاژ موردنظر گزینه خنک کاری به‌وسیله آب گزینه مختار خواهد بود. راه‌آب در بدنه اصلی قالب، در گرده‌ها و در کف استفاده می‌شود. راه‌آب‌های کف نقش خنک‌کننده جداره‌ی نگه‌دارنده لوله را دارند. این جداره‌ها ازلحاظ مکانیکی آسیب‌پذیرترین بخش براکت هستند، چراکه ضربه مستقیماً بر آن‌ها وارد می‌شود.

شکل ۳-۱۲- گرده‌ها در مرحله سوراخ‌کاری برای ایجاد راه‌آب. (در یک گرده سوراخ‌ها به‌طور کامل ایجادشده. جای پیچ‌های اتصال نیز قابل‌دیدن است.)

۳-۴-۷-مونتاژ

پس از اتمام کار روی قطعات مختلف قالب مرحله مونتاژ آغاز می‌شود. در مرحله مونتاژ گرده‌ها درون اینزرت پیچ شده و اینزرت درون پاکت قرار می‌گیرد. سپس با استفاده از قفل‌های فشاری اینزرت دقیقاً در نقطه موردنظر تثبیت می‌شود. هر یک از قفل‌ها باید با توجه به جاگیری دقیق قالب درون در جای خود تنظیم شود.

شکل ۳-۱۳- محل قرارگیری قفل

در مرحله بعد با توجه به قرارگیری اجزاء به‌طور دقیق در جای خود سوراخ‌های بوش راهنما زده‌شده و قطعه به آخرین مراحل مونتاژ می‌رسد

شکل ۳-۱۴- ایجاد محل بوش راهنما روی پاکت

. پس از ایجاد تمام سوراخ‌ها و قرارگیری تمام اجزاء در طرف نری و مادگی دو طرف قالب روی‌هم سوار شده و ناهمواری‌های هر یک از طرفین اصلاح می‌شود. پس از هم‌سطح کردن دو سوی قالب براکت یک‌بار به‌طور کامل مونتاژ شده و سپس دوباره دمونتاژ شده و کار پولیش آغاز می‌شود.

شکل ۳-۱۵- طرف core قالب در حالت مونتاژ کامل

۳-۴-۸- پولیش و سخت‌کاری

با توجه به پایان عمده مراحل ساخت قالب مرحله بعد پولیش سطح قالب و سخت‌کاری قفل‌ها و پس‌ازآن تزریق اولین نمونه و آزمون قالب است. در مرحله پولیش سطح قالب با سمباده‌های مختلف تا حد موردنیاز صاف می‌شود. پس از مونتاژ اولیه و اطمینان از صحت ابعادی اجزاء قالب، قالب دوباره باز شده و هر قطعه برای پرداخت نهائی آماده می‌شود. عمده قطعات قالب به پولیش سطح و سخت‌کاری سطحی نیاز دارند و نیازی به سخت‌کاری حرارتی وجود ندارد. با توجه به استفاده صنعتی قطعه پولیش تنها تا حدی نیاز است که قطعه به‌راحتی از قالب خارج شود. صافی بیش‌از اندازه سطح ممکن است در نهایت به افزایش اصطکاک قطعه و قالب بینجامد و خروج قطعه تزریقی از قالب را سخت کند.

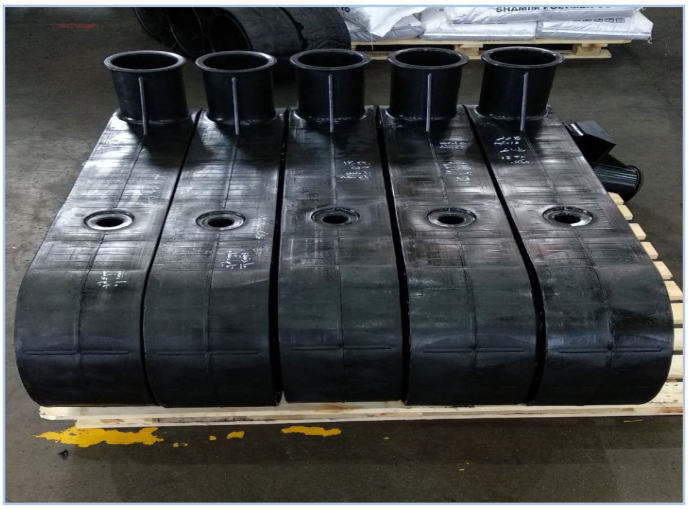
پس از پایان پولیش و سخت‌کاری اجزاء قالب دوباره مونتاژ شده و برای آزمون آماده می‌شود. پس از اولین آزمون عیوب احتمالی قالب تشخیص داده‌شده و در صورت نیاز برای اصلاح آن اقدام میشود. پس از تولید قطعات قالب و مونتاژ آن‌ها قالب برای تزریق مواد به محل کارخانه تزریق‌کار برده شده و به‌وسیله دستگاه مناسب تزریق انجام می‌شود. در این مرحله مواد موردنیاز از تولیدکنندگان محصول با کیفیت ایرانی تأمین خواهد شد. پیش‌بینی می‌شود برای هر براکت حدود ۱۵ کیلوگرم ماده در تزریق به کار رود.

شکل ۳-۱۶- مونتاژ نهائی المنت‌ها

تزریق مواد به داخل قالب تحت‌فشار پیشنهادی ناشی از شبیه‌سازی صورت می‌گیرد. این فشار فشاری است که بر اساس آن در نرم‌افزار MoldFlow شبیه‌سازی جریان یافتن مواد داخل قالب صورت گرفته است. شبیه‌سازی در نرم‌افزار بدین‌صورت است که با تعیین نقاط تزریق، دمای مذاب و شرایط خنک کاری و بر اساس فشار تزریق زمان پر شدن قالب و سرد شدن قطعه درون قالب به دست می‌آید. بر اساس شبیه‌سازی نقاط جوش که نقاط به هم رسیدن سیال درون قالب است به‌دست‌آمده و بر اساس این‌که این نقاط در محل تمرکز تنش قرارگرفته باشند یا نه محل تزریق و همین‌طور فشار تزریق تعیین می‌شود.

۳-۴-۹- آزمون اول قالب

پس از آماده‌سازی نهایی، در دو مرحله عملیات تزریق صورت گرفته و در این دو مرحله علاوه بر آزمون قالب، تعداد موردنیاز براکت برای اولین پروژه (در جزیره قشم) تولید می‌شود. مرحله اول آزمون در تاریخ ۴ شهریور ۱۳۹۹ در شرکت پرشین صنعت صورت گرفته و با خروج قطعه از قالب و عدم وجود خط جوش سرد توانایی قالب در تولید قطعه و عدم نیاز به اصلاحات قابل توجه، قالب ازلحاظ ابعادی تأیید شد تأیید شد. در این مرحله از ماده با پایه پلی‌اتیلن استفاده‌شده و بیش از مقاومت مکانیکی، شرایط تزریق و خروج قطعه از قالب اهمیت دارد.



شکل ۳-۱۷- نخستین براکت‌های تولیدشده آزمون مرحله اول

۳-۴-۱۰- آزمون دوم قالب و تولید

در مرحله بعد با انجام آزمون‌های مکانیکی و همین‌طور در همکاری با تأمین‌کننده مواد، آزمون دوم طراحی شد. در این مرحله با تغییر جزئی پایه مواد از پلی‌اتیلن به ترکیبی از پلی‌اتیلن و پلی‌پروپیلن خواص مکانیکی بالاتری برای قطعه طراحی شد. در این مرحله پس از آزمون اولیه، ماده نهایی از بین مواد پیشنهادی انتخاب شد و تولید با استفاده از مواد صورت گرفت. آزمون مرحله دوم در روز ۱۱ مهر ۱۳۹۹ انجام شد. با تأیید امکان تزریق با مواد تغییریافته، تأمین مواد برای تولید به میزان مورد نیاز صورت گرفت. تولید اولین سری براکت در روزهای ۱۳ و ۱۴ مهرماه صورت گرفت. براکت‌های تولید شده در این مرحله هم مورد آزمایش قرار گرفتند. از جمله می‌توان به برش‌های مقطعی و تأیید عدم وجود حبس هوا در قطعه اشاره کرد. قطعاتی از براکت‌های تولید شده بریده شد و در تست کشش قرار گرفت. با تأیید حفظ کیفیت مواد در تزریق، صحت این مرحله تأیید می‌شود.

شکل ۳-۱۸- قالب در داخل دستگاه تزریق

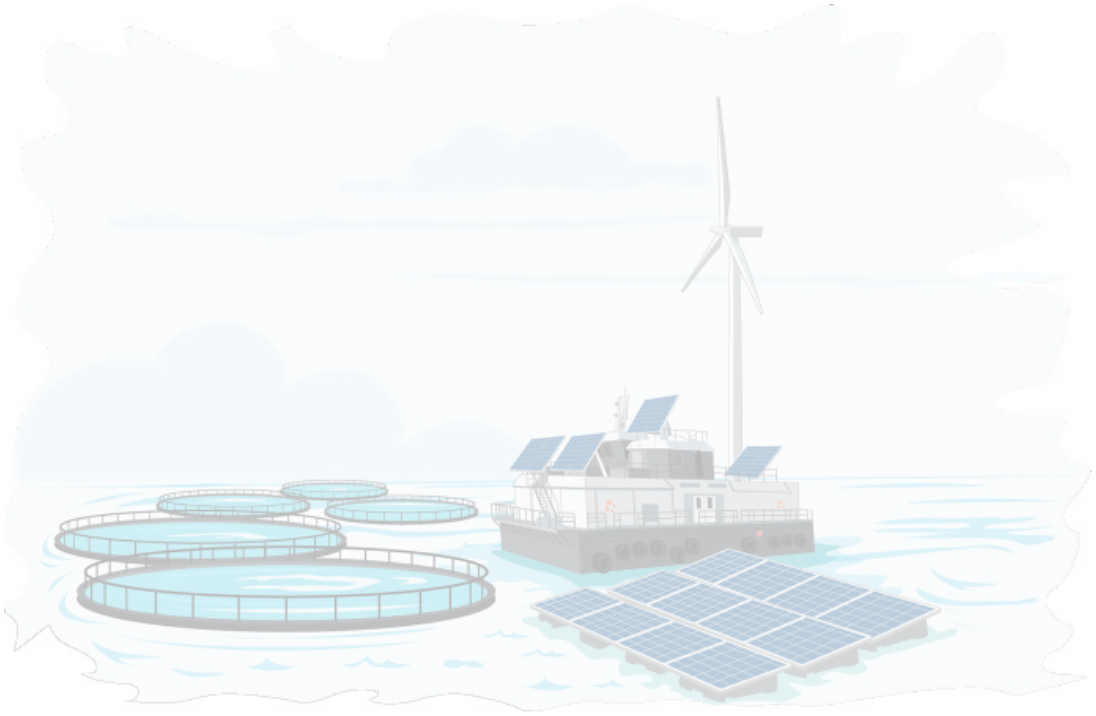
شکل ۳-۱۹- براکت تولیدشده توسط شرکت گسترش فناوری دریایی شریف

در آخر باید به برخی چالش‌های پروژه اشاره کرد که در برخی موارد موجب تأخیر در هماهنگی با برنامه زمان‌بندی اعلامی شد. شرایط ابعادی خاص قطعه یعنی عمق زیاد و ضخامت کم موجب کاهش نرخ براده برداری شد. به دلیل ارتعاش بالای ابزار تراش در هنگام کار ابزار به‌دفعات شکسته شد و تهیه ابزار نیز به دلایل مختلف دچار دشواری‌های گوناگون بود.

مهم‌ترین چالش تهیه ابزار شرایط خاص ایجادشده به دلیل شیوع بیماری کووید ۱۹ بود. به دلیل تعطیلی صنوف و همین‌طور توقف سفرهای بین‌المللی دسترسی به ابزار خاص موردنیاز برای تراش قالب به‌سختی ممکن بود. بااین‌حال با تلاش شرکت مهرکار این ابزارها تا حد رفع نیاز تهیه شد تا تأخیر ساخت قالب به حداقل برسد.

از سوی دیگر به دلیل کمبود ابزار و عدم دسترسی به بازار نیاز بود که میزان خرابی ابزار به حداقل کاهش یابد، به همین دلیل نرخ براده برداری ابزار به مقادیر حداقلی کاهش یافت تا پروژه دچار توقف نشود. از دیگر دشواری‌های این پروژه محدودیت تعداد دستگاه‌های تزریق با ظرفیت بالا بود. برای هر یک از مراحل تزریق تقریباً حدود یک ماه انتظار برای در اختیار گذاشته شدن دستگاه تزریق مناسب لازم بود. به‌علاوه دستگاه تزریق تنها برای چند روز در اختیار تولید براکت بوده و سپس قالب قطعات دیگر

روی آن قرارگرفتــه و اقــدام بــه تولیــد
می‌شـــد.



فصل چهارم

نتایج و دستاوردها

۴-۱- نتایج و بحث

با انجام این پروژه عملاً یکی از حلقه‌های اصلی بومی‌سازی مزارع پرورش ماهی در قفس به تولید رسیده است. همان‌طور که مطرح شد، براکت به‌عنوان انتقال‌دهنده نیروهای وارده از محیط به قفس به سامانه مهار، یکی از مهم‌ترین اجزا سامانه مزرعه پرورش ماهی در دریا محسوب می‌شود. تاکنون این قطعه با کیفیت و استاندارد مطلوب برای استفاده در آب‌های دریا در کشور تولید نشده بود و موجب وابستگی به کشورهای خارجی برای ساخت مزارع پرورش ماهی با هزینه‌های بسیار بالا شده بود. با توجه به ساخت براکت سه کاناله ۳۱۵ بومی، امکان ساخت مزارع به‌صورت کاملاً بومی و با هزینه سرمایه‌گذاری پایین‌تر و همچنین تطابق بسیار بیش‌تر با شرایط بومی آب‌های کشور فراهم شده است.

۴-۲- فناوری‌ها و نوآوری‌های حاصل از طرح

درخت فناوری صنعت پرورش ماهی در قفس در شکل (۴-۱) ارائه‌شده است.

شکل ۴-۱- درخت فناوری قفس پرورش ماهی

حیطه‌های مختلف فعالیت‌های زیر به انجام رسید.

۴-۲-۱- شبیه‌سازی و آزمایش نیروی وارد بر تور آزمون

یکی از مهم‌ترین بخش‌های طراحی مزارع پرورش ماهی در قفس، محاسبه نیروی وارده به تور قفس‌ها ناشی از موج و جریان است. با توجه به عدم امکان مدل‌سازی دقیق عددی، نیاز به آزمون‌های آزمایشگاهی محسوس است؛ بنابراین، آزمون تورهای متعدد برای محاسبه ضرایب درگ و لیفت تور و وابستگی آن به ضریب صلبیت و تغییر شکل در شرایط وجود موج و جریان به انجام رسید. این بخش از موضوع پروژه نیز تاکنون اجرایی شده است. برای اجرایی شدن این بخش از پروژه، علاوه بر ساخت تجهیزات، آزمون در حوضچه کشش دانشگاه صنعتی شریف، به انجام رسید.

۴-۲-۲- طراحی و شبیه‌سازی قفس و مزرعه پرورش ماهی

مجموعه شرکت به این نتیجه رسید که طراحی مزرعه پرورش ماهی به‌صورت فراساحلی با در نظر گرفتن شرایط محیطی، جغرافیایی، عملیاتی و نیاز و بهره‌بردار منجر به دست‌یابی به طرحی خواهد شد که تغییرات محدودی می‌توان در آن اعمال کرد. به‌عبارت‌دیگر، طراحی یک امر بهینه‌سازی با در نظر گرفتن تابع هدف به‌عنوان کارایی سامانه با پارامترهای ورودی نسبتاً زیاد دخیل در مسئله است.

درنهایت با توجه به قیود موجود، طراحی مزرعه پرورش ماهی در قفس بهره‌گیری از سامانه محاسباتی قدرتمند به انجام رسیده است.

۴-۲-۳ -طراحی براکت سه‌کاناله

براکت‌های مورداستفاده در صنعت پرورش ماهی در قفس قطعاتی هستند که نقش متصل‌کننده اجزاء ساختاری اصلی قفس را ایفا می‌کنند. قطعات اصلی سازنده کلار (سازه شناور) قفس پرورش ماهی لوله‌های استاندارد مورداستفاده در آبیاری هستند. قفس‌ها که در چه شرایط محیطی و با چه ظرفیتی به کار گرفته شوند، دارای قطرها و اندازه لوله‌های متفاوتی خواهند بود. معمولاً قفس‌های مورداستفاده در آب‌های آرام به دلیل جریان کمتر آب و سیکل تصفیه بلندتر، دارای قطر کوچک‌تر و ظرفیت کمتری هستند و در تعداد بیشتر مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. قطر کوچک قفس به معنی اندازه کوچک‌تر لوله نیز هست، زیرا در صورت استفاده از لوله‌های با اندازه بزرگ، خم کردن و ایجاد شکل قفس عملاً ناممکن شده و تنش بسیار زیادی به لوله وارد خواهد شد. از سوی دیگر، کم کردن اندازه لوله‌های کلار در حفظ شکل دایروی قفس ایجاد مشکل کرده و صلبیت سازه قفس را مختل می‌کند؛ بنابراین باید همواره با در نظر داشتن نیروی شناوری موردنیاز

قفس و قطر آن برای حد مطلوبی از صلبیت و تنش هنگام ساخت طراحی صورت گیرد. (Klebert et al. ۲۰۱۵، Huang et al ۲۰۱۸)

۴-۳- دستاوردها

با توجه به ظرفیت ۹۰۰ هزار تنی آب‌های ساحلی ایران برای پرورش ماهی در قفس از یکسو و سیاست‌گذاری کشور از سویی دیگر، پیش‌بینی می‌شود این صنعت توسعه‌ای چشمگیر طی سه دهه آینده تجربه کند. مطابق برنامه ششم توسعه، طی پنج سال باید ظرفیت تولید پرورش ماهی در قفس کشور به ۲۰۰ هزار تن برسد که این به معنای نیاز به حداقل دو هزار حلقه قفس ۱۲۵ تنی و حدود ۹۰ هزار قطعه براکت تزریقی است. با فرض توسعه با همین نرخ رشد، پیش‌بینی می‌شود طی ۱۰ سال آتی ظرفیت تولید به ۴۰۰,۰۰۰ تن در سال رسیده و این به معنای نیاز به دو هزار حلقه قفس و ۹۰ هزار عدد براکت دیگر طی ۵ سال دوم است.

طی ۳۰ سال با توجه به افزایش جمعیت از یکسو و نیاز به تولید پروتئین با استفاده از منابع آب شور (با توجه به کمبود آب شیرین)، پیش‌بینی می‌شود تمامی ظرفیت ۹۰۰ هزار تنی تولید کشور مورداستفاده قرار گیرد. در این صورت طی ۳۰ سال آینده قریب به ۹۰۰۰ حلقه قفس پرورش ماهی موردنیاز خواهد بود و در این تعداد حلقه قفس ۴۰۵ هزار عدد براکت استفاده می‌شود.

با به نتیجه رسیدن این طرح و علاوه بر آن کامل کردن حلقه فناوری پرورش ماهی در قفس علاوه بر امکان تحقق این ظرفیت عظیم با تکیه‌بر توان و تخصص داخلی، از خروج بیش از شصت میلیون دلار جلوگیری می‌شود. با توجه به اشتغال مستقیم حداقل ۳۰ نفر در ازای راه‌اندازی هر ۱۰۰۰ تن ظرفیت پرورش، این پروژه امکان ایجاد اشتغال مستقیم تا ۳۰۰۰۰ نفر را از طریق اشتغال دائم در نگهداری و پشتیبانی مزارع فراهم می‌کند.

فصل پنجم

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۵-۱- نتیجه‌گیری

براکت به‌عنوان یکی از اجزاء قفس ماهی باید در سیستمی به کار گرفته شود که تمام اجزاء آن بر اساس استانداردهای مهندسی طراحی‌شده است. پروژه قفس‌های ماهی شامل اجزاء مختلف است که خود قفس، به همراه تمام اجزاء آن، تنها بخشی از آن است. باقی اجزاء مزرعه شامل خطوط مهار، شبکه مزرعه و لنگرهاست. تمامی این اجزاء باید بر اساس محاسبات هیدرودینامیکی دقیق و مطمئن و نتایج آزمون‌های آزمایشگاهی طراحی شود. هر یک از اجزاء دیگر باید بر اساس استانداردهای موجود طراحی و اقلام دارای استانداردهای ملی و بین‌المللی تهیه شود. بر همین اساس فروش و تجاری‌سازی براکت در ضمن تجاری‌سازی قفس‌های پرورش ماهی ممکن است.

تاکنون مذاکرات برای احداث مزارع پرورش ماهی توسط این شرکت با طرف‌های داخلی و خارجی تا حدود مختلفی پیش رفته است. نخستین قرارداد احداث مزرعه با شرکت شریف دریا پویان قشم منعقدشده است. طی این قرارداد نخستین مزرعه کاملا بومی پرورش ماهی در کشور در جزیره قشم راه‌اندازی خواهد شد. این پروژه مشتمل بر سه حلقه قفس با قطر ۲۸ متر، عمق تور ۱۰ متر و ظرفیت هر قفس ۱۲۵ تن هست. همچنین این قفس‌ها در محلی با عمق ۶۰ متر نصب میشود. عمق مناسب برای نصب مزارع پرورش ماهی در قفس بین ۲۰ تا ۶۰ متر است. با اجرای این پروژه و تولید براکت‌ها نخستین مزرعه بومی در وضعیت مونتاژ قرارگرفته است و تا چند ماه آینده مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. تمام قطعات به محل اجرای پروژه منتقل‌شده است و کلار

شکل ۵-۱- براکت‌های منتقل‌شده به محل سایت شرکت شریف دریا پویان قشم

در مرحله مونتاژ است.

این پروژه بر اساس شبیه‌سازی‌های هیدرودینامیکی و نتایج آزمایش کشش قفس در آزمایشگاه ملی دریایی خلیج‌فارس انجام شد. این مزرعه و سامانه مهار آن بر اساس NS۹۴۱۵ طراحی‌شده و تقریباً تمامی اقلام موردنیاز آن از تولیدکنندگان داخلی تأمین خواهد شد. در این پروژه علاوه‌بر اجرا و آزمون براکت تولیدشده تعدادی دستاورد مهندسی دیگر از جمله در حیطه لنگر و سامانه مهار مزرعه مورد آزمایش قرار می‌گیرد. با راه‌اندازی این پروژه با توجه‌به کاهش چشم‌گیر هزینه سرمایه‌گذاری، رفع وابستگی به خارج از کشور برای واردات تجهیزات که به‌دلیل محدودیت‌های موجود با مشکل مواجه‌شده و تطابق تجهیزات تولیدی با شرایط بومی آب‌های کشور که موجب کاهش جدی ریسک حوادث می‌شود، پیش‌بینی می‌شود که توسعه این صنعت شاهد روند فزاینده بوده و مسیر نیل به اهداف برنامه ششم توسعه کشور هموار شود. بر اساس نیازسنجی و آنالیزهای انجام‌گرفته، شرکت دانش‌بنیان گسترش فناوری دریایی شریف با اهداف ذیل درصدد توسعه و تجاری‌سازی محصولات خود است:

- **امکان انبار نمودن براکت‌های تولیدی:** با توجه به تولید براکت‌ها به‌وسیله شرکت‌های دیگر به‌صورت پیمانی، در صورت تولید یک‌جای براکت و امکان انبار نمودن آن، هزینه‌های تولید و حمل‌ونقل کاهش چشم‌گیری می‌یابد که در کاهش بهای تمام‌شده و افزایش تمایل خریداران تأثیر به‌سزایی می‌گذارد.
- **وجود انبار مستقل و یکپارچه:** با یکپارچه ساختن انبار تجهیزات و اقلام موردنیاز مزارع پرورش ماهی در قفس هزینه‌های حمل‌ونقل و سرعت راه‌اندازی مزارع به‌طور محسوسی بهبود خواهد یافت.
- **ایجاد کارگاه ساخت تجهیزات وابسته مزارع پرورش ماهی در قفس:** با ایجاد این کارگاه ضمن توسعه دامنه بومی‌سازی تجهیزات، هزینه تمام‌شده نیز به‌طورجدی کاهش‌یافته و همچنین امکان ایجاد اشتغال دانش‌بنیان فراهم خواهد شد.
- **راه‌اندازی خط تولید مواد براکت:** با راه‌اندازی این خط تولید، ضمن کاهش هزینه تولید براکت، مواد تزریقی لازم نیز با کیفیت‌بهتری‌تولیدخواهدشد.

۵-۲- پیشنهادها

پرورش ماهی در دریا با توجه به کمبود منابع آب شیرین در کشور از یکسو و نیاز روز افزون به منابع پروتئینی سالم از سویی دیگر، به عنوان یکی از منابع استراتژیک

شناخته می‌شود. در این راستا در سیاست‌های کلان کشور در برنامه ششم توسعه و برنامه پیشنهادی هفتم توسعه، دولت مکلف به ایجاد زیرساخت‌های وسیع پرورش ماهی در دریا شده است. (این مقدار در برنامه ششم توسعه برابر ۲۰۰,۰۰۰ تن و در برنامه پیشنهادی هفتم توسعه برابر ۴۰۰,۰۰۰ تن می‌باشد.) بنابراین به‌طور میانگین، سالیانه باید امکان توسعه ۸۰,۰۰۰ تن زیرساخت مزرعه پرورش ماهی در دریا در کشور وجود داشته باشد. این مهم نیازمند برنامه‌ریزی در حوزه‌های مختلف از جمله تجاری‌سازی طراحی، ساخت، نصب و راه‌اندازی مزارع به‌صورت بومی، تأمین نهاده‌های تولید، بسته‌بندی، بازاریابی و ... می‌باشد. در ادامه برای هر یک از سرفصل‌های مذکور پیشنهاداتی آورده شده است:

- **تجاری‌سازی طراحی، ساخت، نصب و راه‌اندازی مزارع پرورش ماهی در دریا به صورت بومی:** در این حوزه پیشنهاد می‌گردد با محوریت شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در این زمینه، کارخانجات متمرکز مشتمل بر صنایع مرتبط از قبیل تولید لوله، طناب، تزریق پلاستیک، توربافی و ... شکل گیرد. به این ترتیب امکان تجاری‌سازی دانش توسعه‌یافته مبتنی بر شرایط بومی و استانداردهای بین‌المللی ایجاد شده و بخش قابل‌توجهی از نیاز توسعه‌ای کشور با احداث یک یا دو کارخانه به‌طور کامل مرتفع‌شده و در فازهای آتی، امکان صادرات محصول با اصالت و با کیفیت شکل خواهد گرفت.
- **تأمین بچه ماهی:** بچه ماهی به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین نهاده تولید در صنعت پرورش ماهی در دریا نیازمند توجه ویژه‌ای می‌باشد. برای رسیدن به تولید سالیانه ۴۰۰,۰۰۰ تن می‌بایست سالیانه حدود ۵۰۰ میلیون قطعه بچه ماهی در قفس‌ها رهاسازی شوند که این مهم نیازمند وجود شرکت‌های بسیار ساختارمند در حوزه هچری و نرسری می‌باشد. پیشنهاد می‌گردد با استفاده از ارائه تأییدیه دانش‌بنیانی، برخی از شرکت‌های پیشگام برای ساخت هچری و نرسری در ابعاد سنتی و گونه‌های مناسب از جنبه تطابق برای شرایطی محیطی آب‌های کشور و بازار پسندی، مورد حمایت قرار گیرند.
- **تأمین خوراک:** خوراک آبزیان به‌عنوان نهاده‌ای که بیش از ۵۰ درصد هزینه تولید در مزارع را به خود اختصاص می‌دهد، بسیار حائز اهمیت است. خوشبختانه تجارب بسیار زیادی در کشور در حوزه تولید خوراک آبزیان وجود دارد که پیشنهاد می‌شود با

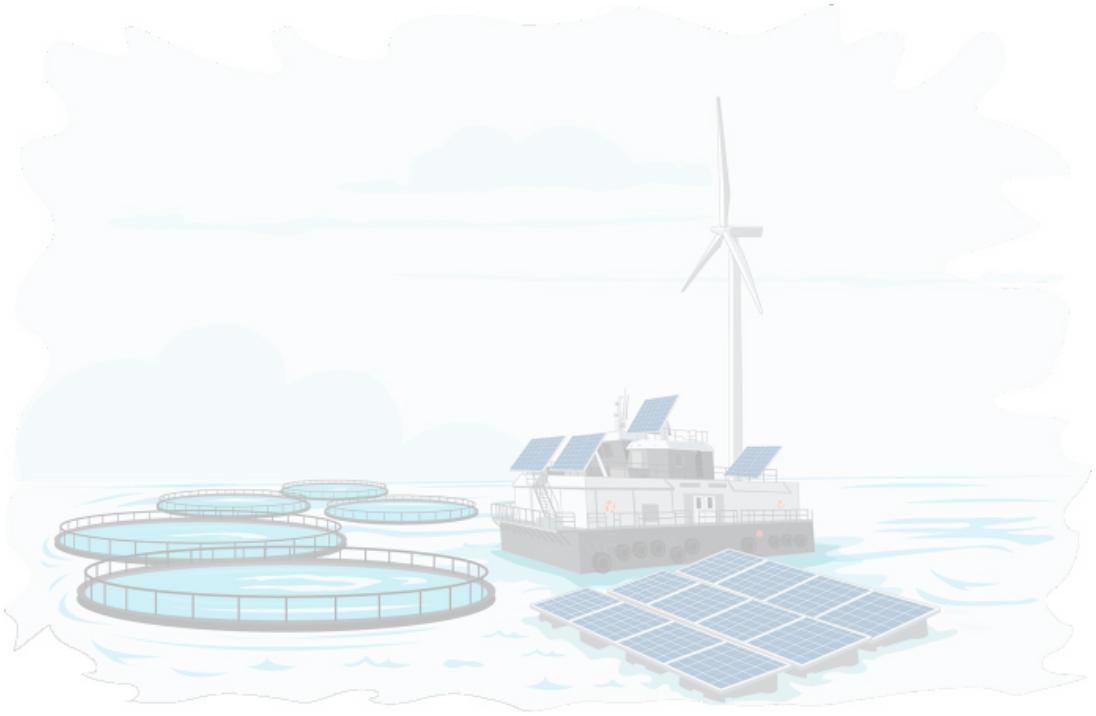
فعال کردن واحدهای دانشگاهی و واحدهای تحقیق و توسعه شرکت‌های فعال در این صنعت، اقدامات لازم برای تولید خوراک مناسب برای آبزیان دریایی با کیفیت بالا، ضریب تبدیل پایین و رعایت نکات بهداشت و سلامت آبزیان، انجام شود.

- **توسعه مدیریت کشت:** مدیریت کشت یکی از اصلی‌ترین ارکان تولید در قفس‌های پرورش ماهی می‌باشد. علی‌الخصوص در سال‌های نخست توسعه این صنعت، به دلیل تجارب کم پرورش‌دهندگان از یک‌سو و عدم امکان هزینه‌کرد بالا توسط پرورش‌دهندگان برای شکل‌دهی تیم‌های مشاور با تجربه از سویی دیگر، تنها راه موجود برای جلوگیری از خسارات احتمالی و تولید با راندمان بالا، ایجاد شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه مدیریت کشت و خدمات پشتیبانی مزارع پرورش ماهی در قفس می‌باشد. این شرکت‌ها می‌بایست در حوزه‌های مدیریت تولید، مدیریت بهداشتی، مدیریت نگهداری و تعمیر زیر ساخت‌ها، مدیریت تغذیه، ارائه خدمات پشتیبانی دریایی و بازدیدهای مستمر به پرورش‌دهندگان خدمات‌رسانی نمایند. با انجام این مهم علاوه بر توسعه دانش در این صنعت، بازدهی مزارع در سال‌های نخست بسیار بالا رفته که این به‌خودی‌خود موجب جذب هر چه بیشتر سرمایه‌گذاران و در نتیجه تحقق سریع‌تر اهداف برنامه توسعه کشور خواهد شد.
- **فرآوری و بسته‌بندی:** در این خصوص می‌بایست با گردآوری استانداردهای جهانی برای فرآوری آبزیان و آموزش و ارائه این استانداردها به شرکت‌های فرآوری موجود در کشور، امکان فرآوری مناسب جهت صادرات را فراهم آورد. از سویی دیگر با توجه‌به حجم بسیار بالای تولید هدف‌گذاری شده، می‌بایست حمایت‌ها و سرمایه‌گذاری‌های لازم جهت توسعه و راه‌اندازی مراکز فرآوری استاندارد انجام شود.
- **توسعه بازار:** بازار همواره یکی از دغدغه‌های تولیدکنندگان بوده است. با مطالعه و مدیریت توسعه بازار، می‌توان این دغدغه اصلی را مرتفع نمود. در این راستا می‌بایست شرکت‌های متخصص در حوزه مارکتینگ (علی‌الخصوص شرکت‌های دانش‌بنیان) فعال شوند.

۵-۳- تشکر و قدردانی

بر خود لازم می‌دانیم از ستاد توسعه فناوری‌های آب، خشکسالی، فرسایش و محیط‌زیست معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری،

کـه زمینـه را بـرای اجـرای ایـن طـرح فراهـم کردنـد، صمیمانـه سپاسـگزاری نماییـم.



فهرست منابع

۱. سازمان برنامه و بودجه کشور:معاونت امور اقتصادی و هماهنگی برنامه و بودجه ؛ دبیرخانه ستاد تدوین برنامه ششم توسعه، اسناد برنامه ششم توسعه، تهران، سازمان برنامه و بودجه کشور، مرکز اسناد، مدارک و انتشارات، ۱۳۹۵

۲. Cardia, F. and Lovatelli, A. ۲۰۱۵. Aquaculture operations in floating HDPE cages: a field handbook. Food and Agriculture Organization of the United States.

۳. Chen, Y.Y., Yang, B.D. and Chen, Y.T. ۲۰۱۹. Applying a ۳-D image measurement technique exploring the deformation of net cage under wave–current interaction. Ocean Engineering, -۱۷۳:۸۲۳ ۸۳۴.

۴. DeCew, J., Tsukrov, I., Risso, A., Swift, M.R. and Celikkol, B. ۲۰۱۰. Modeling of dynamic behavior of a single-point moored submersible fish cage under currents. Aquacultural Engineering, ۲)۴۳)۴۵-۳۸:.

۵. Dong, G.H., Tang, M.F., Xu, T.J., Bi, C.W. and Guo, W.J. ۲۰۱۹. Experimental analysis of the hydrodynamic force on the net panel in wave. Applied Ocean Research, ۲۴۶-۸۷:۲۳۳.

۶. Fredriksson, D.W. ۲۰۰۱. Open ocean fish cage and mooring system dynamics.

۷. Gansel, L.C., Oppedal, F., Birkevold, J. and Tuene, S.A. ۲۰۱۸. Drag forces and deformation of aquaculture cages—Full-scale towing tests in the field. Aquacultural Engineering, ۵۶-۸۱:۴۶.

۸. Huang, C.C., Tang, H.J. and Liu, J.Y. ۲۰۰۶. Dynamical analysis of net cage structures for marine aquaculture: Numerical simulation and model testing. Aquacultural Engineering, ۳)۳۵):۲۷۰-۲۵۸.

۹. Huang, C.C., Tang, H.J. and Liu, J.Y. ۲۰۰۸. Effects of waves and currents on gravity-type cages in the open sea. Aquacultural Engineering, ۳۸(۲):۱۰۵-۱۱۶.

۱۰. Huang, X.H., Guo, G.X., Tao, Q.Y., Hu, Y., Liu, H.Y., Wang, S.M. and Hao, S.H. ۲۰۱۸. Dynamic deformation of the floating collar of a net cage under the combined effect of waves and current. Aquacultural Engineering, ۵۶-۸۳:۴۷.

۱۱. Klebert, P., Lader, P., Gansel,

L. and Oppedal, F. ۲۰۱۳. Hydrodynamic interactions on net panel and aquaculture fish cages: A review. Ocean Engineering, ۲۷۴-۵۸:۲۶۰.

۱۲. Klebert, P., Patursson., Endresen, P.C., Rundtop, P., Birkevold, J. and Rasmussen, H.W. ۲۰۱۵. Three-dimensional deformation of a large circular flexible sea cage in high currents: Field experiment and modeling. Ocean Engineering, -۱۰۴:۵۱۱ ۵۲۰.

۱۳. Kristiansen, T. and Faltinsen, O.M. ۲۰۱۲. Modelling of current loads on aquaculture net cages. Journal of Fluids and Structures, ۲۳۵-۳۴:۲۱۸.

۱۴. Lader, P., Enerhaug, B., Fredheim, A., Klebert, P. and Pettersen, B. ۲۰۱۴. Forces on a cruciform/sphere structure in uniform current. Ocean Engineering, ۱۹۰-۸۲:۱۸۰.

۱۵. Lader, P., Jensen, A., Sveen, J.K., Fredheim, A., Enerhaug, B. and Fredriksson, D. ۲۰۰۷. Experimental investigation of wave forces on net structures. Applied Ocean Research, ۳)۲۹):۱۲۷-۱۱۲.

۱۶. Lader, P., Jensen, A., Sveen, J.K., Fredheim, A., Enerhaug, B. and Fredriksson, D. ۲۰۰۷. Experimental investigation of wave forces on net structures. Applied Ocean Research, ۲۹(۳):۱۱۲-۱۲۷.

۱۷. Lader, P.F. and Enerhaug, B. ۲۰۰۵. Experimental investigation of forces and geometry of a net cage in uniform flow. IEEE Journal of Oceanic Engineering, ۳۰ (۱):۷۹-۸۴.

۱۸. Lader, P.F. and Fredheim, A. ۲۰۰۶. Dynamic properties of a flexible net sheet in waves and current—A numerical approach. Aquacultural Engineering, ۳۵(۳):۲۲۸-۲۳۸.

۱۹. Li, L., Fu, S., Xu, Y., Wang, J. and Yang, J. ۲۰۱۳. Dynamic responses of floating fish cage in waves and current. Ocean Engineering, -۷۲:۲۹۷ ۳۰۳.

۲۰. Ma, L., Hu, K., Fu, S., Moan, T. and Li, R. ۲۰۱۶. A hybrid empirical-numerical method for hydroelastic analysis of a floater-and-net system. Journal of Ship Research, ۶۰ (۱):۱۴-۲۹.

۲۱. Shen, J., Qin, H., Ma, L. and Fu, S., ۲۰۱۵, May. Numerical study on the deformation of a net panel in steady

and oscillatory flow. In International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering (Vol. ۵۶۵۴۳, p. V۰۰۶T۰۵A۰۰۵). American Society of Mechanical Engineers.

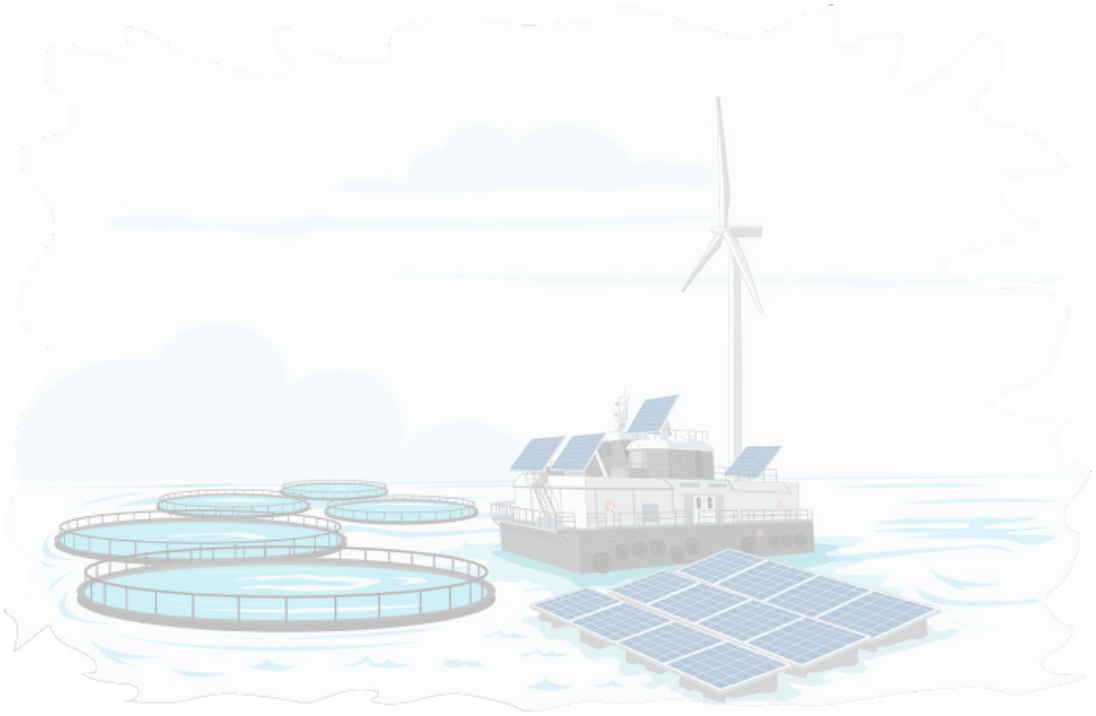
۲۲. Tang, M.F., Dong, G.H., Xu, T.J., Zhao, Y.P., Bi, C.W. and Guo, W.J. ۲۰۱۸. Experimental analysis of the hydrodynamic coefficients of net panels in current. Applied Ocean Research, ۲۶۱-۷۹:۲۵۳.

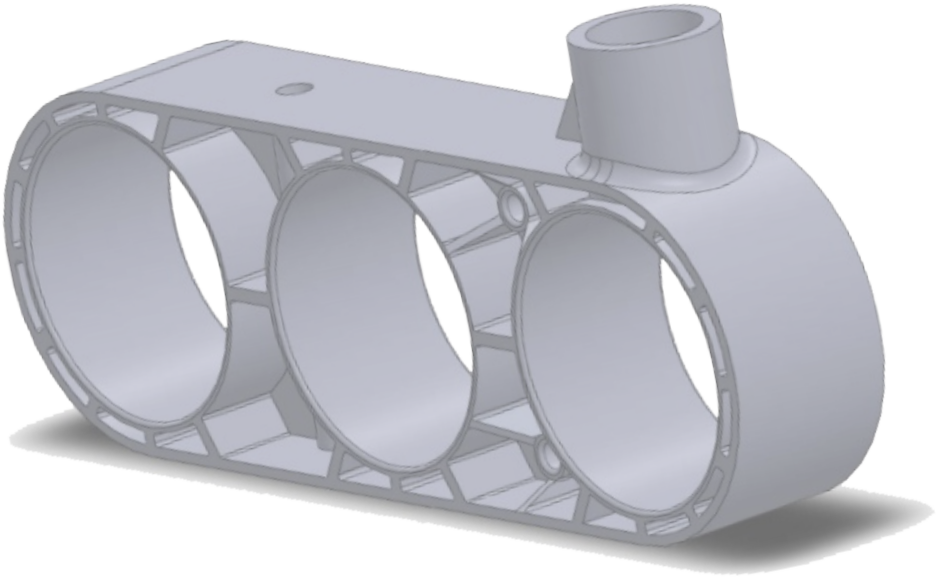
پیوست ۱

معرفی شرکت

شرکت دانش‌بنیان گسترش فناوری دریایی شریف در سال ۱۳۹۶ توسط جمعی از فارغ‌التحصیلان دانشگاه صنعتی شریف در رشته‌های مهندسی دریا، مکانیک و عمران شکل گرفت. هدف این شرکت بومی‌سازی مزارع پرورش ماهی در قفس بر اساس شرایط محیطی حاکم بر آب‌های کشور بود که با تلاش شبانه‌روزی متخصصین جوان این شرکت و حمایت‌های انجام‌شده به وسیله ستاد توسعه فناوری‌های آب، خشکسالی، فرسایش و محیط‌زیست معاونت علمی و فناوری و شرکت‌های آبزیان گستر نصر و شریف دریا پویان قشم، این مهم محقق شده است. شایان ذکر است شرکت گسترش فناوری دریایی شریف در مرداد ماه سال ۱۳۹۸ با حمایت‌های انجام شده توسط ستاد توسعه فناوری‌های آب، خشکسالی، فرسایش و محیط‌زیست معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، موفق به اخذ تأییدیه دانش‌بنیانی در حوزه ساخت تجهیزات پیشرفته (محصول: مزارع ۱۰۰۰ تنی پرورش ماهی در دریا) گردید. در این مسیر اقدامات و دستاوردهای مهمی انجام شد که برخی از آنان به شرح زیر است:

* مطالعات گسترده و مرور بر ادبیات موضوع
* بررسی دقیق تجربیات مزارع مختلف در داخل و خارج از کشور با محوریت قرار دادن حوادث
* بازدیدهای میدانی
* شبیه‌سازی رایانه‌ای سازه
* توسعه نرم‌افزار مطالعات موج و جریان خلیج‌فارس و دریایی خزر
* طراحی سامانه
* عضویت در هلدینگ آبزیان گستر نصر
* انجام ازمون موفق نمونه ۱ به ۱۰ در شرایط موج و جریان توأمان (برای اولین بار در جهان) در آزمایشگاه ملی دریایی ایران
* اخذ گواهی دانش‌بنیانی
* ساخت قالب براکت سه کاناله تزریقی
* ساخت براکت‌های سه کاناله تزریقی ۳۱۵
* راه‌اندازی اولین مزرعه تماماً بومی کشور در جزیره قشم با همکاری شرکت شریف دریا پویان قشم
* ساخت بویه‌های ۲۲۰۰ لیتری
* عقد قرارداد و انجام پروژه‌های مختلف در جزیره قشم، سیریک، چابهار و استان بوشهر





انتشارات دانش بنیان فناور
www.isti.ir