



Food and Agriculture
Organization of the
United Nations



Jahad Nasr Investment Corporation

intl@inasr.net

FAO
FISHERIES AND
AQUACULTURE
TECHNICAL
PAPER

ISSN 2070-7010

593

کتاب راهنمای

پرورش ماهی در قفس‌های پلی اتیلن شناور



مترجم: دکتر سیدمهدی میرحیدری

Dr.Mirheydari@inasr.net

Aquaculture Operation in Floating HDPE Cages
A Field Handbook
ISBN: 978-92-5-108749-7

“This work was originally published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) in English as Aquaculture operations in floating HDPE cages A field handbook.

This Farsi translation was arranged by Jahad Nasr Investment Co. Jahad Nasr Investment Co. is responsible for the quality of the translation. In the event of discrepancies, the original language will govern.”

“The designations employed and the presentation of material in this information product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) concerning the legal or development status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. The mention of specific companies or products of manufacturers, whether or not these have been patented, does not imply that these have been endorsed or recommended by FAO in preference to others of a similar nature that are not mentioned. The views expressed in this information product are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views or policies of FAO”.

“© Jahad Nasr Investment Co., 2016 (Farsi translation)”

“© FAO, 2015 (English edition)”

کتاب راهنمای عملیات آبی پروری در قفس شناور

“این کتاب راهنما، مجموعه اطلاعاتی است که توسط سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد FAO به زبان انگلیسی و به عنوان راهنمای عملیات آبی پروری در قفس های شناور HDPE منتشر گردیده و توسط شرکت سرمایه گذاری جهاد نصر به فارسی ترجمه شده و شرکت سرمایه گذاری جهاد نصر مسئول کیفیت ترجمه است. در صورت اختلاف، مرجع اصلی نسخه زبان انگلیسی خواهد بود.”

“طراحی ها و توضیحات بکار رفته در این مجموعه اطلاعاتی، به معنی ابراز عقیده از طرف FAO در مورد وضعیت حقوقی یا توسعه یک کشور، سرزمین، شهر و ناحیه یا محدودیت ها و مرزهای آن نمی باشد. اشاره به شرکت های خاص و محصولات تولید کنندگان که ممکن است به عنوان اختراع ثبت شده یا ثبت نشده باشند، به معنی تایید یا توصیه FAO در ارجحیت نسبت به تولید کنندگان دیگر که ذکر نشده اند، نمی باشد. اظهارنظرها در این مجموعه، عقیده نویسندگان بوده و الزاما نظر FAO نمی باشد.”

تولیدات کشاورزی جهانی که در سال‌های اخیر بطور یکنواختی رشد یافته‌اند، بصورت فزاینده‌ای بر ماهی‌ها و سایر آبزیان خوراکی دارای اهمیت تجاری که وارد بازارهای ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی می‌شوند، تأثیر می‌گذارند. تقاضای در حال افزایش برای چنین محصولاتی، بسط و توسعه سیستم‌های تولیدات آبزی پروری را هم در روی خشکی و هم در همه مجموعه‌های آبی بدنبال داشته است، که شامل فناوری‌هایی هستند که دامنه گسترده‌ای از تولید تخم ماهی تا ساختارهای در حال پیشرفت و سایر تأسیسات پشتیبانی آبزی پروری را در برمی‌گیرد.

در دهه‌های اخیر، صنعت آبزی پروری خروجی تولیدات خود را در هر واحد سطح یا حجم تشدید کرده است تا بتواند بصورت فراگیری در رقابت شدید با سایر کاربردها در سطوح خشکی و آبی، برابری کند. توسعه پرورش ماهی در دریا «دریا-آبزی پروری» نامیده می‌شود که در نتیجه چندین عامل پشتیبانی کننده اتفاق افتاده است. این عوامل شامل بروزآوری فناوری‌های تولیدمثل و پرورش برای گونه‌های مورد نظر و توسعه ساختارهای فیزیکی است، بصورتی که برای گونه‌های پرورشی مناسب باشند. قفس‌های دریایی مدرن، چه شناور و چه غوطه‌ور یک چنین روند توسعه‌ای را نشان می‌دهند. این قفسها بطرز چشمگیری از سیستم‌های اساسی و ابتدایی بسوی ساختارهای مهندسی شده پیچیده و دقیق، تکامل یافته‌اند.

بسیاری از طرح‌ها و مدل‌های قفس‌ها توسعه یافته‌اند و از نظر تجاری در دسترس هستند. در میان آنها، قفس‌های پلی اتیلن متراکم (HDPE)، بخاطر تنوع مواد مورد استفاده، سادگی نسبی در کاربرد عملیات پرورشی گوناگون و سرمایه‌گذاری نسبتاً محدود مورد نیاز، کاربرد گسترده‌ای دارند. پیشرفت‌های فنی قفس‌های HDPE با قابلیت دسترسی به مواد جدید و اقلام گوناگون تجهیزات مورد نیاز برای خدمات‌رسانی، در همه عملیات پرورش ماهی در حال گسترش می‌باشد.

این کتاب راهنما بر جنبه‌های فنی قفس‌های HDPE تمرکز می‌کند؛ اگرچه فصل مقدمه شامل اهمیت انتخاب مکان مناسب از نظر قرارگیری در مکان و پارامترهای محیطی است که بر رفاه ماهی پرورشی و ایمنی ساختارهای پرورش تأثیر می‌گذارد. تعیین مکان مناسب یک قفس اهمیت زیادی از نظر موفقیت کلی فنی و اقتصادی و عملیات تجاری و کاهش اثرات محیطی محل پرورش دارد.

این کتاب راهنما قبل از شرح خصوصیات قفس‌های HDPE و عناصری که یک واحد پرورشی را تشکیل می‌دهند، سیستم‌های مهاربندی و توری‌ها را توصیف می‌کند که از قفس‌های ماهی

پشتیبانی می‌نمایند. اطلاعاتی در مورد اجزای این سیستم‌ها، مشخصات فنی آنها در رابطه با اندازه محل پرورش و مونتاژ روی خشکی و فرایند نصب آنها در دریا فراهم شده است. همچنین در در یک فصل درباره حلقه شناور قفس تمرکز شده و اجزایی را توصیف می‌کند که این سازه اصلی پرورش را تشکیل می‌دهند. داشتن مشخصات فنی و گزینه‌های طراحی عناصر اصلی طوقه، امکان ساخت فوری و متناسب با محیط این سازه‌ها را فراهم می‌نماید بطوریکه کلیه نیازهای اپراتورها را تأمین می‌کند. سپس اطلاعات فنی در مورد طناب‌ها، توردوزی، طراحی توری و تعیین اندازه و شکل مناسب قفس ارائه شده است. همچنین براساس فرایندهای توسعه یافته در سال‌های تجربه میدانی، اطلاعات کاربردی در مورد نصب طوقه و تور، تعویض تور، تکنیک‌های تعمیر و نگهداری و بازرسی‌ها ارائه شده است.

بخش نهایی کتاب شامل روشهای کاربردی مربوط به ذخیره کردن تخم ماهیان در قفس‌ها، غذادهی و مدیریت ذخایر ماهی، اطلاعات کاربردی در مورد روش‌های پیش‌برداشت و برداشت، جابجایی و حمل و نقل ماهی‌ها می‌باشد. برخی اطلاعات هم در مورد فرایند امنیت پرورش، با تأکید بر مخاطرات بالقوه، در هنگام کار روی یک قفس پرورشی با ساختار شناور یا غوطه‌ور، ارائه شده است.

Francesco Cardia
FAO Project Manager
Kingdom of Saudi Arabia

and

Alessandro Lovatelli
FAO Aquaculture Branch
Italy

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
and
MINISTRY OF AGRICULTURE OF THE KINGDOM OF SAUDI ARABIA
Rome, 2015

The designations employed and the presentation of material in this information product do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), or of the Ministry of Agriculture of the Kingdom of Saudi Arabia concerning the legal or development status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. The mention of specific companies or products of manufacturers, whether or not these have been patented, does not imply that these have been endorsed or recommended by FAO, or the Ministry of Agriculture of the Kingdom of Saudi Arabia in preference to others of a similar nature that are not mentioned.

The views expressed in this information product are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views or policies of FAO or the Ministry of Agriculture.

ISBN 978-92-5-108749-7

© FAO and Ministry of Agriculture of the Kingdom of Saudi Arabia, 2015

FAO and the Ministry of Agriculture of the Kingdom of Saudi Arabia encourage the use, reproduction and dissemination of material in this information product. Except where otherwise indicated, material may be copied, downloaded and printed for private study, research and teaching purposes, or for use in non-commercial products or services, provided that appropriate acknowledgement of FAO and Ministry of Agriculture of the Kingdom of Saudi Arabia as the source and copyright holder is given and that FAO's or Ministry of Agriculture's endorsement of users' views, products or services is not implied in any way.

All requests for translation and adaptation rights, and for resale and other commercial use rights should be made via www.fao.org/contact-us/licence-request or addressed to copyright@fao.org.

FAO information products are available on the FAO website (www.fao.org/publications) and can be purchased through publications-sales@fao.org

Preparation of this document

The document has been funded and produced in the framework of the Technical Cooperation Programme between the Kingdom of Saudi Arabia and the Food and Agriculture Organization of the United Nations during the implementation of two unilateral trust fund projects, i.e. “Support to the Fish Farming Center (FFC), Jeddah, Saudi Arabia” and “Strengthening and supporting further development of aquaculture in the Kingdom of Saudi Arabia”.

The purpose of this manual is to provide a general overview of farming and management techniques needed to operate high-density polyethylene (HDPE) floating fish-culture cages, including the types of materials used, their technical specifications and operability.

The rationale behind this handbook is to contribute to the capacity building of technical staff on highly practical issues and the management of fish cage farms. Moreover, this publication provides entrepreneurs, managers and workers involved in cage farming with a reference manual where they can find a rich source of technical and biological information, ranging from farm installation to the entire production cycle. The handbook also includes technical tables, logbook examples and functional suggestions acquired from years of field experience, which is shared with the readers.

This publication is also addressed to administrations, institutional organizations and development agencies involved in planning, ruling, licensing, subsidizing, etc., with the main practical and technical issues of this relatively new branch of aquaculture being systematically described and explained.

Cage aquaculture is nothing but fish production using a (relatively) new technological system. Thus, many of the issues related to fish biology, pathology, feeding, etc., are shared with all other fish production systems. For this reason, the authors have focused as much as possible on practical and operational issues related to cage aquaculture, while readers are referred to more generic literature to obtain in-depth information on other and general aquaculture practices.

The handbook briefly covers some important topics such as work safety while others are not dealt with at all (e.g. working boats and cranes, diving technique and equipment) as specific technical competences are required to treat these topics adequately.

Finally, procedures and operations described in this manual aim to provide the reader with possible solutions to problems and issues that are usually encountered in the cage farms. Nevertheless, each procedure inevitably needs to be revised and adapted to each site condition, workers' experience, and the availability of labour, equipment and auxiliary boats.

۱- مقدمه	۱
۲- انتخاب مکان	۴
معیارهای انتخاب مکان	۸
شاخصه‌های محیطی برای ارگانیزم‌ها	۸
تاثیر عوامل محیطی بر سازه‌های پرورشی	۱۲
سایر معیارها	۲۵
نقشه‌های دریایی	۲۶
مختصات جغرافیایی	۲۷
۳- مهاربندی و سیستم شبکه	۲۹
بویه‌های ناوبری	۲۹
خصوصیات فنی	۳۰
مونتاز قطعات روی خشکی	۳۱
استقرار	۳۱
سیستم شبکه‌ای و سیستم مهاربندی	۳۱
ردپای مزرعه پرورش ماهی	۳۶
مهاربندی و اجزای شبکه	۳۶
نصب سیستم‌های مهاربندی	۵۰
۴- اجزای قفس HDPE	۵۷
خصوصیات HDPE	۵۷
لوله‌های HDPE	۵۷
براکت‌ها	۶۱
وزنه‌های نگهدارنده و لوله نگهدار وزنه	۶۵
ساخت طوق دور قفس	۶۹
مونتاز طوقه	۶۹
نصب طوقه	۷۱
نصب تور	۷۷
۵- الیاف، تورسازی و طناب‌ها	۷۹
الیاف	۷۹
چگالی	۷۹

۸۰	پلی آمید (PA)، یا نایلون
۸۱	پلی اتیلن (PE)
۸۲	پلی پروپیلن (PP)
۸۲	پلی پروپیلن با عملکرد بالا (HPPE)
۸۴	طناب‌ها
۸۵	حداکثر تحمل بار شاخص و اوزان انواع طناب اصلی
۸۵	تورسازی
۸۵	خصوصیات تور: مواد، اندازه، شکل و ضخامت
۹۶	طراحی قفس توری
۹۹	طناب‌های تور
۱۰۲	بخیه‌ها
۱۰۴	رابط‌های تور: حلقه‌ها، قوس‌ها و زیپ‌ها
۱۱۰	ابعاد تور
۱۱۳	جزئیات ساختاری
۱۱۵	عمل‌آوری تور- مواد ضد جرم‌گیری و محافظدر برابر UV
۱۱۸	تورهای ضدشکارچی
۱۲۳	۶- نگهداری و کنترل
۱۲۴	نگهداری سوابق و نقشه مکان
۱۲۴	گزارش روزانه
۱۲۶	بازرسی‌های دوره‌ای
۱۲۷	بازرسی شش ماهه
۱۲۷	خطوط مهاربندی
۱۲۸	بویه‌های شاخص
۱۲۸	بازرسی ماهانه
۱۲۸	لامپ‌های بویه شاخص
۱۲۸	بازرسی هفتگی
۱۲۸	سیستم شبکه
۱۲۹	طوقه و خطوط مهاربندی
۱۲۹	بازرسی روزانه
۱۲۹	تورها
۱۳۱	عدم تطابق

۱۳۱	روشهای جابجایی اجزاء
۱۳۱	تغییر موقعیت لنگر و محکم کردن خط مهاربندی
۱۳۲	جابجایی قلاب بویه به صفحه کنکتور
۱۳۴	جابجایی قلاب بین زنجیر و بویه
۱۳۴	جابجایی بویه
۱۳۴	جابجایی قلاب زنجیر مهاربندی
۱۳۵	جابجایی خط شبکه
۱۳۵	حذف جرم‌گیری زیستی
۱۳۵	پاکسازی خطوط مهاربندی و شبکه
۱۳۵	پاکسازی تورها
۱۳۶	توصیه‌های اضافی برای پاکسازی تور
۱۳۷	تعویض تور
۱۳۸	اقدامات مقدماتی در تعویض تور
۱۳۹	تعیین موقعیت تور جدید
۱۳۹	جداسازی تور جرم گرفته
۱۴۲	پاکسازی تور جرم گرفته
۱۴۲	اتصال تور جدید
۱۴۲	نگهداری تور در خشکی
۱۴۳	ماشین شستشوی تور
۱۴۶	۷- ذخیره‌سازی ماهی: ماهی‌های انگشت‌قد و بچه ماهی‌ها
۱۴۶	کیفیت دسته ماهی
۱۴۶	اندازه ماهی
۱۴۶	بیماری
۱۴۷	شمارش تعداد ماهی‌ها
۱۴۹	ورودی‌های ماهی
۱۴۹	خروجی کنترل شده ماهی‌ها
۱۵۰	خروجی کنترل نشده ماهی‌ها
۱۵۰	انتقال و ذخیره‌سازی ماهی
۱۵۱	کیسه‌های پلاستیکی
۱۵۲	یدک کشی قفس
۱۵۵	مخازن انتقال ماهی

۱۶۰	۸- تغذیه ماهی
۱۶۴	سیستم‌های تغذیه
۱۶۶	تغذیه دستی
۱۶۶	لوله‌های تغذیه
۱۶۷	غذاده‌های خودکار
۱۶۸	سیستم‌های تغذیه متمرکز
۱۷۲	۹- مدیریت ذخیره‌سازی ماهی
۱۷۲	کنترل و ارزیابی زیست‌توده
۱۷۴	ردیابی قفس‌ها و دسته ماهی‌ها
۱۷۴	گزارش ذخیره‌سازی ماهی
۱۷۷	نمونه‌گیری از ماهی‌ها
۱۸۰	۱۰- صید و بسته‌بندی
۱۸۱	صید بسیار زیاد ماهی
۱۸۱	نمونه‌گیری از ماهی‌ها
۱۸۱	گرسنه نگه داشتن ماهی‌ها
۱۸۲	آماده‌سازی تجهیزات
۱۸۲	روش‌های جمع‌آوری
۱۸۲	تور کیسه‌ای پره
۱۸۵	تور کیسه‌ای دستی (هند ساین)
۱۸۸	سیستم بالابر تور
۱۸۹	قفس کوچک برای صید از داخل قفس بزرگ
۱۹۰	فرآوری و بسته‌بندی
۱۹۱	یخ
۱۹۳	۱۱- نکات ایمنی
۱۹۵	غواصی با لوازم
۱۹۹	منابع

ABW	وزن میانگین بدن
ADCI	موسسه بین‌المللی پیمانکاران غواصی
AED	شوکه‌دهنده خودکار بیرونی
BL	حداکثر تحمل بار
CI	شاخص موقعیت
CPR	احیای قلبی - ریوی
DO	اکسیژن محلول
FAO	سازمان مواد غذایی و کشاورزی ملل متحد
FCR	ضریب تبدیل غذایی
FFC	مرکز پرورش ماهی
FMG	گیج اندازه‌گیری چشمه کامل
FMKK	اندازه چشمه تور (فاصله کامل دو گره)
GPS	سیستم‌های موقعیت‌یاب جغرافیایی
HACCP	سیستم تجزیه و تحلیل خطر و نقاط کنترل بحران
HDPE	پلی‌اتیلن با تراکم بالا
HMKK	نصف چشمه تور (نصف فاصله دو گره)
HPPE	پلی‌اتیلن با عملکرد بالا
HSE	مدیر بهداشت و امنیت
ID	شناسایی
IDSA	موسسه بین‌المللی مدارس غواصی
IMCA	موسسه بین‌المللی پیمانکاران دریایی
K	ضریب موقعیت
LED	دیود منتشر کننده نور
MBL	حداقل تحمل بار
MRS	مقاومت مورد نیاز حداقل
PA	نایلون یا پلی‌آمید
PE	پلی‌اتیلن
PES	پلی‌استر

PET	پلی اتیلن ترفتالات
PN	فشار ظاهری
PP	پلی پروپیلن
PVC	پلی وینیل کلرید
ROV	دستگاه کنترل از راه دور
SS	فولاد ضد زنگ
SDR	ضریب بعد استاندارد
SGR	نسبت رشد ویژه
SWH	ارتفاع موج چشمگیر
SWL	بار مجاز ایمن
WLL	حد بار مجاز
USD	دلار آمریکا
UV	فرابنفش
واحدها و نمادها	
بیولوژیکی/آماري	
CV	ضریب تغییر
K	ضریب موقعیت
RSD	انحراف استاندارد
W	زیست توده
طول، مساحت، زمان، سرعت، حجم، وزن، غلظت	
mm	میلی متر
cm	سانتی متر
m	متر
M	مایل دریایی (NM)
km	کیلومتر
Cm ²	سانتی متر مربع
m ²	متر مربع
Km ²	کیلومتر مربع
S	ثانیه
Min	دقیقه
h	ساعت

گره‌ها (سرعت، معادل مایل دریایی در هر ساعت)	kn
کیلومتر در هر ساعت	Km/h
سانتی متر مکعب (m/)	cc
متر مکعب	m ³
میلی لیتر (cc=)	ml
لیتر	L
میلی گرم	mg
گرم	g
کیلوگرم	kg
تن متریک (۱۰۰۰ کیلوگرم) (تن هم نوشته می شود)	mt
قسمت در هزار (۰٪ هم نوشته می شود)	ppt
قسمت در میلیون	ppm
قسمت در میلیارد (هزار میلیون)	ppb
دریایی، اقیانوس نگاری	
درجه اعشاری	DD
درجه دقیقه ثانیه	DMS
درجه اعشاری دقیقه	DM
ارتفاع موج چشمگیر (SWH)	Hs
دوره اوج موج	Tp
دوره میانگین موج	Tm
سرعت جریان	Vc
سایر اختصارها و نمادها	
کیلووات- ساعت	kwh
نیوتن	N
کیلونیوتن (=۱۰۰۰ نیوتن)	KN
درجه سلسیوس	°C
کمتر از	<
بیشتر از	>
تحلیل نشده یا موجود نیست (N/A)	n.a.
عدد	no.
قطر	φ

- شکل ۱. نمودار بر هم کنش‌های اصلی قفس - محیط - قفس ۵
- شکل ۲. طبقه‌بندی مکان که در کنفرانس «پرورش Deep blue» توصیه شده ۷
- شکل ۳. تأثیرات اکسیژن حل شده (DO) بر ماهی گرمابی ۱۰
- شکل ۴. تأثیر عمق بر جابجایی ضایعات جامد روی بستر دریای زیرقفس ۱۴
- شکل ۵. قدرت کشش جریان برای فرو بردن قفس‌های سطحی ۱۶
- شکل ۶. گلبادها، که مشاهدات سابقه بادها را در یک موقعیت خاص نشان می‌دهد. ۱۷
- شکل ۷. رأس موج، پایه (فرورفتگی) موج و طول موج ۲۰
- شکل ۸. اوربیتال‌های موج و اثر عمق بر عملکرد موج ۲۰
- شکل ۹. توزیع آماری موج در یک دوره موردنظر ۲۱
- شکل ۱۰. راهنمای ترسیمی مطابق نقشه‌دریایی استاندارد که مناطق «بدون مهاربندی» را نشان می‌دهند ۲۷
- شکل ۱۱. تفسیر یک نمودار ناوبری ۲۸
- شکل ۱۲. ترسیم و ابعاد فنی بویه ناوبری، واحد میلی متر ۳۰
- شکل ۱۳. رویت فانوس دریایی ۱M (بالا، ۲M (میانی) ۳M (پائین)؛ دامنه قابل ۳۰
- شکل ۱۴. زنجیرها را می‌توان با طنابی که از هر ۲۰ الی ۳۰ حلقه یکبار عبور می‌کند دسته نمود، تا جابجایی آسانتر با یک چنگک یا جرثقیل را ممکن سازد. ۳۲
- شکل ۱۵. بخشی از زنجیر باید روی بستر دریا قرار بگیرد تا حرکت عمودی بویه را بر اساس امواج ممکن سازد. ۳۲
- شکل ۱۶. سیستم شبکه‌ای و خطوط مهاربندی شش قفس در یک مدل قابی شکل ۳۲
- شکل ۱۷. یک سیستم شبکه‌ای تغییر شکل یافته توسط نیروهای جریانات آب یا امواج ۳۵
- شکل ۱۸. یک سیستم شبکه با خطوط مهاربندی دوگانه ۳۵
- شکل ۱۹. یک سیستم شبکه با خطوط مهاربندی جانبی یدکی ۳۵
- شکل ۲۰. مساحت سطح اشغال شده (ردپا) توسط سیستم پرورشی قفسی ۳۷
- شکل ۲۱. ترسیم شماتیک اجزایی که بصورت جداگانه خطوط مهاربندی و سیستم شبکه را در یک سیستم مهاربندی بویه تشکیل می‌دهند. ۳۷
- شکل ۲۲. نمونه لنگرهای شخمی - ترسیم فنی و ابعاد ۴۰
- شکل ۲۳. زنجیرهای بدون میانه و میانه‌دار ۴۳
- شکل ۲۴. انواع قلاب‌ها ۴۴
- شکل ۲۵. قلاب با پین رزوه شده و با یک سیم بسته می‌شود ۴۴
- شکل ۲۶. جهت‌گیری ترجیحی سیستم مهاربندی براساس جهت موج و/یا جریان غالب ۵۱

- شکل ۲۷. سیستم مهاربندی ۵۱
- شکل ۲۸. خط مرکزی اصلی و اجزای آن (نقشه ساده شده). ۵۱
- شکل ۲۹. طرح براکت استاندارد (دو لوله شناور، بالابری جانبی) ۶۲
- شکل ۳۰. سیستم‌های مختلف وزنه‌های نگهدارنده تور ۶۶
- شکل ۳۱. به آب اندازی طوقه قفس از اسکله ۷۲
- شکل ۳۲. ترسیم شماتیک زنجیر مهار ترجیحی بر طوقه قفس ۷۷
- شکل ۳۳. گره ترجیحی اتصال خط زنجیر (شکل شماتیک روی یک طوقه قفس لوله‌ای دوگانه) ۷۷
- شکل ۳۴. طرح نصب تور (بالابری جانبی) ۷۹
- شکل ۳۵. طناب پیچیده و طناب بافته ۸۶
- شکل ۳۶. اندازه‌گیری شبکه ۹۴
- شکل ۳۷. آرایش قفس و جزئیات فنی اصلی ۹۸
- شکل ۳۸. طرح‌های متفاوت طناب متقاطع پایه تور ۱۰۳
- شکل ۳۹. طناب‌های پایه، که برای قفس‌های ساحلی بدون پوشش در مکان‌های پرانرژی طراحی می‌شوند ۱۰۳
- شکل ۴۰. عدم مقاومت در طناب‌های گره خورده ۱۰۶
- شکل ۴۱. شکل‌های تور قفس ۱۱۲
- شکل ۴۲. طراحی پیشرفته یک تور ضدکوسه ۱۲۲
- شکل ۴۳. جابجایی قلاب خط شبکه به صفحه کنکتور ۱۳۴
- شکل ۴۴. جابجایی قلاب خط بویه به صفحه کنکتور ۱۳۴
- شکل ۴۵. جابجایی تور- مرحله ۱ ۱۴۰
- شکل ۴۶. جابجایی تور- مرحله ۲ ۱۴۱
- شکل ۴۷. جابجایی تور- مرحله ۳ ۱۴۱
- شکل ۴۸. جابجایی تور- مرحله ۴ ۱۴۱
- شکل ۴۹. جابجایی تور- مرحله ۵ ۱۴۱
- شکل ۵۰. انتقال بچه ماهی‌ها در کیسه‌های پلاستیکی ۱۵۳
- شکل ۵۱. شماتیک سیستم یدک کشی قفس ۱۵۴
- شکل ۵۲. میزان تغذیه روزانه برای سیم ماهی سرطلایی (*Sparus Aurata*) ۱۶۳
- شکل ۵۳. تغییر اندازه پلت غذا ۱۶۳
- شکل ۵۴. برچسب کیسه تغذیه ۱۶۳
- شکل ۵۵. اندازه‌گیری‌های اصلی طول ماهی ۱۷۴
- شکل ۵۶. جزئیات ساخت طناب شناور و طناب وزنه نگهدار برای یک تور بزرگ ۱۸۴
- شکل ۵۷. تور بزرگ کیسه‌ای آماده برای صید محصول و پس از استقرار در آب. ۱۸۴

- شکل ۵۸. سیستم جمع آوری تور کیسه‌ای ۱۸۵
- شکل ۵۹. تور دستی - تکنیک جمع‌آوری ماهی ۱ ۱۸۸
- شکل ۶۰. تور دستی - تکنیک جمع‌آوری ماهی ۲ ۱۸۸
- شکل ۶۱. سیستم بالابر تور ۱۸۸
- شکل ۶۲. قفس جمع‌آوری کوچک که داخل قفس ماهی‌های بزرگتر قرار دارد ۱۸۸
- شکل ۶۳. کمیت نظری یخ مورد نیاز برای سرد کردن یک تن ماهی جمع‌آوری شده.. ۱۹۰

لیست عکس‌ها

- عکس ۱. تصاویر قفس‌های ماهی HDPE ۳
- عکس ۲. لنگرهای چنگکی ۴۰
- عکس ۳. یک گیره سنگی ثابت شده به یک ساحل پر صخره ۴۰
- عکس ۴. قاب آهنی مورد استفاده برای اجزای ساختمانی بتنی صنعتی ۴۳
- عکس ۵. قالب چوبی (فرم) برای ساخت بلوک‌های بتنی در کارگاه ۴۳
- عکس ۶. جزئیات زنجیر میانه دار مورد استفاده در قالب چوبی، توجه کنید که دو میلگرد آهنی به اتصال پائینی اضافه شدند. ۴۳
- عکس ۷. زمانی که قالب چوبی پر از بتن شد و بلوک سخت و محکم شد، قالب را می‌توان برداشت و بلوک برای چند روز رها می‌شود تا خشک شود. ۴۴
- عکس ۸. استقرار بلوک بتنی: بلوک بتنی با استفاده از جرثقیل قایق یا بالابر کیسه‌های صید، بالا می‌رود. ... ۴۴
- عکس ۹. بویه آب عمیق روی یک خط مهاربندی نصب شده ۵۰
- عکس ۱۰. چشمی فلزی- نوع لوله‌ای ۵۰
- عکس ۱۱. چشمی فلزی- نوع باز ۵۱
- عکس ۱۲. چشمی فلزی باز، اتصال برای جلوگیری از پیچیدن در حلقه را نشان می‌دهد. ۵۱
- عکس ۱۳. صفحه کنکرتور، ۱۲ حفره: چهار حفره برای اتصال خطوط مهاربندی اصلی مورد استفاده قرار می‌گیرند؛ از چهار حفره هم برای اتصال زنجیرهای مهار برای قفس‌ها استفاده می‌شود. ۵۲
- عکس ۱۴. صفحه کنکرتور، ۸ حفره: چهار حفره برای اتصال خطوط مهاربندی اصلی؛ چهار حفره برای اتصال زنجیرهای مهاربندی جفتی در قفس‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. ۵۲
- عکس ۱۵. یک حلقه فولادی مورد استفاده در شبکه مهاربندی در محل یک صفحه کنکرتور ۵۳
- عکس ۱۶. یک حلقه فولادی مدور مورد استفاده به عنوان عامل اتصال در سیستم شبکه‌ای ۵۳
- عکس ۱۷. حلقه‌های فولادی بیضوی ۵۳
- عکس ۱۸. حلقه‌های فولادی مورد استفاده برای اتصال طناب‌های حلقه‌های دائم با خمشی فلزی ۵۴
- عکس ۱۹. حلقه فولادی مورد استفاده بعنوان صفحه کنکرتور ۵۵
- عکس ۲۰. خطوط شبکه‌ای متصل به یک حلقه فولادی با لنگر خم شده. ۵۶
- عکس ۲۱. حلقه فولادی متصل به خطوط شبکه‌ای و زنجیرهای مهار قفس ۵۶
- عکس ۲۲. بویه‌ها با اندازه‌های مختلف که روی یک اسکله بندر نگهداری می‌شوند ۵۷
- عکس ۲۳. براکت HDPE ساخته شده با لوله‌های HDPE جوش خورده و تقویت شده روی پایه سکو ۷۱
- عکس ۲۴. براکت HDPE ساخته شده با لوله‌های HDPE جوش خورده و تعبیه شده روی قفس ۷۲
- عکس ۲۵. براکت‌های PE تولید شده با تکنیک قالب‌گیری چرخشی ۷۲

- عکس ۲۶. یک براکت PE تولید شده با قالب‌گیری چرخشی، قبل از نصب ۷۳
- عکس ۲۷. براکت پلاستیکی قالب‌گیری شده با تزریق ۷۴
- عکس ۲۸. اجزای جدا شده یک براکت فولادی گالوانیزه ۷۴
- عکس ۲۹. براکت قابل پیاده‌سازی- جدا شده ۷۵
- عکس ۳۰. براکت قابل پیاده‌سازی- مونتاژ شده ۷۶
- عکس ۳۱. وزنه‌های نگهدار- نصب ۷۸
- عکس ۲. وزنه‌های نگهدار بتنی که بطور نادرستی نصب شدند: طناب نگهدار عمودی کوتاه نیست و تور از وزنه‌های نگهدار آویزان می‌شود ۸۷
- عکس ۳۳. کیسه‌های شبکه‌ای که با شن، سنگریزه یا سنگ‌های کوچک پر شدند و به عنوان وزنه (مصلح عکس) نگهدار استفاده می‌شوند ۷۹
- عکس ۳۴. زنجیرهای اتصال میانه دار مورد استفاده بعنوان وزنه‌های نگهدار ۷۹
- عکس ۳۵. تور ثابت شده روی طناب‌های وزنه‌نگهدار ۸۰
- عکس ۳۶. نمای کلی سیستم وزنه نگهدار با وزنه‌های نگهدار چندگانه ۸۰
- عکس ۳۷. مثال عناصر اتصال HDPE برای لوله وزنه نگهدار ۸۱
- عکس ۳۸. نمونه حلقه نگهدار متصل به پایه براکت ۸۲
- عکس ۳۹. لوله وزنه نگهدار ۸۳
- عکس ۴۰. استوانه‌های پلی‌استرن در لوله‌ها قرارداده می‌شوند ۸۵
- عکس ۴۱. دو لوله اصلی بعد از ساخته شدن ۸۶
- عکس ۴۲. لوله‌ها به صورت یک دایره کامل خم می‌شوند ۸۶
- عکس ۴۳. جزئیات سرلوله: استوانه پلی‌استرن قابل رویت است. ۸۶
- عکس ۴۴. جوش لولای نهایی دو سر لوله؛ بعد از این جوش، اولین لوله حلقه قفس بسته شده است. ۸۷
- عکس ۴۵. براکت‌ها بطور یکسان در طول لوله توزیع می‌شوند ۸۷
- عکس ۴۶. موقعیت یک براکت به متوقف‌کننده‌های HDPE روی لوله داخلی ثابت شده است. ۸۷
- عکس ۴۷. حلقه قفس تکمیل شده ۸۸
- عکس ۴۸. براکت مهاربندی روی لوله‌های قفس زمانی نصب می‌شود که قفس روی خشکی مونتاژ شده است ۸۸
- عکس ۴۹. صفحه مهاربندی (در دایره آبی) با دو جفت زنجیر مهار (پیکان قرمز) در هر گوشه نشان داده شد. خطوط نارنجی مسئول خطوط شبکه بندی هستند ۸۹
- عکس ۵۰. خط زنجیر مهار متصل شده روی لوله‌های حلقه قفس ۹۱
- عکس ۵۱. یک گره متناوب برای ایمن سازی زنجیر مهار روی یک حلقه- یک گره روی بیرونی‌ترین لوله، با سر آزاد باقیمانده که روی یک لوله پیاده‌رو ثابت شده ۹۱

- عکس ۵۲. یک روش جایگزین سیستم مهاربندی برای ایمن سازی زنجیر مهار. طناب آبی با حلقه‌ای به دو چشمه اتصال یافته (برای جلوگیری از سائیدگی با لوله پلاستیکی پوشیده شده) ۹۲
- عکس ۵۳. وزنه‌های نگهدار تعبیه شده روی زنجیرهای مهار ۹۲
- عکس ۵۴. اندازه‌گیری اندازه شبکه ۱۱
- عکس ۵۵. درزهایی در تورهای قفس ۱۲۰
- عکس ۵۶. تور دستی برای دوختن طناب ۱۲۱
- عکس ۵۷. تور ماشینی برای دوختن طناب ۱۲۱
- عکس ۵۸. تور برای دست دوز طناب درزها ۱۲۱
- عکس ۵۹. درز منفرد خارج از طناب ۱۲۱
- عکس ۶۰. درز دوگانه‌ای که از طناب می‌گذرد. ۱۲۲
- عکس ۶۱. ترکیبی از درزهای داخلی و بیرونی ۱۲۲
- عکس ۶۲. حلقه طناب بالایی، با محافظت لوله‌ای اتصال یافته ۱۲۴
- عکس ۶۳. حلقه بالایی با طناب اتصال یافته ۱۲۵
- عکس ۶۴. حلقه طناب خط آب با حفاظت لوله‌ای انعطاف‌پذیر ۱۲۵
- عکس ۶۵. حلقه طناب خط آب با چشمی پلاستیکی ۱۲۵
- عکس ۶۶. حلقه طناب پایه ۱۲۵
- عکس ۶۷. طناب‌های متقاطع پایه اتصال یافته به حلقه مرکزی (با حلقه بیرونی اضافی) ۱۲۶
- عکس ۶۸. حلقه پلاستیکی روی یک طناب عمودی ۱۲۶
- عکس ۶۹. زیپ کف تور یک قفس (اتصالات ایمن کابل هنوز نصب نشده) ۱۲۶
- عکس ۷۰. جزئیات یک زیپ (نصف اندازه چشمه تور ۱۸ میلی‌متر است) ۱۲۷
- عکس ۷۱. زیپ مورد استفاده در مورد در غوطه‌ورسازی برای غواص‌ها ۱۲۷
- عکس ۷۲. تور بالای قفس در یک قفس غوطه‌ور که با زیبایی ثابت شده ۱۲۸
- عکس ۷۳. چهار جزء تحمل بار در طناب پایه ۱۳۲
- عکس ۷۴. صفحه توری داخل قفس، در سطح طناب پایه ۱۳۳
- عکس ۷۵. صفحه ضد سائیدگی (تور سفید) نصب شده خارج از تورپرشی ۱۳۳
- عکس ۷۶. ریسک خرابی تور در طناب‌های متقاطع بخاطر تحمل بارهای بیشتر بالاتر است ۱۳۳
- عکس ۷۷. یک کارخانه پاکسازی تور ۱۳۶
- عکس ۷۸. فرو بردن تور در یک مخزن ضد جرم گرفتگی ۱۳۷
- عکس ۷۹. قفس حفاظت شده با یک تور ضد پرنده ۱۳۸
- عکس ۸۰. شناور تور ضد پرنده آماده برای نصب. طناب‌های متعددی برای ثابت نگهداشتن آن در مرکز قفس مورد استفاده قرار می‌گیرند ۱۳۹

- عکس ۸۱. تور ضدپرنده که با ستونهایی چوبی از آب بیرون نگه داشته شد. ۱۳۹
- عکس ۸۲. تور کوسه که زیر تور پایه قفس نصب شده. در این مورد، این یک صفحه توری ساده داینیما است، که برای محافظت از پایه تور نصب شده است. ۱۳۹
- عکس ۸۳. استفاده از یک بالابر با اهرم دستی (یا جرثقیل) برای کاهش تنش روی طناب مهاربندی. ۱۴۰
- عکس ۸۴. بخش تمیز سازی تور با یک شستشو دهنده پرفشار آب- واترجت. ۱۵۶
- عکس ۸۵. پاکسازی زیرآبی دیواره توری یک قفس با یک شستشودهنده پرفشار آب- واترجت. ۱۵۷
- عکس ۸۶. دسته تور ثابت شده به طناب. ۱۵۷
- عکس ۸۷. یک حلقه طناب نصب شده به بخش لوله درونی بین دو براکت. ۱۵۹
- عکس ۸۸. یک تور کثیف روی تخته قایق کاری. ۱۵۹
- عکس ۸۹. استفاده از زنجیره‌های رها و باز برای جابجایی تور. ۱۶۴
- عکس ۹۰. جداسازی یک تور جرم گرفته از قفس با استفاده از شبکه زنجیرها. ۱۶۴
- عکس ۹۱. یک انبار توری برای نگهداری و تعمیرات تورها. ۱۶۵
- عکس ۹۲. یک ماشین بزرگ شوینده تور. ۱۶۶
- عکس ۹۳. دهانه ورودی استوانه قفس بزرگ است، بنابراین انتقال تور را به داخل و خارج از استوانه آسان می‌سازد. ۱۶۷
- عکس ۹۴. بخاطر وزن تورها، وجود تجهیزات بالابری (نظیر یک جرثقیل چنگک‌دار یا جرثقیل) برای انتقال تورها ضروری است. ۱۶۷
- عکس ۹۵. یک قایق catamaran مجهز به یک ماشین شوینده تور فایبرگلاس روی قایق. ۱۶۷
- عکس ۹۶. یک گله کوچک ماهی نمونه‌گیری شده و بررسی شده در کارگاه برای بررسی بدشکلی‌ها. ۱۷۱
- عکس ۹۷. قفس حمل و نقل آماده برای ذخیره‌سازی نزدیک اسکله بندر. ۱۷۷
- عکس ۹۸. قفس حمل و نقل با حلقه دوگانه لوله و بدون پایه. ۱۷۸
- عکس ۹۹. ماهی‌های جوان با یک لوله سفت و محکم از کامیون به قایق منتقل می‌شوند. ۱۸۲
- عکس ۱۰۰. یک قایق کاری کوچک مجهز به دو مخزن. ۱۸۲
- عکس ۱۰۱. یک مخزن بزرگ اصلاح شده برای انتقال ماهی. در پیش زمینه، منبع اکسیژن را می‌توان مشاهده کرد. ۱۸۳
- عکس ۱۰۲. خالی کردن آخرین ماهی‌های انگشت‌قد در مکان پرورش. ۱۸۳
- عکس ۱۰۳. قایقی با یک جرثقیل برای جابجایی پلت‌های غذایی استفاده می‌شود. ۱۸۹
- عکس ۱۰۴. لوله تغذیه با دمنده هوای یکپارچه، با یک موتور بنزینی کار می‌کند. ۱۹۰
- عکس ۱۰۵. لوله تغذیه با دمنده هوای یکپارچه، با یک موتور بنزینی کار می‌کند. ۱۹۰
- عکس ۱۰۶. مته ای زیر قیف نصب شده، که غذا را بسمت داخل مجرای هوا می‌کشد. ۱۹۱
- عکس ۱۰۷. لوله تغذیه متصل به پمپ آب قایق. پمپ آب با سیستم هیدرولیک قایق کار می‌کند. ۱۹۳

- عکس ۱۰۸. لوله تغذیه با پمپ آب یکپارچه، با یک موتور بنزینی کار می‌کند. ۱۹۳
- عکس ۱۰۹. قایق با یک لوله غذاده نیمه خودکار ۱۹۴
- عکس ۱۱۰. تدارکات روی خشکی: سیلوهایی برای نگهداری فله‌ای غذاها روی لبه اسکله واقع می‌شوند تا بارگیری راحت قایق تغذیه را ممکن سازد. ۱۹۵
- عکس ۱۱۱. لوله غذاده خودکار ۱۹۵
- عکس ۱۱۲. جزئیات یک سیستم تغذیه متمرکز ۱۹۵
- عکس ۱۱۳. لوله‌های تحویل غذای سیستم تغذیه متمرکز متصل به قفس‌ها ۱۹۶
- عکس ۱۱۴. سیستم تغذیه متمرکز ساخته شده روی یک قایق هدفمند ۱۹۷
- عکس ۱۱۵. ماهی‌ها با یک تور بزرگ جمع‌آوری می‌شوند ۲۰۵
- عکس ۱۱۶. ماهی‌ها با یک تور دسته‌دار دستی جمع‌آوری می‌شوند ۲۰۵
- عکس ۱۱۷. مخزن نگهداری ماهی کوچک روی عرشه یک قایق خدماتی با پوشش توری درونی ۲۰۶
- عکس ۱۱۸. ماهی‌ها شمرده شده و در گروه‌های کوچک نمونه‌گیری می‌شوند ۲۰۶
- عکس ۱۱۹. وزن برای هر گروه ماهی اندازه‌گیری می‌شود ۲۰۶
- عکس ۱۲۰. جزئیات یک مقیاس معلق و قاب قابل حمل آن ۲۰۷
- عکس ۱۲۱. جمع‌آوری ماهی‌ها از یک قفس شناور پرورش ۲۱۴
- عکس ۱۲۲. یک قفس برداشت داخلی در قفس پرورشی بزرگ قابل رؤیت است ۲۱۸
- عکس ۱۲۳. جریان خطرناک- بارگیری طناب‌ها و پرسنل روی بورد یک شناور پرورشی ۲۲۳
- عکس ۱۲۴. پوشش محافظ ساخته شده از توری بدون گره که در اولین مرحله بدور تنظیم کننده تجهیزات غواصی پیچیده می‌شود. ۲۲۶

لیست جداول

- جدول ۱. طبقه‌بندی مکان، توصیه شده توسط FAO در سال ۲۰۰۹ ۵
- جدول ۲. طبقه‌بندی نیروزی مکانها براساس شاخصه‌های آماری امواج ۶
- جدول ۳. طبقه‌بندی نیروزی مکانها براساس سرعت نیمه جریان ۶
- جدول ۴. طبقه‌بندی دریایی مکان قفس توصیه شده در کنفرانس «پرورش دیپ بلو» ۷
- جدول ۵. پارامترها و فاکتورهایی که باید در فرایند انتخاب مکان در نظر گرفته شوند ۸
- جدول ۶. مقادیر و توصیف‌های سیستم اعداد شدت باد ۱۷
- جدول ۷. نمونه دوره تناوب موج چشمگیر محاسبه شده و دوره تناوب اوج در سرعت‌های متغیر باد و طول واکنشی موثر ۲۲
- جدول ۸. نمادهای مورد استفاده در نقشه‌های دریایی استاندارد برای نشان دادن ترکیب بستر دریا ۲۴
- جدول ۹. مقیاس گردباد سفیر-سیمون ۲۵
- جدول ۱۰. سیستم‌های شبکه مربعی که تعداد متفاوتی از قفس‌ها و خطوط مهاربندی نشان می‌دهند (اگر خطوط مهاربندی اضافی برای تقویت سیستم افزوده نشوند) ۳۵
- جدول ۱۱. لیست اجزای یک خط مهاربندی منفرد (تنها یک مثال معمولی، اندازه‌ها ممکن است بر طبق تحلیل مکان و مهاربندی تغییر کنند) ۳۹
- جدول ۱۲. لیست تجهیزات برای سیستم شبکه قفس‌های ۳×۲ (تنها مثال معمولی، اندازه‌ها و ابعاد ممکن است بر طبق تحلیل مکان و مهاربندی تغییر کنند) ۳۹
- جدول ۱۳. خصوصیات زنجیرهای بدون میانه (شاخص) ۴۵
- جدول ۱۴. زنجیرهای میانه دار: وزن در هر متر (شاخص) ۴۷
- جدول ۱۵. شعاع خمش لوله‌های HDPE ۶۸
- جدول ۱۶. خصوصیات لوله HDPE PE 80 ۶۸
- جدول ۱۷. خصوصیات لوله HDPE PE 100 ۶۹
- جدول ۱۸. الیاف پارچه، ضریب تراکم و ضرب برای تخمین وزن در آب ۹۶
- جدول ۱۹. معیارهای تجربی برای شناسایی الیاف مصنوعی ۱۰۰
- جدول ۲۰. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی الیاف مصنوعی ۱۰۰
- جدول ۲۱. وزن و حداکثر تحمل بار برای یک طناب سه رشته‌ای پلی استیل ۱۰۳
- جدول ۲۲. وزن و حداکثر تحمل بار برای یک طناب سه رشته‌ای پلی استر تابیده با سختی بالا ۱۰۴
- جدول ۲۳. وزن و حداکثر تحمل بار برای یک طناب پلی آمید (PA) یا نایلونی ۱۰۵
- جدول ۲۴. وزن و حداکثر تحمل بار برای یک طناب پلی اتیلن با عملکرد بالا (Spectra TM یا DyneemaTM) ۱۰۶
- جدول ۲۵. مقاومت باقیمانده در درصد الیاف نایلونی متفاوت در معرض قرارگیری در مقابل UV بیرونی ۱۰۸

جدول ۲۶. رابطه اندازه ماهی / اندازه چشمه تور (چشمه مربع شکل) برای ماهی خاردار اروپایی و سیم ماهی	۱۱۲
جدول ۲۷. نمونه مشخصات تورسازی	۱۱۳
جدول ۲۸. رده بندی ابعاد قفس ها (NS-4915)	۱۱۵
جدول ۲۹. مشخصات فنی عناصر تشکیل دهنده قفس با رجوع به طبقه بندیهای ابعاد قفس	۱۱۶
جدول ۳۰. اندازه های تور تک رشته ای PET	۱۴۲
جدول ۳۱. نمونه ثبت بازرسی روزانه قفس	۱۴۵
جدول ۳۲. مثال ثبت بازرسی خط مهاربندی و لنگر	۱۴۶
جدول ۳۳. بررسی دوره ای مهاربندی - اقدامات احتمالی غیر تطبیقی و تصحیحی	۱۵۱
جدول ۳۴. نمونه محاسبات برای انتقال ماهی انگشت قد به قفس های پرورشی	۱۸۰
جدول ۳۵. نمونه یک جدول تغذیه روزانه به صورت درصدی از وزن توده زنده	۱۸۷
جدول ۳۶. مثال شمارش گروه ماهی	۲۰۰
جدول ۳۷. لیست اطلاعات گنجانده شده در گزارش دوره ای ذخیره ماهی برای کنترل مدیریت برای هر گله	۲۰۱

در دهه‌های اخیر پرورش آبزیان در قفس به سرعت رشد کرده و اخیراً دستخوش تغییرات سریعی در واکنش به فشار و تقاضای جهانی افزایش فرآورده‌های آبی شده است. همچنین حرکتی در جهت دسته‌بندی قفس‌های موجود و نیز توسعه استفاده از سیستم‌های عمقی‌تر پرورش در قفس ایجاد شده است. به‌ویژه که، نیاز به مکان‌های مناسب آبی پروری در قفس، منتج به دستیابی و گسترش آبی‌پروری در قفس به محیط‌های پرورش جدید در آب‌های آزاد از جمله دریاچه‌ها، مخازن، رودخانه‌ها و آب‌های شور ساحلی و دور از ساحل دریا، شده است.

در سال ۲۰۰۷، سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد (FAO) گزارشی تحت عنوان "آبی‌پروری در قفس: بررسی‌های منطقه‌ای و برداشت جهانی" (هالوارت، سوتو و آرتور، ۲۰۰۷) منتشر کرد. این گزارش امکان ارزیابی موقعیت و پیش‌بینی آینده آبی‌پروری در قفس را در سراسر جهان فراهم نموده و اهمیت آبی‌پروری در قفس و نقش اصلی آن را برای رشد آینده بخش آبی‌پروری مشخص می‌کند. بررسی‌های منطقه‌ای در جستجوی اطلاعاتی در مورد تاریخچه و منشأ آبی‌پروری در قفس بوده و بر موضوعات و چالش‌های اصلی، همچنین موضوعات فنی، محیطی، اجتماعی، اقتصادی و بازاریابی که آبی‌پروری در قفس با آنها روبروست و نیاز است تا در آینده به آنها اشاره شود، تأکید می‌کند.

رقابت برای فضای خشکی و آب دائماً رو به افزایش است. همچنین تقاضای در حال افزایش بازار برای ماهیان دریایی و سایر محصولات دریایی که در بالا ذکر شدند، برخی از عواملی هستند که صنعت مهندسی آبی‌پروری و کارآفرینان را تشویق به توسعه سازه‌های پرورش در آب‌های آزاد می‌کنند. در چنددهه گذشته، گروهی از سازه‌های محصور کردن ماهی که معمولاً قفس ماهی نامیده می‌شوند، طراحی، آزمایش و بصورت تجاری تولید شده‌اند. نوع طراحی، اندازه و مواد مورد استفاده در این سازه‌ها، انواع محیط‌های گوناگون، از مکان‌های نسبتاً محافظت شده و بسته گرفته تا مکان‌های بسیار باز و پر جریان و همچنین انواع قفس چه قفس‌های شناور و چه قفس‌های غوطه‌ور زیرآبی، را در برمیگیرد که منجر به تعیین و تصویب برخی راه‌حل‌های فن‌آوری جهت تسهیل و مدیریت پرورش آبزیان در قفس گردید.

این کتاب راهنمای فنی بر موضوعات فنی، ساختاری و عملیاتی قفس‌های شناور پلی‌اتیلن پرتراکم (HDPE) تمرکز دارد، چرا که اخیراً کاربرد گسترده‌ای در آبی‌پروری دریایی صنعتی جدید در بسیاری از بخش‌های دنیا دارند که بخاطر تنوع مواد مورد نیاز، سادگی در عملیات گوناگون پرورش و سرمایه‌گذاری نسبتاً کم، مورد نیاز (عکس ۱) می‌باشند. عناصر اصلی ساختاری این قفس‌ها، لوله‌های HDPE هستند که می‌توانند به روش‌های مختلفی مونتاژ شوند تا طوقه‌هایی با اندازه‌ها و اشکال مختلف

ایجاد کنند. لوله‌های HDPE به کمک مجموعه‌ای از براکت‌ها با پایه‌های مستقر در سراسر محیط دور لوله، به طوقه شناور متصل شده‌اند. طوقه شناور، سازه اصلی است که تور پرورش ماهی به آن ثابت شده است. وزنه‌های قفس، شکل و حجم تور پرورش را از طریق سیستم وزنی حفظ می‌کنند، که سیستم وزنه نگهدار نامیده می‌شود و به سر پائینی تور وصل میشوند.

این کتاب راهنما اطلاعات بسیار کاربردی و فنی را در مورد طراحی و اجزای یک قفس معمولی HDPE و چگونگی مونتاژ طوق یک قفس و چگونگی نصب یک تور پرورش در اختیار خواننده قرار می‌دهد. این راهنما همچنین اطلاعات جامعی در مورد سیستم مهاربندی و نصب شبکه فراهم نموده است. در پایان اطلاعاتی در مورد عملیات پرورش ارائه شومی شود که شامل نگهداری و کنترل سازه‌های پرورشی، ذخیره‌سازی ماهی‌های پرورشی، تغذیه، جمع‌آوری و بسته‌بندی ماهی‌ها، با تمرکز بر جنبه‌های عملی و عملیات مدیریت روزانه می‌باشند. فصل اول این کتاب بر اهمیت انتخاب مکان مناسب در پرورش قفسی دریایی تأکید می‌نماید. همچنین بطور مختصر، عوامل محیطی نظیر قرارگیری در معرض امواج، عمق آب، سطوح اکسیژن و دمای آب بررسی می‌شود، که همگی بر عملیات پرورش تأثیر گذاشته و احتمالاً اگر در طی مراحل برنامه‌ریزی یک اقدام تجاری مورد توجه قرار گرفته شده باشند، موفقیت یک قفس پرورش ماهی را تضمین می‌کنند.

عکس ۱:

تصاویر قفس‌های پرورش ماهی HDPE در آب‌های آرام (دریای تیره‌نیان، ساحل جنوبی ایتالیا- ردیف بالایی)، در آب‌های خروشان (اقیانوس اطلس، جزایر قناری- ردیف وسطی) و نمای هوایی از نصب دو قفس پرورشی (دریای اژه- ردیف پایینی).



پرورش در قفس به یک سیستم آبی‌پروری روباز اشاره دارد که محیط پرورش همان محیط زندگی خود آبی است. همچنین، برهم‌کنش‌هایی بین قفس‌ها و محیط پیرامون در هر دو جهت وجود دارند، یعنی قفس‌ها بر محیط تأثیر می‌گذارند و بالعکس.

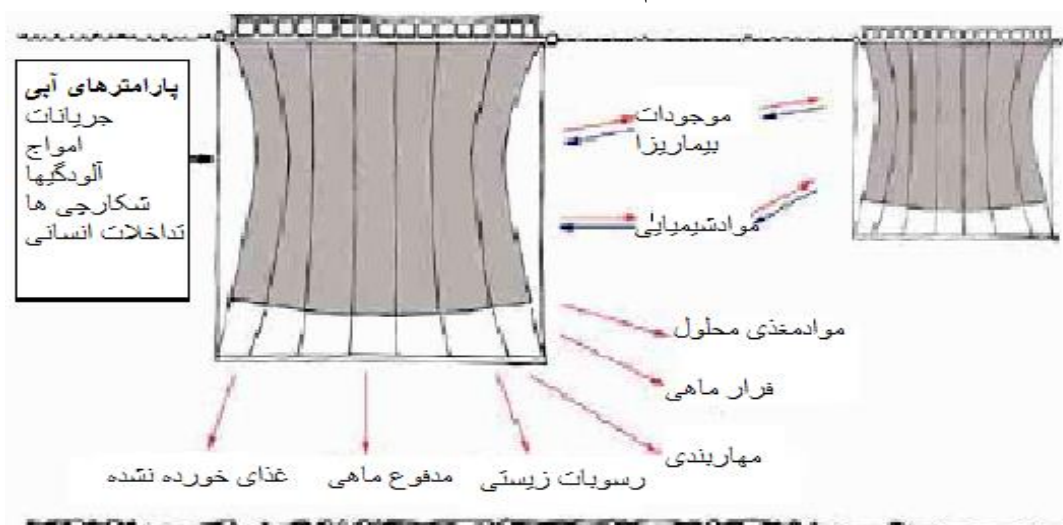
علاوه بر این، یک قفس می‌تواند بر سایر قفس‌ها تأثیر داشته باشد زیرا جریانات می‌توانند آفت‌ها، عوامل بیماری‌زا و مواد شیمیایی را از یک قفس به دیگری (از یک مکان به مکان دیگر) منتقل کنند. در فرایند انتخاب مکان، همه برهم‌کنش‌های احتمالی و تأثیراتشان بر آبی‌پروری در قفس از جمله برهم‌کنش‌های محیطی و انسانی باید ارزیابی شوند تا تهدیدها، خطرات و بهره‌برداری‌های بیش از حد را به حداقل برسانند (شکل ۱).

انتخاب مکان مناسب در هر عملیات پرورش ماهی حیاتی است زیرا بر سوددهی اقتصادی تأثیر می‌گذارد. انتخاب مکان بطور مستقیم بر هزینه‌های اجراء، تولید، مرگ و میر و سودآوری کلی تأثیر می‌گذارد. در مقایسه با تأسیسات روی خشکی، آبی‌پروری در قفس دریایی مجال کمی برای خطا در مورد انتخاب مکان در اختیار می‌گذارد. بویژه ازینرو که انتخاب مکان نامناسب ممکن است منجر به ازدست رفتن ماهی‌های ذخیره سازی شده و قفس‌ها شود.

اولین خصوصیت کلی یک مکان، قرارگیری در معرض جریان آب است و این به میزان باد و امواجی که مکان در معرض آن قرار دارد برمیگردد. یک موقعیت مکانی باز و خارج از ساحل به معنی سرمایه‌گذاری‌های اولیه بالاتر برای قفس‌ها، مهاربندی‌ها و تورها، و هزینه‌های بالاتر نگهداری و ریسک‌های بیشتر خواهد بود و در نتیجه هزینه‌های تولید بیشتری دارد. از طرف دیگر، یک مکان باز، هیدرودینامیک (جریانات آبی) بهتری دارد و با تأثیر محیطی پائین‌تر، آسایش بیشتر ماهی و کیفیت بهتر تولید را بدنبال دارد. یک مکان حفاظدار، کمتر در معرض امواج و جریانات قرار دارد که بر کاهش هزینه‌های نگهداری قفسها دلالت دارد، اما اغلب و به دلایل متعددی، ریسک‌های چشمگیر تأثیرات زیست محیطی با مکان‌های حفاظدار در ارتباط می‌باشند.

طبقه‌بندی قرارگیری قفس بین مکان دور از ساحل و نزدیک ساحل بسیار مورد بحث است و چندین تعریف پرورش قفسی دور از ساحل تا بحال ارائه شده‌اند. برخی از این طرح‌های طبقه‌بندی در جدول‌های زیر گنجانده شده‌اند. جدول ۱ طبقه‌بندی توصیه شده توسط FAO را در سال ۲۰۰۹ نشان می‌دهد.

شکل ۱. نمودار برهم کنش های اصلی قفس - محیط - قفس



نکته: پیکانهای آبی معرف عوامل خارجی مؤثر بر سازه و یا ماهی بوده و پیکانهای قرمز بیانگر تأثیرات قفس بر محیط می باشند.

جدول ۱. طبقه بندی مکان توصیه شده توسط FAO در سال ۲۰۰۹

ویژگی	ساحلی	خارج از ساحل	در داخل دریا
مکان / هیدروگرافی	۵۰۰ m < از ساحل، $\leq 10m$ عمق در حداکثر جزر، در دید خشکی و معمولاً سرپناه دار	۵ Km - ۰/۳ Km از ساحل، ۵۰-۱۰۰ m عمق در حداکثر جزر، اغلب در دید خشکی تا حدودی سرپناه دار	$> 2Km$ از ساحل، $> 50m$ عمق، عموماً در نواحی فلات قاره ای و احتمالاً دریای آزاد
محیط	$H_s > 1m$ معمولاً، باد کوتاه رفت و آمدی، جریانات ساحلی متمرکز، جریان های جزری احتمالاً قوی	$H_s \leq 3-4m$ ، جریان های ساحلی متمرکز، برخی از جریان های جزری	H_s ۵ متر یا بیشتر، بطور منظم ۲-۳ m، برجستگی های اقیانوسی، دوره های باد متغیر، تأثیر جریان احتمالاً کمتر متمرکز
دسترسی	۱۰۰٪ قابل دسترسی، به زمین نشستن محتمل در تمام مدت	$> 90\%$ حداقل یکبار هر روز قابل دسترسی، به زمین نشستن معمولاً محتمل است	معمولاً $< 80\%$ قابل دسترسی، به زمین نشستن ممکن است احتمالی-دوره ای باشد، یعنی هر ۱۰-۳ روز
عملیات	غذادهی دستی و پایش و .. بصورت منظم توسط خدمه	برخی از عملیات خودکار هستند: برای مثال تغذیه و نظارت	کلیه عملیات از جمله تغذیه خودکار، کنترل فاصله ها و عملکرد سیستم، از راه دور کنترل می شود

جدول ۲ طبقه‌بندی احتمالی دیگری را ارائه می‌کند که براساس استانداردهای نروژی (SN) -NS9415 در مورد «شرایط پرورش ماهی‌های دریایی براساس نقشه‌برداری، تحلیل مخاطرات، طراحی، اندازه‌گیری، تولید، نصب و عملیات» اتخاذ شده و براساس ارتفاع معنادار موج (H_s)، اندازه‌گیری‌های زمان تناوب پیک موج (T_p) و درجات قرارگیری انجام شده است. مکان‌ها از A تا E درجه‌بندی می‌شوند که A به مکان‌های درپناه و بسته و E به مکان‌های دور از ساحل و باز اشاره می‌کند.

جدول ۲. طبقه‌بندی مکان نروژی؛ براساس مقادیر آماری امواج

طبقه‌بندی مکان (طبقه‌های موج)	ارتفاع موج (H_s) (متر)	زمان تناوب پیک موج (ثانیه)	سطح قرارگیری مکان
A	۰-۰/۵	۲-۰	پائین
B	۰/۱-۵	۱/۳-۶/۲	متوسط
C	۲-۱	۲/۵-۵/۱	قابل توجه
D	۳-۲	۶-۴/۷	بالا
E	>۳	۵/۱۸-۳	بیش از حد بالا

یکی دیگر از طبقه‌بندی احتمالی (جدول ۳) که در استانداردهای نروژی ارائه شده است براساس سرعت نیمه جریان (V_s) می‌باشد. طبقه‌های امواج در این مکان با معیارهای ارتفاع معنادار موج و زمان تناوب موج تعیین می‌شوند.

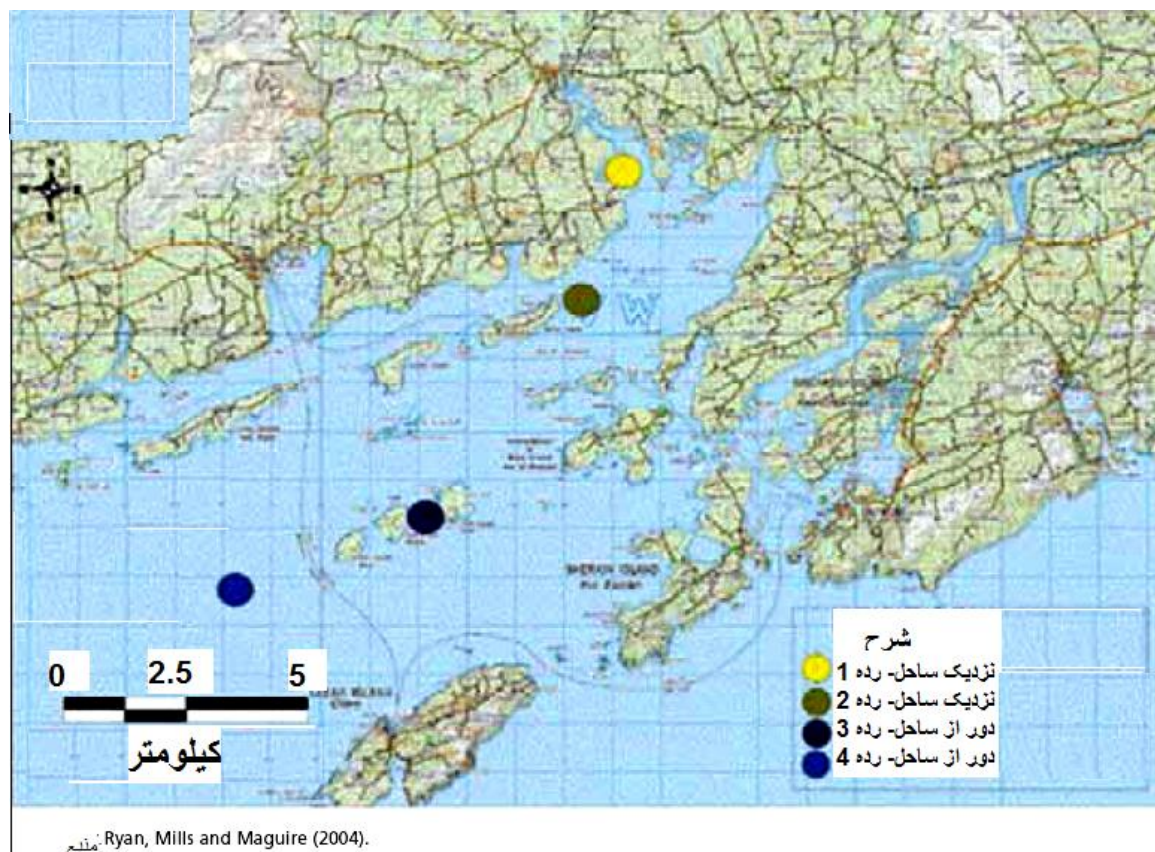
جدول ۳. طبقه‌بندی مکان نروژی؛ براساس سرعت نیمه جریان

طبقه‌بندی مکان (طبقه‌های اخیر)	سرعت جریان (V_c) (متر/ثانیه)	سطح قرارگیری مکان
a	۰-۰/۳	پایین
b	۰/۰-۳/۵	متوسط
c	۰/۱-۵	قابل توجه
d	۱-۱/۵	بالا
e	>۱/۵	بیش از حد بالا

جدول ۴. طبقه‌بندی مکان قفس دریایی توصیه شده در کنفرانس «دیپ بلو»

طبقه‌بندی مکان	۱	۲	۳	۴
توضیحات متعارف (در رابطه با مکان استقرار)	مکان حفاظدار داخل ساحلی	مکان نیمه باز داخل ساحلی	مکان باز خارج از ساحل	مکان دور از ساحل - اقیانوس آزاد
نوع قفس مورد استفاده	گرانش سطحی	گرانش سطحی	گرانش سطحی، تنش لنگر	گرانش سطحی، سطح سخت، تنش لنگر، گرانش غوطه ور، غوطه ور شدید

شکل ۲. طبقه‌بندی مکان توصیه شده در کنفرانس «پرورش دیپ بلو»



مثال‌های طبقه‌بندی مکان که در بالا ارائه شده‌اند نشان می‌دهند که چگونه می‌توان طبقه‌بندی مکان را با استفاده از ملاحظات و مشاهدات عینی ارزیابی کرد، اگرچه این نوع طبقه‌بندی ممکن است براساس نوع روش به کار رفته تغییر کند. در پایان، نحوه قرارگیری (و در نتیجه، جریان و ارتفاع موج) قطعاً مرتبط‌ترین عامل موردتوجه در طبقه‌بندی مکان خارج از ساحل، بدون توجه به فاصله واقعی از ساحل است.

معیارهای انتخاب مکان

پارامترها و عوامل مختلفی وجود دارند که نیاز است در طول فرایند انتخاب مکان مورد توجه قرار گیرند. این عوامل را می‌توان به سه دسته گروه‌بندی کرد (جدول ۵).

جدول ۵. پارامترها و عواملی که در فرایند انتخاب مکان باید مورد توجه قرار بگیرند

پارامترها و عوامل محیطی مرتبط با موجودات پرورش یافته	پارامترها و عوامل محیطی مرتبط با قفس‌ها	معیارهای قانونی / منطقی
دما	عمق	جنبه‌های قانونی / سیاسی
شوری	حفاظت شده (برابر امواج)	دسترسی
آلودگی	بستر دریا	امنیت
جامدات معلق	جریان	نزدیکی به بازار
شکوفه‌های جلبکی	جرم گرفتگی	حقوق تصدی سنتی
ارگانسیم‌های بیماری‌زا	آلودگی	فرایند مجوز اجاره
تبادل آب	-	-
جریان	-	-
جرم گرفتگی	-	-
اکسیژن محلول		

شاخصه‌های محیطی برای ارگانسیم‌ها

مکان قفس باید کیفیت آب خوبی داشته باشد. آب نه تنها باید بدون آلودگی صنعتی باشد، بلکه باید شرایط بیولوژیکی مورد نیاز گونه‌های پرورشی را تأمین کند. این معیارها شامل دمای مناسب، شوری و اکسیژن محلول (DO) ضروری برای گونه‌های پرورش یافته هستند. آب باید فاقد مواد جامد معلق اضافی و نیز عدم حضور در محدوده وقوع شکوفایی جلبکی و ارگانسیم‌های بیماری‌زا باشد. وجود مقداری جریان آب برای تضمین تبادل کافی آب ضروری است. اما جریان‌ات بسیار شدید، برای ارگانسیم‌ها و تجهیزات یدکی قفس‌ها تنش‌هایی را بدنبال خواهد داشت.

اکسیژن محلول

در زمان انتخاب یک مکان، اکسیژن محلول (DO) یکی از مهم‌ترین پارامترهای مورد توجه است. شرایط اکسیژن براساس گونه‌ها، مرحله رشد و اندازه ماهی تغییر می‌کنند. سطح DO تحت تأثیر دما بوده و بطور مستقیم بر ضریب تبادل غذایی (FCR) تأثیر می‌گذارد. هر چه DO در آب پائین‌تر باشد، FCR نهایی بالاتر خواهد بود که در نتیجه هزینه‌های بالاتر تغذیه را در پی خواهد داشت.

سطح DO همچنین ممکن است تحت تأثیر جوامع جلبکی باشد. فتوستتز روزانه میزان DO را افزایش می‌دهد، در حالیکه تنفس شبانه سطح DO را کاهش می‌دهد. بالاترین سطح DO در اواخر بعدازظهر و حداقل آن در ساعت پیش از سپیده‌دم است.

شکوفایی جلبکی می‌تواند تأثیر چشمگیری بر DO داشته باشند، اما زمانی کاهش بیشتری در DO بوجود می‌آید که تغییری در شرایط اقیانوسی ایجاد شده و باعث شود شکوفه‌های جلبکی ناگهان پژمرده شده و یا خرد شوند. با مرگ و میر جلبکها، تجزیه توده زیستی آنها به کاهش DO خواهد انجامید که گاهی اوقات DO را تا حد صفر کاهش می‌دهد.

سطح DO تحت تأثیر جرم‌گرفتگی قفس است، زیرا رشد ارگانیسم‌ها در روی تور ممکن است تبادلات آب را کاهش دهد. سطح DO ممکن است در طول تغذیه کاهش یابد، اما بصورت کاملاً موقتی بوده و مقادیر نرمال تنها ظرف چند ساعت برخواهند گشت.

به عنوان یک مرجع عمومی، سوئینگل (۱۹۶۹) مقیاس DO را برای گونه‌های ماهیان گرمابی تشریح نمود (شکل ۳):

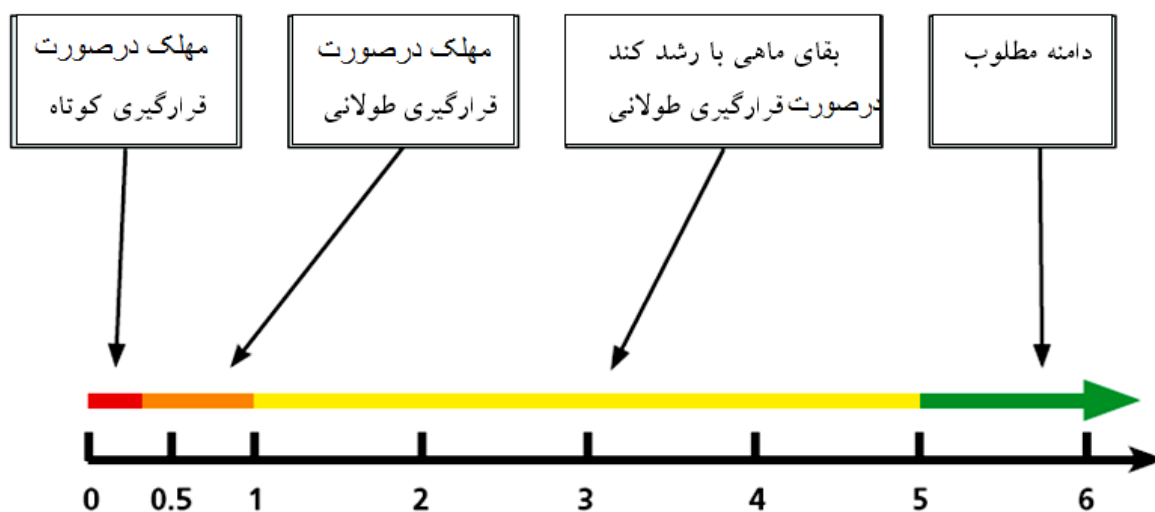
- $DO < 0.3 \text{ mg/L}$: مهلک برای قرارگیری کوتاه‌مدت؛

- $DO = 0.1 - 0.3 \text{ mg/L}$: مهلک برای قرارگیری بلندمدت؛

- $DO = 1 - 5 \text{ mg/L}$: بقای ماهی، اما رشد در صورت قرارگیری طولانی کند است؛

- $DO \geq 5 \text{ mg/L}$: حداقل اکسیژن مناسب برای گونه‌های ماهی گرمابی (رشد سریع).

گونه‌های هدف باید قبل از فرایند انتخاب مکان به روشنی مشخص شوند و شرایط اکسیژن موردنیاز آنها مورد بررسی و تحقیق قرار بگیرد تا از انتخاب مکان‌هایی با DO ناکافی برای آن گونه‌ها پیشگیری شود.



شکل ۳. تأثیرات اکسیژن حل شده (DO) بر ماهی گرمابی

آلوده‌کنندگان

دامنه گسترده‌ای از آلوده‌کننده‌ها می‌توانند به قفس‌ها (تور و سازه‌ها) آسیب برسانند و تأثیر منفی بر ذخایر ماهی پرورشی بگذارند که سبب مرگ و میر یا سرایت بیماری به ماهی شوند تا درجه‌ای که ماهی را نتوان برای مصرف انسانی به فروش رسانید.

چنین مخاطراتی را می‌توان با خودداری از نصب قفس در مناطق بسیار صنعتی شده به حداقل رساند، اگرچه آلوده‌کننده‌ها گهگاه ممکن است در نتیجه حمل و نقل دریایی رخ دهند (برای مثال ریزش نفت و آب پاکسازی مخزن کشتی‌های نفت کش).

آب خروجی خنک‌کننده تأسیسات کارخانه‌های برق هم می‌تواند شامل مواد شیمیایی و آفت‌کش‌ها (برای مثال کلرین، بازدارنده‌های سائیدگی، حلال‌ها و فلزات سنگین) باشد که ممکن است برای ذخایر ماهی مهلک باشد.

رودخانه‌ها ممکن است شامل ضایعات یا اشیاء شناور بزرگ (برای مثال الوار، تخته‌های چوب) باشند که ممکن است زمانی به تور آسیب برسانند که به همراه جریانات وارد مکان قفس شده و خرابی قفس و پارگی تور را به ارمغان بیاورند.

دما

دما تأثیر مستقیم بر سوخت و ساز ماهی و در نتیجه مصرف اکسیژن و سرعت فعالیت ماهی و نیز تحمل سطوح آمونیاک و دی‌اکسید کربن آب دارد. یک تغییر تصادفی در دما ممکن است منبع استرس برای ماهی بوده و شیوع بیماری را تسهیل کند. دانستن موارد زیر در رابطه با دما مهم است:

- دمای آب در مناطق ساحلی تحت تأثیر ریزش آب شیرین از جریانات آبی و رودخانه‌هایی است که خود تحت تأثیر تغییرات فصلی ناشی از ریزش باران هستند.
- دامنه تغییرات دمایی در آب‌های کم‌عمق‌تر بیشتر خواهد بود.
- تشعشع خورشیدی که یک مجموعه آبی دریافت کرده تنها در چندمتر اول آب جذب میشود. اگر هیچ ترکیبی وجود نداشته باشد، آب لایه‌لایه خواهد شد و دمای ستون آب ممکن است بطور چشمگیری از سطح به پایه قفس تغییر کند.

شوری

شوری شامل میزان نمک‌های جذب شده در آب است که معمولاً بصورت قسمت در هزار بیان می‌شود (ppt یا ‰).

سطح شوری نامناسب می‌تواند تأثیر منفی بر تغذیه، FCR و سرعت رشد ویژه (SGR) داشته باشند. تغییرات چشمگیر شوری بر تنشها تأثیر می‌گذارند که ممکن است سیستم ایمنی ماهی‌های پرورشی را کند ساخته و آنها را نسبت به آلودگی به موجودات انگلی و سایر بیماری‌ها بیشتر مستعد می‌سازد. مصبها مکان‌هایی هستند که اغلب تغییرات شوری رخ می‌دهند و اگر گونه‌های ماهی پرورشی به تغییرات در این پارامتر محیطی ویژه حساس باشند باید از پرورش آنها در مصبها اجتناب کرد.

pH

سطح pH یک مقیاس سنجش قدرت اسیدی است. آب شیرین خالص یک مقدار pH خنثی دارد (نزدیک ۷). مقادیر پایین‌تر از ۷ اسیدی هستند، در حالیکه سطوح بالاتر از ۷ بازی یا قلیایی هستند. pH بصورت یک الگوریتم اعشاری منفی غلظت یون هیدروژن در یک محلول مورد نظر تعریف شده است.

آب دریا در مقابل تغییر pH، کاملاً بشکل بافر عمل کرده و معمولاً درچنین محیطی، pH در دامنه ۸/۲-۸ قرار دارد.

در آب شیرین، تغییرات pH می‌تواند بخاطر بارش باران اسیدی رخ دهند. این اتفاق معمولاً در ماه‌های پایانی زمستان در مناطقی رخ می‌دهد که برف ذوب شده فراوانی به مجموعه‌های آبی محیط جریان پیدا می‌کنند.

بیماری

برخی از عوامل بیماری‌زا در محیط وجود دارند، بویژه اگر این مکان‌ها در مناطق آلوده قرار داشته باشند (برای مثال، بندرگاه‌ها، نزدیک خروجی‌های فاضلاب تصفیه نشده، آبگیرهای بسته با تبادل ضعیف آب). بیماری‌های باکتریایی اغلب با کیفیت ضعیف آب ارتباط دارند.

برخی از مکان‌ها میزبان‌های واسطه یا قطعی انگل‌ها را پرورش می‌دهند که می‌توانند میزبانی را از ماهی وحشی به ماهی پرورشی تغییر دهند. ارزیابی قبلی چنین مکان‌هایی آسان نیست، اگرچه یک آزمایشگر متخصص در بیماری‌های ماهی می‌تواند شیوع انواع بیماری‌های احتمالی را در جمعیت‌های ماهی وحشی در مکان مورد نظر به اطلاع برساند.

گل آلودگی

محل پرورش ماهی باید در مناطقی با آب نسبتاً شفاف و روشن واقع شود. جامدات معلق باید ترجیحاً کمتر از 5mg/L بوده و از حداکثر 10 mg/L تجاوز نکنند. آب گل آلوده به دلایل عمده زیر برای پرورش ماهی مناسب نیست:

ذرات لای موجود در آب گل‌آلود به جرم‌گرفتنی تور کمک می‌کنند. آنها زمانی که روی تور رسوب کنند، شرایط جرم‌گرفتنی را به عنوان یک زیرلایه برای رشد ارگانیسم‌های جرم‌گرفتنی تسریع می‌کنند. - گل‌آلودگی آب باعث ناتوان شدن ماهی‌ها در مشاهده غذا، بر کارایی‌های غذا تأثیر می‌گذارد. برخی از ماهی‌ها هم زمانی که آب گل‌آلود است بقدر کافی غذا نمی‌خورند. - ذرات لای در مقادیر زیاد می‌توانند دستگاه تنفس ماهی را مسدود کنند که باعث مرگ در نتیجه خفگی می‌شود.

گل‌آلودگی به احتمال خیلی زیاد به کمک جریان آب از خشکی، یا بوسیله جریان‌ات یا امواجی که رسوبات لای را از روی بستر دریا بلند می‌کنند ایجاد می‌شود.

تأثیر عوامل محیطی روی سازه‌های پرورشی

در فرایند انتخاب مکان، درکنار عواملی که ممکن است بر ماهی‌های پرورشی تأثیر بگذارند، باید به همه عواملی که می‌توانند تأثیری بر نصب قفس، قایق‌ها یا سیگنال‌های دریایی داشته باشند، توجه شود. توجه به عوامل زیر در زمان انتخاب مدل قفس، در طراحی و ساخت سیستم مهاربندی، همچنین انتخاب وسیله نقلیه خدمات‌رسان بسیار ضروری است:

- عمق سنجی یا عمق مکان (یعنی، زمین بستر دریا و خط مرزی عمقی)

- سرعت و جهت جریان

- باد

- ارتفاع و زمان تناوب امواج

- بستر دریا (برای مثال نوع بستر)

- وقوع طوفان و گردباد

عمق سنجی

عمق آب، به همراه سرعت میانگین و جهت جریان می تواند غلظت رسوبات را در قفس های مناطق دور از ساحل تعیین کنند (شکل ۴).

عمق تأثیرات زیر را هم دارد:

- اثر محل پرورش؛ هر چه عمق آب بیشتر باشد، اثر محل پرورش بیشتر خواهد بود، بخاطر اینکه طول زنجیره های مهاربندی معمولاً سه تا پنج برابر عمق مکان پرورش است.

- طراحی مهاربندی؛ عمق مکان ممکن است بر تجهیزات و مواد مورد استفاده از جمله ابعادشان برای مهاربندی ها تأثیر بگذارند.

- بازرسی های غواصی؛ غواصی عمیق تر از ۵۰ متر مشکلی را برای غواص های حرفه ای ایجاد خواهد کرد که ازینرو به آموزش های تخصصی و لوازم حرفه ای و گران قیمت برای کار در اعماق بیشتر نیاز دارند. اگرچه بازرسی لنگر یک رویه روزانه نیست، با این حال این موضوع باید در زمان انتخاب مکان مورد توجه قرار گیرد.

- عمق تور قفس؛ بایک حساب سرانگشتی و براساس سرعت جریان، عمق تور نباید بیشتر از یک سوم عمق مکان باشد و حداقل ۱۵ متر باید بین پایه تور و بستر دریا (در زمان حداکثر جذر) آزاد باشد، تا ذرات ریز ضایعات، پراکندگی گسترده تر و بهتری در زیر قفس داشته باشند. بنابراین، یک مکان کم عمق نیاز به استفاده از تورهای کوتاه خواهد داشت و در نتیجه حجم قفس در اماکن کم عمق، کوچکتر از یک مکان عمیق تر خواهد بود.

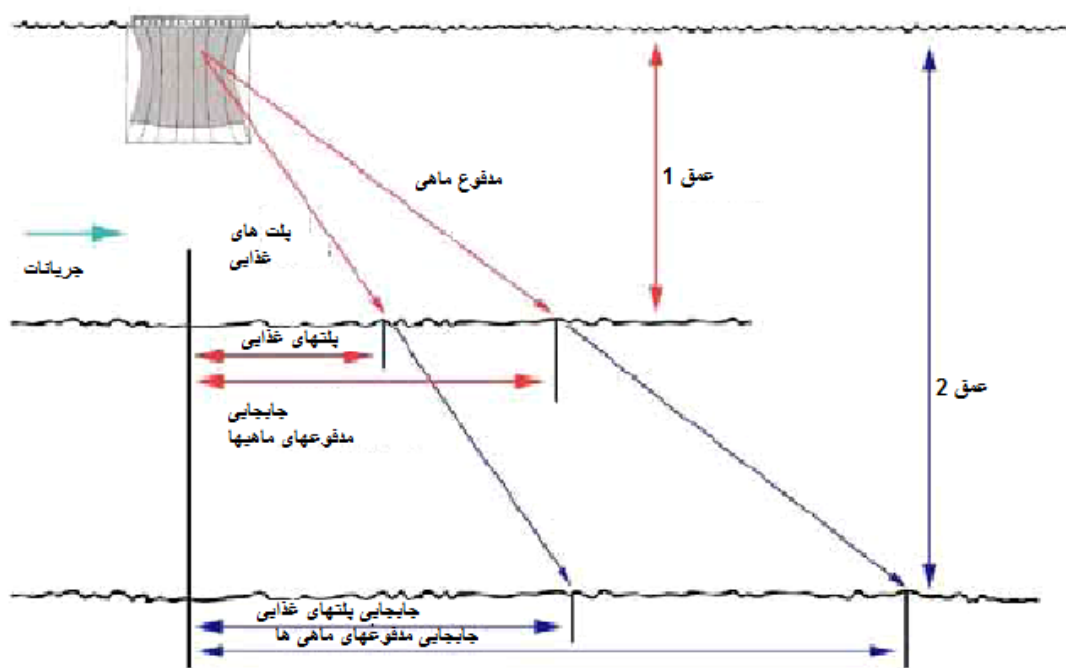
در طی مراحل پیشرفت هر پروژه، عمق آب محل پرورش باید در نقشه دریایی مورد مطالعه قرار گیرد و سپس بدرستی از طریق یک نقشه برداری میدانی گران قیمت تأیید شود. برش های مقطعی عمق سنجی روش خوبی برای نقشه برداری از آن منطقه و یافتن مناسب ترین موقعیت هستند که تا آنجا که امکان

دارد باید صاف و بدون سنگ یا بدون تشکیل مرجان باشد، زیرا می‌تواند امکان پارگی را روی طناب‌های مهاربندی فراهم کند.

یک نقشه‌برداری از مکان را می‌توان با پشتیبانی یک اسکنر عمقی اختصاصی (برای مثال اسکنر قابل حمل ۳۰۰۰۰۰) اجرا کرد که می‌تواند اطلاعات جامع و مفصلی را در مورد خصوصیات بستر دریا فراهم نماید.

در بسیاری از موارد، عملکرد موج در آب‌های کم‌عمق‌تر (اگر بدون حفاظ باشد) شدیدتر است. آب‌های کم‌عمق‌تر امواج بالاتری را تجربه می‌کنند. یک مکان کم‌عمق ممکن است در معرض شرایط امواج شدید قرار داشته باشد، بنابراین به مهندسی قفس - تور - مهاربندی قوی‌تر نسبت به آب‌های عمیق‌تر نیاز دارد. چنین شرایطی ممکن است احتمال آسیب به ماهی‌ها در تورها را هم افزایش دهد.

نکته: عیب معمول نصب یک سیستم قفس در فاصله بسیار نزدیک به ساحل، هم کیفیت آب و هم نیروهای آب ساحلی می‌باشد.



شکل ۴. تأثیر عمق در جابجایی ضایعات جامد روی بستر دریای زیر قفس

سرعت و جهت جریان

سرعت جریان‌ات تأثیر مستقیمی بر قفس‌ها دارد، زیرا ۷۵-۷۰ درصد کل نیروها را در یک مزرعه متوسط پرورش در قفس (یعنی با یک تولید بین ۴۰۰۰-۳۰۰۰ تن/سال) تشکیل می‌دهد؛ این عامل عمده‌تاً بر موارد زیر تأثیر می‌گذارد:

- تبادل آب در قفس (قفس‌ها)،

- پراکنش غذا،

- وزن تورهای قفس‌ها و وزنه‌های نگهدار،

- حرکات قفس و جابجایی ماهی،

- شکل و حجم تور پرورش،

- عملیات غواصی؛

- فاصله تا بستر از لحاظ پراکندگی خروجی ذرات جامد.

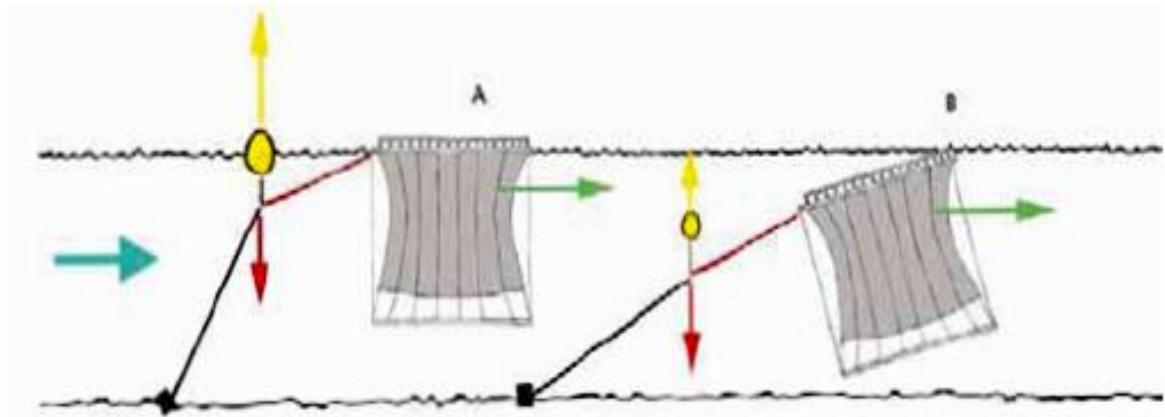
زمانی که سیستم مهاربندی قفس را طراحی می‌کنیم، نیاز است که سرعت جریان موردتوجه قرار بگیرد. اندازه بویه‌ها براساس اندازه مورد انتظار جریان‌ات مربوط به مکان موردنظر و نیز ابعاد سازه‌های تشکیل دهنده سیستم مهاربندی طراحی می‌شود (شکل ۵). توری بخاطر مساحت بزرگش، نیروهای کششی بسیار قدرتمندی را ایجاد می‌کند. زمانی که تور شدیداً جرم گرفته باشد، این موضوع می‌تواند یک مانع تقریباً جامد برای جریان آب باشد، که بار ایجاد شده روی سیستم مهاربندی را افزایش داده و بطور بالقوه از حد تحمل وزن آن تجاوز می‌کند.

سرعت بهینه جریان، بسته به گونه پرورشی و اندازه چشمه توری قفس تغییر می‌کند. در دریای مدیترانه، سرعت بهینه جریان در آبی‌پروری قفسی عموماً بین ۱۰-۲۰ cm/s است و از ۶۰ cm/s تجاوز نمی‌کند. در پرورش سالمون ۲۵-۵۰ cm/s سرعت بهینه جریان است و ۷۵ cm/s حداکثر سرعت توصیه شده است. استانداردهای نروژی NS 9415 به حداقل ۵۰ cm/s نیاز دارد که بعنوان حداقل ورودی آب برای تعیین توان سیستم مهاربندی و عناصر مصرفی در مهاربندی، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جهت غالب جریان هم باید مورد توجه قرار بگیرد، زیرا این موضوع مساحت پراکندگی ضایعات سیال قفس را تعیین می‌کند. یک مکان‌یابی مناسب برای قفس پرورشی، موقعیت جانوران حساس بستری را از نظر مکان و جهت‌گیری‌های جریان‌ات دریایی را در نظر خواهد گرفت.

داده‌ها در مورد جریان‌ات دریایی معمولاً در نقشه‌های دریایی بصورت موضوعی منتشر شده است و یا توسط مسئولین دریایی (برای مثال ناوبری، گارد ساحلی، نیروی دریایی و وزارت بازرگانی) در دسترس قرار می‌گیرد. علاوه بر این، استقرار یک بویه شناور برای هر مکان بسیار توصیه می‌شود تا اعتبار جزئیات

خاص هر مکان بدان وسیله تأیید شده و داده‌های جدول ازین طریق بررسی شوند. داده‌های مذکور را می‌توان از چرخه‌های ماهانه جمع‌آوری نموده و سپس به یک دوره ۵۰ ساله تعمیم داد.



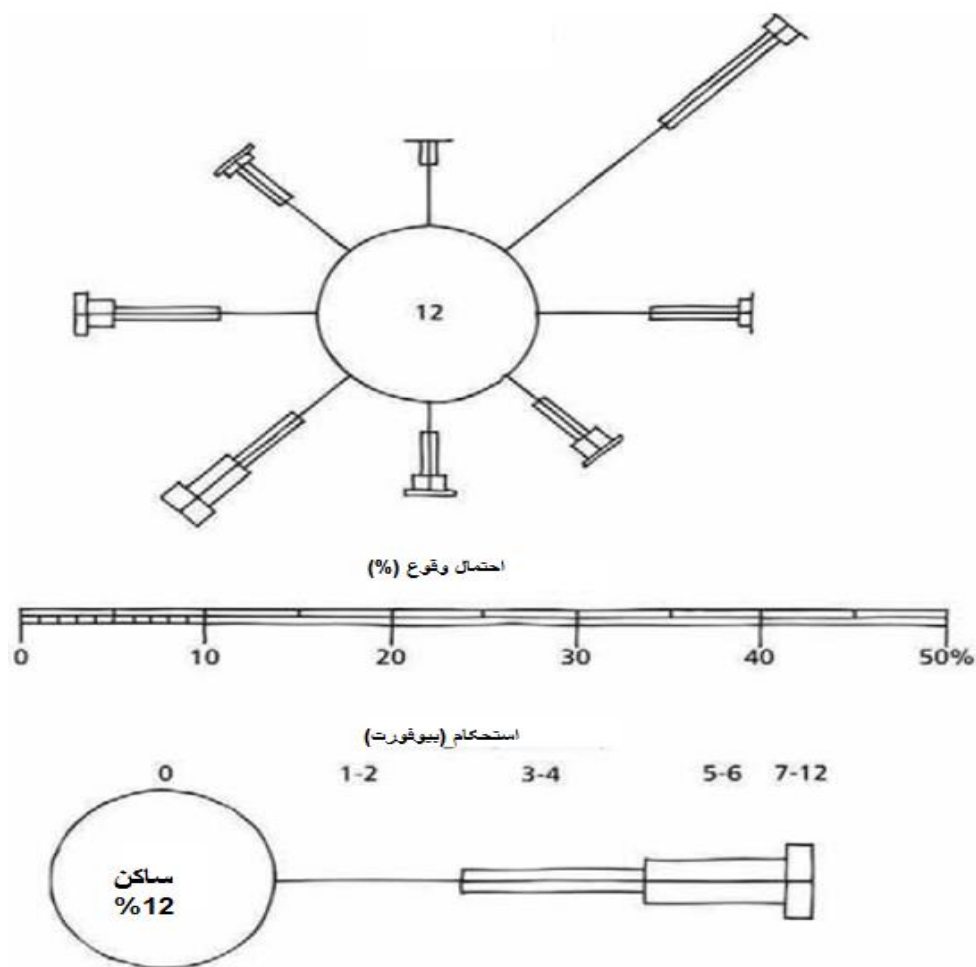
شکل ۵. قدرت کشش جریان برای غوطه‌ور کردن قفس‌های سطحی

باد

نیروی باد تقریباً ۱۰-۵ درصد کل نیروهای روی یک سیستم مهاربندی قفس را تشکیل می‌دهد، در حالی که در مورد قایق‌های تغذیه قفس‌ها این سهم افزایش می‌یابد. باد می‌تواند با ایجاد کشش روی تورهای پرشی و اختلال در جابجائی شناورهای تغذیه کننده قفسها با پلتهای غذایی، اثر مستقیم بر قفس‌ها و فعالیت آنها داشته باشند. برای مثال، یک قفس مدور پلاستیکی با قطر ۳۰ متر با یک تور پرشی به ارتفاع ۱ متر یک مساحت سطح در معرض باد تقریباً 40 m^2 دارد. در مواجهه با بادی به قدرت 40 knot ، یک چنین قفسی باید در معرض ۵ تن فشار باد قرار بگیرد (شرکت سی ورک، براساس تماس شخصی). باد می‌تواند از طریق جریانات ایجاد شده از باد و امواج، تأثیرات غیرمستقیمی هم بر قفس‌ها داشته باشد.

اطلاعات در مورد باد معمولاً از طریق اسناد دمایی مرتبط در دسترس هستند و می‌توانند در «نمودار وضعیت باد» تحلیل و خلاصه شوند (شکل ۶). نمودار وضعیت باد یک ابزار گرافیکی است که سوابق داده‌های آماری باد در یک موقعیت خاص را گزارش می‌دهد. باچنین ابزاری، تحلیل اطلاعاتی در مورد وقوع، سرعت و جهت باد فراهم می‌شود.

سرعت باد معمولاً برحسب گره دریایی (Knot)، مایل بر ساعت (mbh) یا کیلومتر در ساعت (km/h) محاسبه می‌شود. اما یک طبقه‌بندی غالب در طبقه‌بندی بوفورت (جدول ۶) استفاده می‌شود که مقیاسی در دامنه احتمالی ۱ تا ۱۲ نیروی باد و شرایط نهایی دریا را نشان می‌دهد.



شکل ۶. گلبادها که مشاهدات سابقه بادها را در یک موقعیت خاص نشان می‌دهند

جدول ۶. مقدارها و توصیف‌های مقیاس بوفورت

مشخصات برای استفاده در دریا	توصیف	سرعت معادل			نیرو در مقیاس بوفورت
		(Km/h) کیلومتر بر ساعت	(Knots) گره دریایی	(Mph) مایل بر ساعت	
-	آرام	۱-۰	۱-۰	۱-۰	۰
امواجی با ظاهر پولک ماهی شکل می‌گیرند، اما بدون تاج بستر	هوای سبک	۵-۱	۳-۱	۳-۱	۱
طول موج‌های کوچک، کوتاه اما برجسته‌تر ایجاد می‌شوند. موجها ظاهری شفاف دارند	نسیم سبک	۱۱-۶	۶-۴	۷-۴	۲

طول موج‌های بزرگ، رأس موج‌ها شروع به شکستن می‌کنند. وجود کف با ظاهر شفاف، شاید پراکنده	نسیم ملایم	۱۹-۱۲	۱۰-۷	۱۲-۸	۳
امواج کوتاه؛ بزرگتر میشوند؛ خیزاب‌های نسبتاً همیشگی شکل می‌گیرند.	نسیم ملایم	۲۸-۲۰	۱۶-۱۱	۱۸-۱۳	۴
امواج ملایم، شکل برجسته‌تر و طولانی‌تر می‌گیرند؛ خیزاب زیادی تشکیل می‌دهند؛ احتمال مقداری باران می‌آید..	نسیم تازه	۳۸-۲۹	۲۱-۱۷	۲۴-۱۹	۵
امواج بزرگ شروع به شکل گرفتن می‌کنند. تاج‌های موج همراه با کف سفید در هر جایی گسترده‌تر هستند، احتمالاً مقداری باران می‌آید.	نسیم قوی	۴۹-۳۹	۲۷-۲۲	۳۱-۲۵	۶
دریا موج پر از کف سفید می‌شود و در امتداد مسیر وزش باد شروع به ایجاد سریع امواج شکسته می‌شود.	تقریباً تندباد	۶۱-۵۰	۳۳-۲۸	-۳۸-۳۲	۷
امواج نسبتاً بالا با طول موج بیشتر؛ لبه‌های تاج‌ها شروع به شکستن به ذرات آب می‌کنند. کف آب بطور مشخص و سریع می‌وزد.	تندباد	۷۴-۶۲	۴۰-۳۴	۴۶-۳۹	۸
امواج بزرگ. رگه‌های متراکم کف آب در طول مسیر باد. تاج‌های موج شروع به برگشتن، به هم ریختن و غلتیدن می‌کنند.	تندباد شدید	۸۸-۷۵	۴۷-۴۱	۵۴-۴۷	۹
امواج بسیار بلند با تاج‌های بلند. کف آب ایجاد شده، در دسته‌های بزرگ بشکل لکه‌های متراکم سفید در طول جهت باد وزیده می‌شوند. کل سطح دریا یک ظاهر سفید پیدا می‌کند «تلاطم» دریا	طوفان	۱۰۲-۸۹	۵۵-۴۸	۶۳-۵۵	۱۰

وسیع تر وبصورت ضربه مانند می شود. قابلیت دید تحت تأثیر قرار می گیرد.					
امواج بطور استثنائی بزرگ (کشتی های کوچک و متوسط ممکن است برای مدتی دیدشان را از پشت امواج از دست بدهند). سطح آب با لکه های سفید طولانی کف ایجاد شده در طی مسیر باد پوشانیده می شود. در همه جا لبه های تاج موج به کف تبدیل می شود. قابلیت دید تحت تأثیر قرار می گیرد.	طوفان شدید	۱۱۷-۱۰۳	۶۳-۵۶	۷۲-۶۴	۱۱
هوا با کف آب پر می شود، دریا بطور کامل سفید به همراه پاشش کف؛ قابلیت دید را بطور جدی تحت تأثیر قرار می دهد.	گردباد	۱۱۳-۱۱۸	۷۱-۶۴	۸۳-۷۳	۱۲

امواج

امواج تقریباً ۲۵-۲۰ درصد کل نیروهای موثر بر مهاربندی و تجهیزات روی یک محل پرورش در قفس های با اندازه متوسط (۳۰۰۰-۴۰۰۰ تن / ماهی / سال) را تشکیل می دهند.

پنج عامل بر تشکیل امواج تولید شده از باد تأثیر می گذارند:

- سرعت باد؛

- فاصله واکشیدن (طول آب آزادی که باد روی آن وزیده است)؛

- عرض واکشیدن؛

- طول مدت زمانی که باد از روی یک منطقه موردنظر وزیده است؛

- عمق آب.

همه این عوامل با هم کار می کنند تا اندازه امواج را تعیین کنند. هرچقدر که هر یک از این متغیرها بزرگتر باشند، امواج بزرگتر هستند (بغیر از عمق که توضیح داده خواهد شد). جریان ها هم بطور مستقیم بر تشکیل امواج تأثیر می گذارند، همان طور که بادهای در مقابل جریان ها، امواج کوتاه تر و شیب دارتری تولید می کنند.

اندازه گیری ها و خصوصیات موج (شکل ۷):

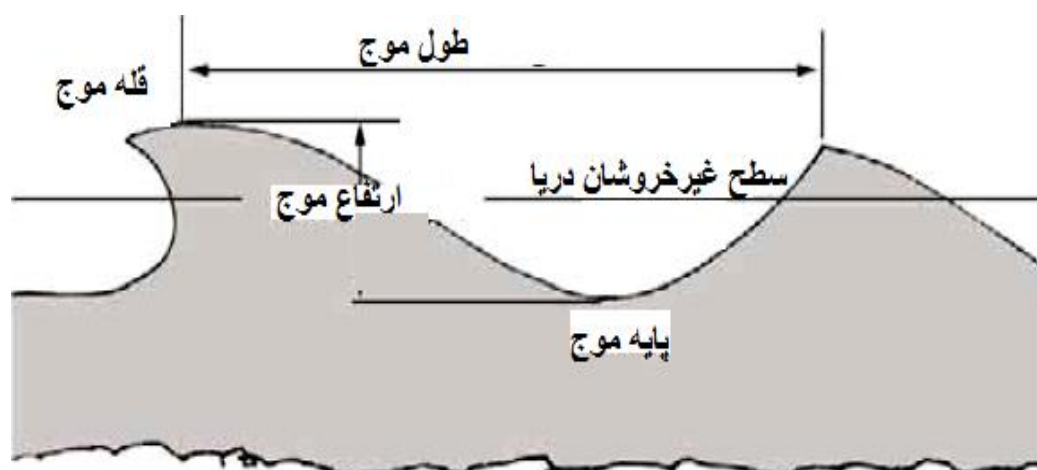
ارتفاع موج: اندازه گیری فرورفتگی تا اوج (متر)

طول موج: اندازه‌گیری نوک‌های بین دو موج متوالی (متر)
 زمان تناوب موج: فاصله بین زمان رسیدن رأس‌های متوالی در یک منطقه ایستا (ثانیه)
 جهت انتشار موج: جهت انتشار موج براساس درجه از شمال واقعی (0°) اندازه‌گیری میشود و خلاف جهت عقربه ساعت افزایش می‌یابد.

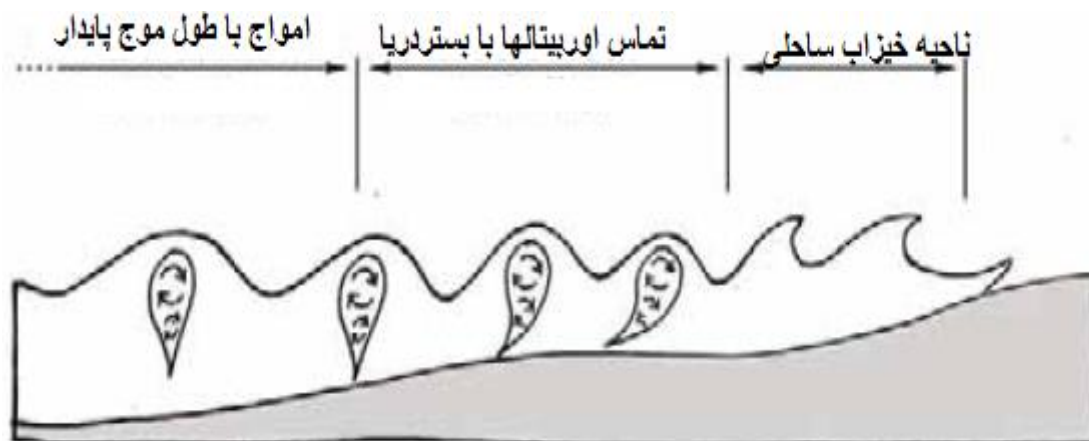
در اقیانوس عمیق، حرکت امواج از سطح دریا منجر به حرکات تقریباً دایره‌ای شکل ذرات موجود در آب موسوم به اوربیتال می‌شود (شکل ۸). زیر سطح آب، اوربیتال‌ها بتدریج با افزایش عمق کم می‌شوند، تا جائیکه در عمق نصف طول موج سطحی آب، اوربیتال‌ها کلاً وجود ندارند. زمانی که امواج به ساحل نزدیک شده و عمق کمتر از نصف طول امواج شود، ممکن است اوربیتال‌ها به بستر دریا برسند.

اصطکاک بین بستر و اوربیتال متحرک، انرژی موج را تلف می‌کند. میزان اتلاف در ابتدا به سرعت اوربیتال و کیفیت فرو رفتگی بستر دریا بستگی دارد. زمانی که اوربیتال‌های یک موج به کف می‌رسند، موج شیب‌دارتر شده و در نهایت به صورت یک موج شکسته و خیزاب درمی‌آید. اثرات بستر بر امواج نشان می‌دهند که چرا موج‌ها شیب بیشتری دارند و نزدیک به ساحل مخرب‌تر می‌شوند. خصوصیت ارتفاع امواج در یک زمان متناوب معمولاً بصورت ارتفاع موج چشمگیر (H_s یا SWH) برحسب متر بیان می‌شود. $H_s \times 1/9$ حداکثر ارتفاع موج در طی یک دوره را نشان می‌دهد.

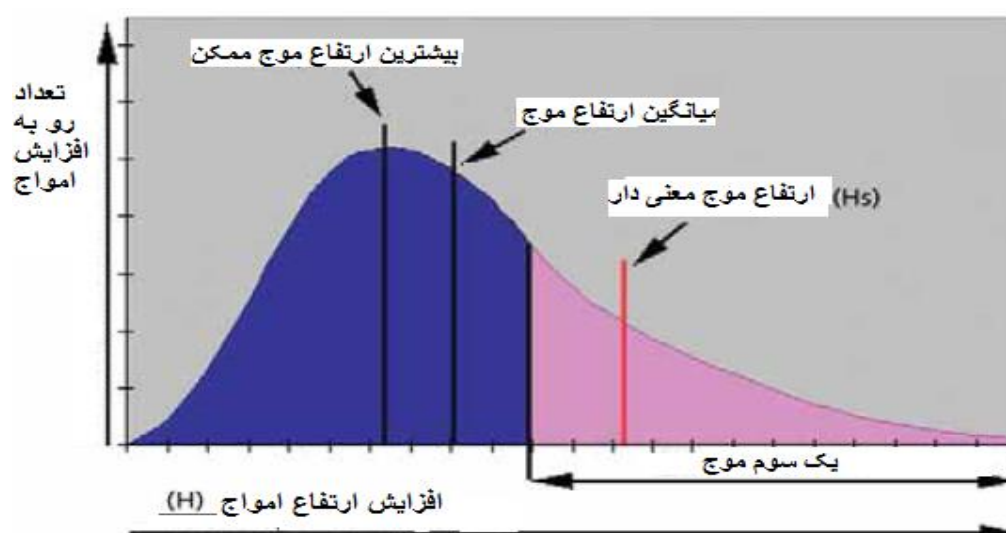
باتوجه به اندازه‌گیری ارتفاع امواج در یک استخر مورد نظر، شکل ۹ ارتفاع میانگین (از فرو رفتگی تا رأس موج) یک سوم امواج را در یک دوره معین نشان می‌دهد (معمولاً در دامنه‌ای از ۲۰ دقیقه تا ۱۲ ساعت انتخاب شده).



شکل ۷. رأس موج، فرو رفتگی (پایه) و طول موج



شکل ۸. اوربیتال‌های موج و اثر عمق بر عملکرد موج



شکل ۹. توزیع آماری موج در یک دوره موردنظر

- سایر پارامترها برای اندازه‌گیری موج بدین شرح هستند:
- دوره موج غالب (براساس ثانیه)، دوره زمانی بین امواج دارای حداکثر انرژی می‌باشد و در یک دوره معین، دوره زمانی بین امواج پرانرژی‌تر است.
 - دوره میانگین همه امواج در طول یک دوره زمانی ۲۰ دقیقه‌ای (براساس ثانیه)
 - جهتی که امواج در دوره موج غالب می‌آیند.
 - واحدها براساس درجه از شمال واقعی هستند، بصورت شمال صفر درجه و شرق ۹۰ درجه و در جهت خلاف عقربه ساعت افزایش می‌یابند.

واکشی مسافتی است که باد از روی آن در یک جهت ثابت و با یک سرعت ثابت می‌وزد. در حالی که سرعت باد عامل محدودکننده نهایی رشد موج است، رشد موج هم براساس اندازه منطقه واکشی محدود می‌شود. اندازه واکشی در ابتدا با اجرام جغرافیایی محدود می‌شود.

امواج تولیدشده کوچکتری هم وجود دارند که در گوشه‌های منطقه واکشی خلق می‌شوند، در حالی که جهت غالب باد، امواج بزرگتری نسبت به آنچه که در جهت مسیر باد واکشی است تولید می‌کند. بنابراین در یک منطقه منتخب، میزان واکشی را می‌توان با درجه و طول واکشی تعیین نمود که فاصله مکان از خط ساحلی بعدی است.

بطور ویژه دو تعریف متفاوت از واکشی وجود دارند:

- واکشی جغرافیایی: طول آبی که یک باد ممکن است روی آن وزیده باشد.

واکشی موثر: طول منطقه‌ای که یک باد واقعاً روی آن وزیده است.

مثال اتصال بین امواج، باد و طول واکشی در جدول ۷ ارائه شده است.

جدول ۷. مثال دوره زمانی محاسبه شده موج چشمگیر و زمان تناوب اوج در سرعت‌های متغیر باد و طول واکشی مؤثر

طول واکشی مؤثر						سرعت باد
ارتفاع موج	زمان تناوب	ارتفاع موج	زمان تناوب	ارتفاع موج	زمان تناوب	
چشمگیر (متر) (Hs)	اوج موج (ثانیه)	چشمگیر (متر) (Hs)	اوج موج (ثانیه)	چشمگیر (متر) (Hs)	اوج موج (ثانیه)	
۰/۳	۱/۲	۰/۶	۳/۱	۱/۱	۴/۴	۱۰
۰/۸	۲/۸	۱/۵	۱/۴	۲/۵	۴/۹	۲۰
۱/۴	۳/۳	۲/۵	۴/۹	۴/۴	۷/۱	۳۰

بستر دریا

خصوصیات بستر دریا باید بمنظور طبقه‌بندی نوع رسوبات از لحاظ جای دادن لنگر و شناسایی جوامع بسترزی دریایی بررسی شوند.

برای محاسبه این اطلاعات موارد زیر ضروری خواهند بود:

- سیستم مهاربندی

- نوع لنگر: چه لنگرهای جایگیری کششی (لنگرهای شخمی یا بیل) و چه لنگرهای خشکه

(بلوک‌های بتنی) اگر مورد استفاده قرار بگیرند بستگی به خصوصیات بستر دریا دارند.

- نقاط سایش احتمالی مهاربندی؛ در بسیاری از موارد، برای حفظ کشسانی ضروری سیستم مهاربندی در ساختار قفس، در برابر یک جریان آبی یا موج بالقوه شدید، طنابهای مهاربندی سه الی چهار بار بزرگتر از عمق مکان مورد نیاز هستند. طنابهای مهاربندی پائین جریان (یا طنابهایی که در گوشه‌ها در معرض جریان‌ات شایع یا نیروهای کشش امواج نیستند) ممکن است در طی طوفان یا جریان‌ات روی قفس‌ها تضعیف شوند، تا جایی که روی بستر دریا قرار گرفته و فرو روند. اگرچه گل و لای باعث آسیب مهمی نمی‌شود، ولی بسترهای شنی یا سنگی در تماس با خطوط مهاربندی می‌توانند به سرعت آنها را تا سطح خطرناکی تخریب کنند. استفاده از شناورهای غیرمتراکم، دارای محافظ برای سرپائین طناب، یا چشمی‌های دارای حفاظ از جنس فولاد سخت برای اتصالات (چشمی‌های لوله‌ای، عکس ۱۰)، می‌توانند ریسکها را کاهش داده و هزینه‌های نگهداری پائین‌تری بدنبال داشته باشند.

- در مناطق استقرار لنگر: بدلیل اختلاف در جنس بستر دریا ممکن است نیاز به انتخاب دقیق نقاط مناسب استقرار لنگر باشد تا از استقرار لنگرهای بیلی روی بسترهای سنگ (لنگرها در بستر جاسازی نمی‌شوند) و یا از استقرار لنگرهای بلوک بتنی روی خاک رس سخت (بلوک‌ها ممکن است روی سطوح لغزنده رسی کشیده شوند) پیشگیری شود.

- زیستگاه‌های حساس بستر (مرجان‌های زنده، علف دریایی، مکان‌های پرورش و غیره): هم باید جداگانه شناسایی و مطرح شوند. محل پرورش ماهی باید با در نظر گرفتن جهت غالب فعلی جریان آب، در پائین دست این زیستگاه‌ها واقع شود.

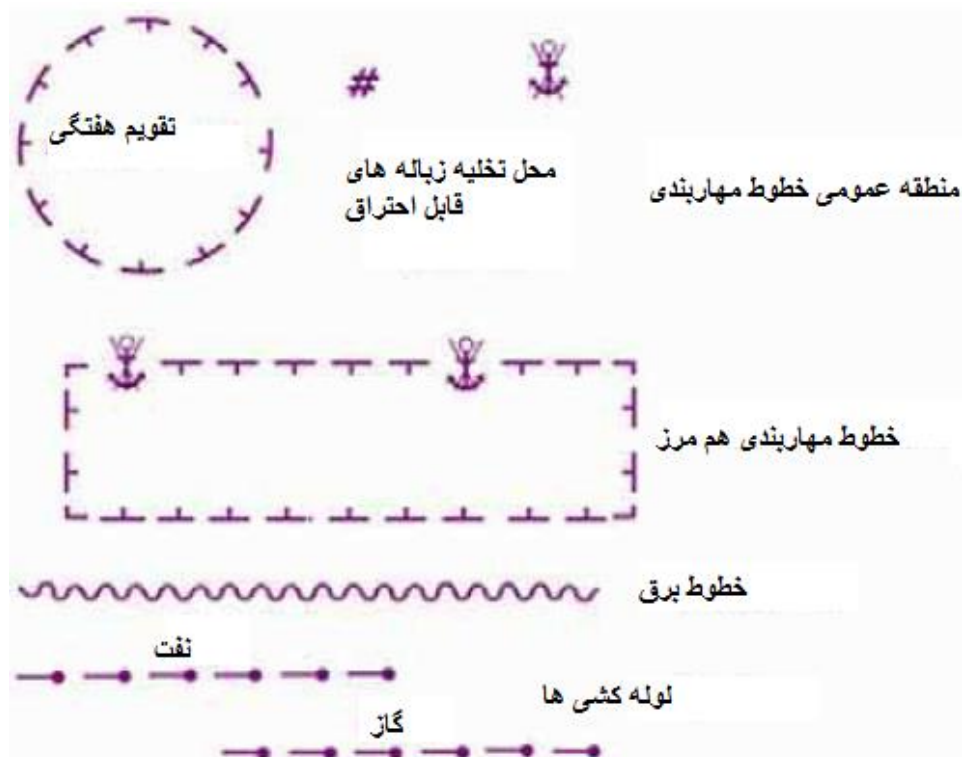
باتوجه به اینکه یک لنگر مناسب خودش را عمیقاً در بستر دریا جای می‌دهد، شایسته است در مورد کف دریا بیشتر از لایه بالایی آن بدانیم. صدف‌ها، علف‌های هرز و علف‌های دریایی ممکن است مانع از محکم شدن لنگر شوند. اگرچه، لنگر می‌تواند از لایه بالایی خودش را به لایه‌های پائینی شنی، گل و لای، زغال کک، قلوه سنگ، کف سنگی یا خاک رسی فرو برد، که هر کدام خصوصیات متفاوتی دارند. ترکیبات متداول بستر دریا معمولاً در نقشه‌های دریایی با استفاده از حروف خاص به عنوان نماد گزارش داده می‌شوند تا نوع بستر دریا را نشان دهند. جدول ۷ لیستی از ترکیبات احتمالی بستر دریا همراه با نماد مناسب مورد استفاده در نقشه‌های دریایی را ارائه می‌دهد.

گل و لای، شن و ماسه ضخیم، همچنین قلوه سنگ‌ها اتصالات محکمی را ایجاد خواهند کرد. صخره‌ها، سنگ‌ها و مرجان‌ها به لنگر خشکه یا گرانشی (بلوک بتنی) نیاز دارند.

بستر دریا ممکن است برای لنگراندازی مناسب نباشد و یا شاید لنگراندازی به دلایلی غیر از ماهیت بستر دریا ممنوع باشد، که از جمله میتوان به وجود کابل‌ها، خطوط تلفن یا خط لوله‌ها، مناطق رو برداری انفجاری، یا مکان‌های تاریخی مثل کشتی شکسته اشاره نمود (شکل ۱۰). این محدودیت‌ها یا باید روی نقشه دریایی مشخص شده باشند و یا می‌توان از گارد ساحلی در مورد این موضوع تحقیق کرد.

جدول ۸: نمادهای مورد استفاده در نقشه‌های دریایی استاندارد برای نشان دادن ترکیب بستر دریا

نماد	نوع بستر	نماد	نوع بستر
S	شن	P	سنگریزه
M	گل و لای	St	سنگ
Cy, Cl	خاک رس	Rk, Rky	صخره، صخره‌ای
G	ماسه	Ch	گچ
Co	مرجان	Sh	صدف
Cb	قلوه سنگ	Wd	علف هرز
Sn	توفال	S/M	دولایه (برای مثال شن روی گل)



شکل ۱۰. راهنمای ترسیمی مطابق نقشه‌های دریایی استاندارد که مناطق «بدون مهاربندی» را نشان می‌دهند.

وقوع طوفان

طوفان‌ها و گردبادها یا طوفان‌های موسمی یا طوفان همراه با باران پدیده‌های هواشناسی هستند که عمدتاً می‌توانند خطر بادهای شدید و امواج و جریان‌ات در دریا را نشان دهند. آنها عمدتاً در مناطق گرمسیری-استوایی، در مناطقی که با دو مدار رأس تعیین می‌شوند، رخ می‌دهند. اما می‌توانند مناطق وقوعشان را تا اقیانوس اطلس شمالی (ایالات متحده آمریکا و کانادا) همچنین تا اقیانوس آرام شمالی، عمدتاً روی سواحل شرقی آسیا (چین و ژاپن) گسترش دهند.

طوفان‌ها با مقیاس باد طوفان سفیر-سیمسون دسته‌بندی می‌شوند (جدول ۹).

جدول ۹. مقیاس باد طوفان - سفیر - سیمسون

دسته بندی	سرعت‌های باد	تأثیر
یک	۷۴-mph، ۶۴-۸۲knot، ۳۳-۴۲m/s ۱۱-۱۵۳ km، ۹۵	بادهای بسیار خطرناک آسیب ایجاد خواهند کرد
دو	۱۱۰-mph، ۸۳-۹۵knot، ۴۳-۴۹m/s ۱۵۴-۱۷۷ km، ۹۶	بادهای بسیار خطرناک باعث آسیب گسترده‌ای خواهند شد
سه	۹۶-۱۱۲knot، ۵۰-۵۸m/s ۱۷۸-۲۰۸ km، ۱۱۱-۱۲۹mph	آسیب مخربی رخ خواهد داد

چهار	۵۸-۷۰ m/s، ۱۱۳-۱۳۶ knot، ۱۵۶-۱۳۰ mph، ۲۵۱-۲۰۹ km	آسیب فاجعه آمیزی رخ خواهد داد
پنج	۷۰ m/s، >۱۳۷ mph، >km/h، ۲۵۲ mph=>۱۵۷=>	آسیب فاجعه آمیزی رخ خواهد داد

منبع: سفیر ۱۹۷۳

امکان وقوع طوفان‌ها در منطقه انتخاب شده، باید به دقت ارزیابی شود تا در صورتیکه احتمال وقوع این پدیده‌ها بسیار بالا باشد، یک نشست ضروری برای محاسبه مهاربندی کافی صورت پذیرد. غیر از قفس شناور، مدل‌های مختلف قفس، همانند قفس‌های غوطه‌وری که برای شرایط جوی بسیار سخت مناسب‌تر هستند نیز ممکن است در مناطقی که احتمال وقوع بالایی از طوفان‌ها وجود دارد مورد توجه قرار بگیرند.

سایر معیارها

تأسیسات

فاصله زمانی بین محل پرورش و تأسیسات مورد نیاز بطور مستقیم بر هزینه‌های اجرایی پروژه تأثیر می‌گذارد. یک فاصله اضافی بر موارد زیر دلالت خواهد کرد:

- زمان‌های انتقال بالاتر و بنابراین زمان کمتری برای کار روی پرورش ماهی؛
- هزینه‌های سوخت بالاتر؛

- مخاطرات بیشتر در حین حمل و نقل ماهی‌های انگشت‌قد؛

اگر مورد اضطراری در محل پرورش رخ دهد، یعنی در مورد تصادفات یا آسیب به تور، فاصله می‌تواند یک عامل محدودکننده باشد. زمان مورد نیاز برای واکنش باید تا جایی که امکان دارد کوتاه باشد و فاصله ممکن است یک فاکتور محدودکننده باشد.

زیرساخت‌های موجود در موقعیت‌های قفسی باید شناسایی شوند تا مزایا و مضرات احتمالی مرتبط با وضعیت مکان ارزیابی شوند. این موارد ممکن است شامل:

- جاده‌ها،

- لنگرگاه‌ها، بندرها، اسکله‌ها،

- فضای کاری موجود در خشکی،

- قابلیت دسترسی به انبار یا محل نگهداری.

سایر کاربردهای ساحلی

استفاده از خطوط ساحلی، فعالیت‌های اجرا شده روی آنها یا اشتغال‌های مختلف افرادی که در ساحل کار می‌کنند باید مورد توجه قرار گیرند تا ریسک وقوع تداخلات کاری منفی که با سایر کاربران ساحلی، در ضمن اجرای وظایف پرورش ماهی در قفس به حداقل برسد. چنین مناطقی عبارتند از:

- مناطق بندری سازمانها و نهادها؛

- مناطق رهاسازی ضایعات و خروجی‌های زیرآبی فاضلاب در طول ساحل؛

- مناطق مورد نظر گردشگری (اقامتی، ساحل)؛

- اماکن باستان‌شناسی؛

- صخره‌های آبی مصنوعی؛

- سایر تأسیسات آبی پروری؛

- مناطق نظامی.

نقشه‌های دریایی

یک نقشه دریایی، نمایش گرافیکی یک منطقه دریایی و مناطق ساحلی مجاور است.

گاهی اوقات نقشه‌های دریایی در دسترس نیستند یا تنها در مقیاس بزرگ در دسترس هستند و یا چندان درست و دقیق نیستند؛ در این موارد یک نقشه‌برداری دقیق مکان برای شناسایی مکان و جهت‌گیری صحیح سیستم پرورش در قفس، حیاتی است.

خصوصیت اصلی نقشه‌ها ترسیم مناطق خشکی / دریایی در یک مقیاس مشخص اندازه‌گیری است و بدین ترتیب تأمین ابزار مناسب برای اندازه‌گیری‌های صحیح ارتفاعات، عمق‌ها و فاصله‌ها می‌باشد. مقیاس یک نقشه بصورت نسبت فاصله یک مجموعه روی نقشه تا فاصله مشابه آن در دریا/ خشکی واقعی تعریف شده است.

برای مثال، روی یک نقشه با یک مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، هر سانتی‌متر اندازه‌گیری شده روی نقشه برابر با ۱۰۰۰۰ سانتی‌متر (یا ۱۰۰۰ متر یا ۱ کیلومتر) خواهد بود که روی زمین اندازه‌گیری شده است.

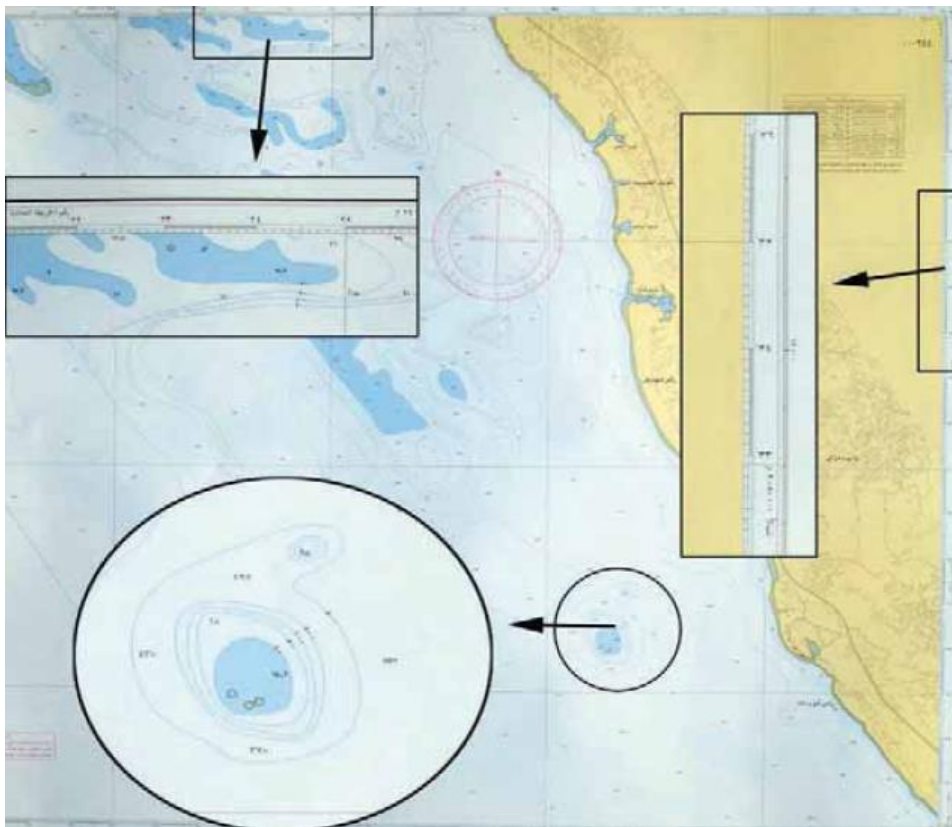
مقیاس عرض جغرافیائی که بطور افقی در طی هر دو جهت نقشه اجرا می‌شود، شمال و جنوب را نشان می‌دهد، و مقیاس طول جغرافیائی که در طی بالا و پائین نقشه اجرا می‌شود، شرق و غرب را نشان می‌دهد (شکل ۱۱).

یکی از مفیدترین جنبه‌های یک نقشه دریایی نمایش خصوصیات عمق و بستر دریا از طریق اعداد، کدهای رنگی و منحنی تراز عمق‌نما می‌باشد.

مختصات جغرافیایی

عرض جغرافیایی و طول جغرافیایی مختصات جغرافیایی را نشان می‌دهند، و ترکیب این دو جزء وضعیت هر مکان را روی سیاره زمین مشخص می‌کند.

شکل ۱۱. تفسیر یک نمودار ناوبری



نکته: طول و عرض جغرافیایی در کنار لبه‌های نمودار درجه‌بندی شده‌اند (در تصویر بصورت مستطیل‌های زرد روشن نمایش داده شده‌اند). خطوط نقش برجسته ژرفاسنجی با رنگ‌های مختلف، نشان‌دهنده مناطق آب‌های کم عمق (در تصویر، شکل دایره) است.

چندین فرمت برای نوشتن مختصات جغرافیایی وجود دارند، اما در همه روش‌ها، اولی عرض جغرافیایی و دومی طول جغرافیایی را فهرست می‌کند. موارد زیر روش‌های معتبر و قابل قبولی برای نوشتن مختصات جغرافیایی هستند:

DMS	ثانیه: دقیقه: درجه	$32^{\circ}30'00''N, 12^{\circ}30'00''E$
DM	دقیقه اعشاری: درجه	$32^{\circ}50', 0''N, 12^{\circ}30', 0''E$
DD	درجات اعشاری	$32.5000^{\circ}N, 12.5000^{\circ}E$

در سیستم‌های موقعیت‌یاب جغرافیایی (GPS)، واحدها را می‌توان با یک فرمت خاص تنظیم کرد، اما متداول‌ترین فرمت‌ها DMS و DM هستند. گاهی اوقات، تبدیل بین این روش‌های متفاوت برای ثبت موقعیت جغرافیایی ضروری است. ۶۰ ثانیه در یک دقیقه و ۶۰ دقیقه در یک درجه وجود دارد. عرض جغرافیایی شمالی مثبت است (+) در حالی که عرض جغرافیایی جنوبی (-) است؛ طول جغرافیایی شرقی مثبت است (+) و طول جغرافیایی غربی منفی (-) است.

راه اندازی

نصب و راه اندازی قفس پرورش ماهی به مهارت‌های فنی خاص و سطح بالایی از تخصص کارکنان درگیر نیازمند است. در اکثر موارد، برای کار نصب از کمک شرکت‌های غواصی بیرونی شایسته یا مهندسین دریایی بهره می‌برند.

اولین مرحله، شناسایی یک منطقه مناسب در خشکی برای استفاده کارکنان و نگهداری وسایل است، که بطور ایده‌آل باید نزدیک به محل پرورش ماهی باشد.

این مرحله نیاز به یک رابطه کاری با مسئولان (بندر و شهرداری) و دستیابی به مجوزهای ضروری (بمنظور اشغال منطقه عمومی و کشیدن برخی از اجزاء از بندر به مکان پرورش) دارد.

منطقه آزاد روی خشکی باید خصوصیات زیر را داشته باشد:

- یک سطح به اندازه کافی بزرگ برای ساخت قفس و استفاده از یک جرثقیل چنگک‌دار؛

- دسترسی به برق؛

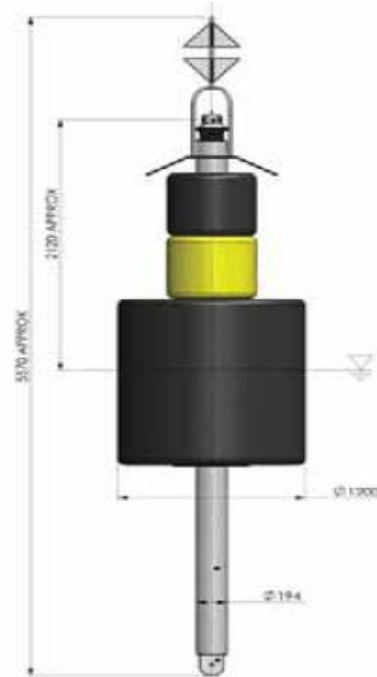
- شرایط ایمن برای رها کردن مواد و تجهیزات، بدون خطر دزدی و سرقت (در صورت امکان در یک انبار قفل‌دار)؛

- مکان‌های تأمین کننده این شرایط را می‌توان در اکثر مناطق بندری پیدا کرد. باید یک منطقه حفاظدار برای تجهیزات نایلونی (مثل تورها، طناب‌ها و غیره)، برای مواردی که انتظار نگهداری طولانی‌مدت لوازم قبل از نصب می‌رود، در نظر گرفت (اشعه فرابنفش (UV) خورشید پلیمرهای نایلون را تجزیه می‌کند).

همه اجزای محل پرورش، تجهیزات، ابزارکار و مواد ضروری در این منطقه نگهداری خواهند شد که فرد کارگر ممکن است در آنجا آماده‌تر از روی قایق یا زیرآب کار کند. بنابراین نیاز است اجزای قفس در خشکی مونتاژ شوند، فلذا خدمه به فضای زیادی در خشکی نیاز دارند.

بویه‌های ناوبری

معمولاً، اولین اجزاء نصب شده در یک سایت پرورشی، شناورهای نشانگر هستند که بیانگر مجوز و تعیین محدوده مزرعه می‌باشند. در هر گوشه از سایت مزرعه یک بویه نشانگر شناور قرار داده می‌شود (شکل ۱۲).



شکل ۱۳. فانوس دریایی ۱M (بالا، ۲M (میانی) ۳M (پائین)

دامنه قابل رویت

شکل ۱۲. ترسیم و ابعاد فنی بویه ناوبری

(واحد: میلی‌متر)

خصوصیات فنی

دامنه گسترده‌ای از بویه‌های ناوبری از جمله فولاد گالوانیزه گرم-شیب‌دار و پلی‌اتیلن قالب‌گیری شده چرخشی، در بازار موجود هستند. لیست اجزاء کلی یک سیستم بویه شناور را به شرح زیر می‌بینید:

- بلوک‌های بتنی: از این لنگرها برای هر بویه، با توجه به وزن هر بویه و بسته به خاصیت شناوری بویه و ویژگیهای سایت استفاده می‌شود که برای اتصال مجهز به حداقل یک حلقه فولادی ۱۸ میلی‌متری می‌باشند.

- زنجیره اتصالی از جنس فولاد گالوانیزه: این زنجیر بلوک بتنی را به بویه متصل می‌کند و باید طولی ۱/۵ برابر عمق مکان و قطر مناسب براساس اندازه بویه داشته باشد.

- قلاب‌ها (شگل‌ها): دو قلاب برای هر بویه مورد نیاز هستند؛ یکی برای اتصال زنجیر به بلوک بتنی و دیگری برای اتصال زنجیر به بویه.

- محور چرخشی: بویه باید آزاد باشد تا حول محور خودش بچرخد.

- بویه ناوبری: بویه باید کاملاً قابل رؤیت و مجهز به یک دستگاه رادار-بازتاب‌دهنده و فانوس دریایی باشد.

فانوس‌های دریایی مدرن (شکل ۱۳) مجهز به چندین لامپ دیود منتشرکننده نور (LED) هستند که نور واضحی را با استفاده از حداقل برق فراهم می‌کنند. فانوس‌ها باید به اندازه کافی روشن باشند تا از یک مسافت طولانی و طبق قوانین مقررات محلی قابل رؤیت باشند. این نوع فانوسها معمولاً پنل‌های خورشیدی دارند تا باتری‌ها را مجدداً شارژ کنند و نسبتاً نیاز چندانی به نگهداری ندارند. بویه‌های ناوبری عموماً زردرنگ هستند، اما دربرخی از مناطق نیاز است که هر بویه اصلی توالی رنگی متفاوتی وجود داشته باشد تا به راحتی دیده شوند.

مونتاژ قطعات روی خشکی

مونتاژ بویه (بلوک بتنی، قلاب، زنجیر و بویه) باید روی خشکی انجام شود. یک سرزنجیر با یک قلاب (شگل) به چشمی صفحه بویه واقع سطح پائینی بویه متصل می‌شود. هم بویه متصل به زنجیر و هم بلوک بتنی روی عرشه لنج بارگیری می‌شوند. سر آزاد زنجیر با یک قلاب به چشمی سطح بلوک بتنی متصل می‌شود. زنجیر ممکن است بزرگ و حجیم بوده و برای جابجایی سنگین باشد. یک روش آسان‌تر برای جابجایی زنجیر چنانچه در شکل ۱۴ نشان داده شده است، دسته کردن زنجیر با عبور دادن یک طناب محکم از هر ۲۰-۳۰ حلقه زنجیر است. بدین روش زنجیرها بایچه‌های متعددی به دور خود می‌پیچند و درنتیجه طول زنجیرها کاهش می‌یابد. از این روش می‌توان برای استقرار هر زنجیری که در این راهنما توضیح داده می‌شود استفاده کرد.

استقرار

زمانی که نقطه استقرار مشخص گردید (که با کمک GPS تعیین می‌شود)، طنابی که زنجیرها را بصورت دسته‌ای نگه داشته، جدا می‌شود. مراحل بعدی به شرح زیر هستند:

۱- بویه با جرثقیل به آب انداخته میشود و قایقی که در آب روبه جلو حرکت می‌کند، بویه را بدنبال خود می‌کشد.

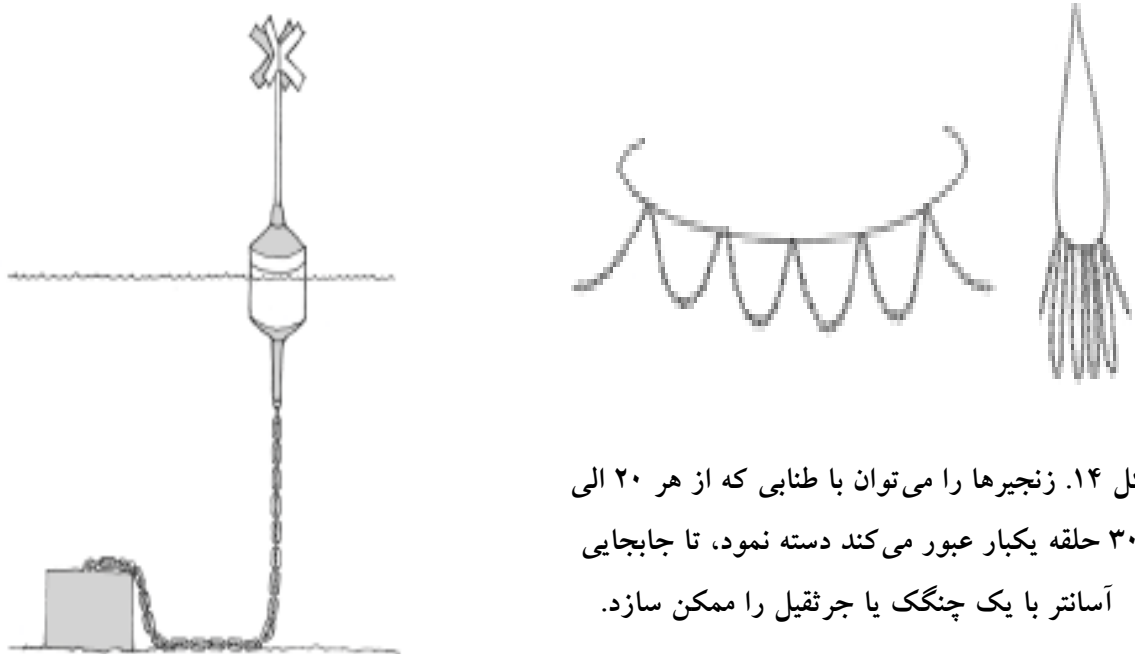
۲- در نقطه دقیق استقرار، زنجیر به دریا انداخته شده و بلوک بتنی بکمک چنگک جرثقیل و با استفاده از یک حلقه طناب بالا رفته و بالای سطح آب نگه داشته می‌شود، بعد حلقه طناب بریده می‌شود.

۳- بلوک بتنی در آب فرو می‌رود تا زمانی که بویه در مکان خودش قرار بگیرد (شکل ۱۰).

سیستم شبکه‌ای و سیستم مهاربندی

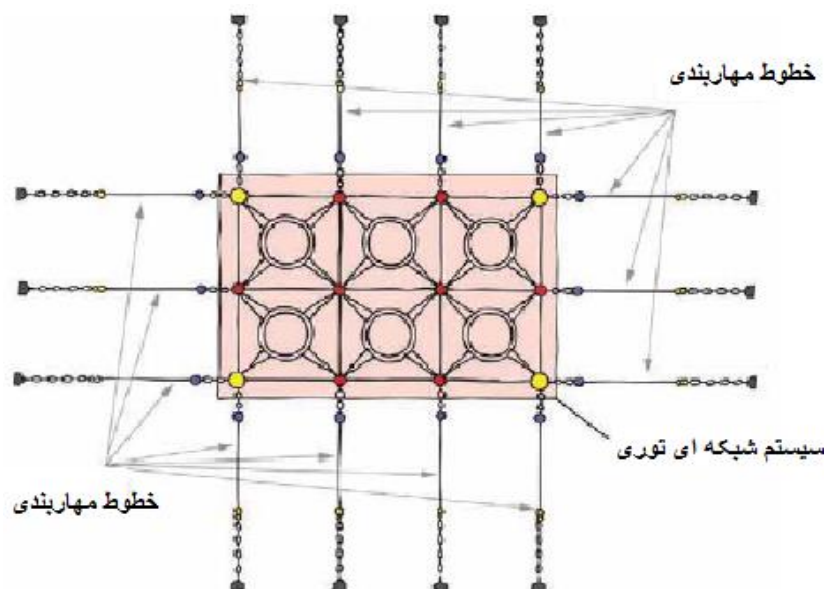
سیستم مهاربندی مورد استفاده برای قفس‌های مدور HDPE یک سیستم شبکه‌ای مربعی شکل است که خطوط مهاربندی روی بستر دریا آرایش‌دهی میشوند.

دریا یک سیستم دینامیک (پرتلاطم) دارد؛ فلذا همه اجزا سازه را بصورت مهارشده در نزدیک بستر دریا نگه می‌دارند که از ابتدا برای تعدیل نیروهای حرکت موج طراحی می‌شوند. سیستم مهاربندی به دو گروه اجزاء اصلی تقسیم می‌شود، خطوط مهاربندی و سیستم شبکه‌ای (شکل ۱۶):



شکل ۱۴. زنجیرها را می‌توان با طنابی که از هر ۲۰ الی ۳۰ حلقه یکبار عبور می‌کند دسته نمود، تا جابجایی آسانتر با یک چنگک یا جرثقیل را ممکن سازد.

شکل ۱۵. بخشی از زنجیر باید روی بستر دریا قرار بگیرد تا حرکت عمودی بویه را بر اساس امواج ممکن سازد.



شکل ۱۶. سیستم شبکه‌ای و خطوط مهاربندی شش قفس در یک مدل قابی شکل

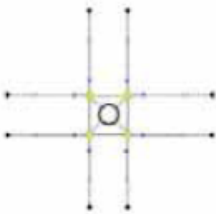
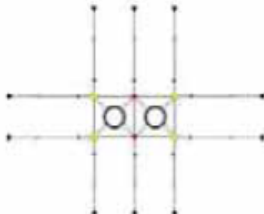
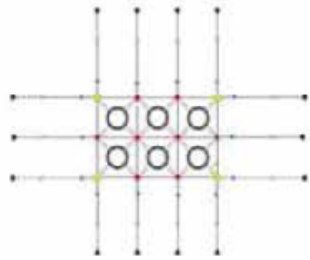
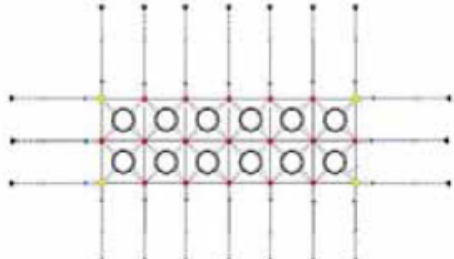
- سیستم شبکه‌ای شامل طناب‌های قاب توری، بویه‌های مهاربندی، حلقه‌ها یا صفحات رابط، زنجیرهای مهار و قلاب‌های مرتبط کننده است.

در یک سیستم شبکه‌ای، قفس‌ها جداگانه مهار نمی‌شوند، اما در مقیاسهای متراکم می‌شوند. در متداول‌ترین مقیاس‌ها، سیستم شبکه‌ای در مکان‌های دور از ساحل از ۶، ۸ یا ۱۲ قفس تشکیل می‌شوند که در دو ستون موازی نصب می‌گردند. مقیاس‌های بزرگتر هم که در مکان‌های بسته و درپناه مورد استفاده قرار می‌گیرند، شامل برخی از سیستم‌های بزرگتر هستند که تا ۳۶ قفس در یک سیستم شبکه‌ای بصورت 3×12 استقرار می‌یابند. با اینحال ممکن است نگرانی‌هایی در مورد قابلیت دسترسی به قفس‌ها و کل بار (نیروی) روی اجزاء مهاربندی وجود داشته باشد.

استفاده از سیستم‌های شبکه‌ای شش یا هشت واحدی برای مکان‌های باز با امواج و جریانات قدرتمند ترجیح داده می‌شود.

طراحی سیستم به تعداد قفس‌هایی که مهار خواهند شد، همچنین تعداد خطوط مهاربندی بستگی دارد. نسبت بین تعداد قفس‌ها و تعداد مهاربندی‌ها یک نشانه خوب جهت تعیین چگونگی مهاربندی ایمن قفس‌ها و هزینه نسبی آن است. یک مدل پرورش ماهی با تعداد قفس‌های کمتر، نیاز به تعداد نسبتاً بالایی از خطوط مهاربندی برای هر قفس خواهد داشت (جدول ۱۰). این حالت در یک مکان باز ترجیح داده می‌شود زیرا تعداد بیشتر لنگرهای متصل به هر قفس، آن را ایمن‌تر نگه خواهند داشت. از طرف دیگر، در یک مکان بسته و درپناه، از مدل‌های بزرگتر می‌توان استفاده کرد و سیستم مهاربندی در مقیاس اقتصادی به صرفه‌تر خواهد بود، چراکه به لنگرهای نسبتاً کمتر و هزینه‌های نصب نهایی پائین‌تری نیاز دارند. جدول ۱۰ یک راهنماست که خطوط مهاربندی اضافی را که در صورت نیاز می‌توان اضافه کرد تا مهاربندی مدل پرورش ماهی تقویت شود، را نشان می‌دهد. بویژه برای آنهایی که در مکان‌های باز قرار دارند.

جدول شماره ۱۰. سیستم‌های شبکه مربعی که تعداد متفاوتی از قفس‌ها و خطوط مهاربندی را نشان می‌دهند (اگر خطوط مهاربندی اضافی برای تقویت سیستم افزوده نشوند).

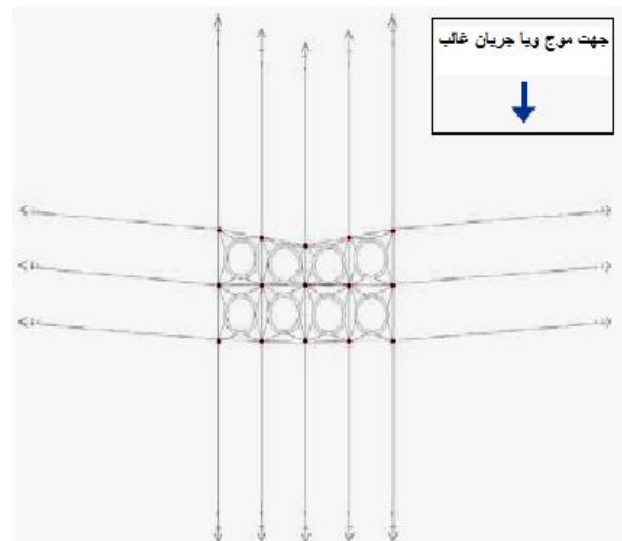
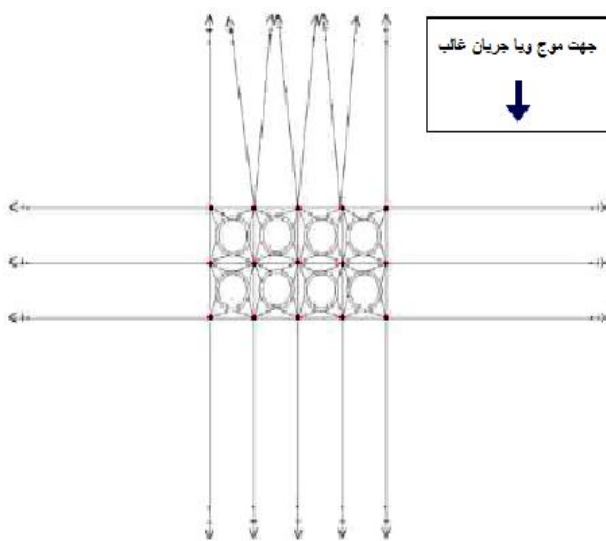
نسبت خطوط مهاربندی/قفس‌ها	تعداد خطوط مهاربندی	تعداد قفس‌ها	مدل مزرعه (محل پرورش ماهی)
8	8	1	
5	10	2	
2.33	14	6	
1.66	20	12	

اگر سیستم شبکه‌ای بیش از هشت قفس داشته باشد، نیروهای تولید شده توسط جریان‌ات آبی یا امواج ممکن است به شبکه فشار آورده و باعث شوند که شبکه در وسط شکم بدهد (شکل ۱۷). به این دلیل، اگر کاهش تعداد قفس‌ها امکان‌پذیر نباشد، طناب مهار مرکزی باید دوگانه و بصورت درهم بافته باشد یعنی نیاز به نصب لنگرهای اضافه دارد (شکل ۱۸).

علاوه بر این، برای تقویت نقاط کناری سیستم شبکه، نصب «لنگرهای کناری» در یک یا چند سمت امکان‌پذیر است (شکل ۱۹). این خطوط مهاربندی اضافی تنش ایجاد شده توسط جریان‌ات و امواجی که در آن جهت‌ها جریان دارند را روی گوشه‌های شبکه کاهش می‌دهند (شکل ۱۸). سیستم مهاربندی

بویه‌ها را می‌توان بصورت مهاربندی تک‌زنجیره یا دوزنجیره نصب کرد. اولین گزینه عمدتاً برای سیستم قفس شناور به کار می‌رود، در حالی که گزینه دوم برای قفسه‌های غوطه‌ور یا در مورد مکان‌های پرانرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

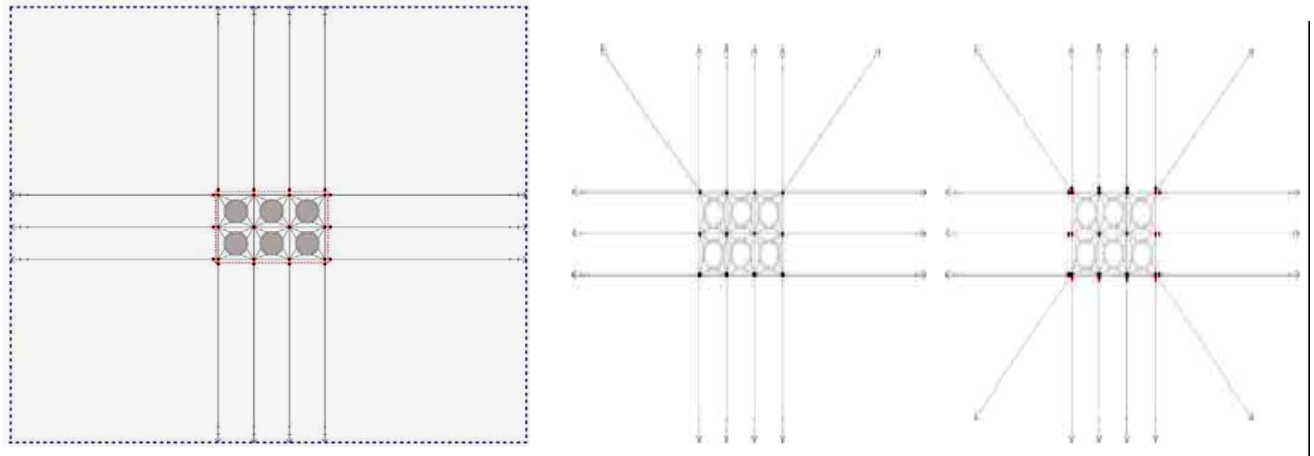
در مورد یک سیستم قفس غوطه‌ور از شبکه به صورت یک قاب آویزان و غوطه‌ور استفاده می‌کنند، بنابراین برای بویه‌های مهاربندی، یک خط دوگانه مورد نیاز است (اولی روی خطوط مهاربندی، دومی روی گوشه‌های شبکه). از سیستم بویه با مهاربندی دوگانه همچنین می‌توان برای قفس‌های بزرگ یا در قفس‌های واقع در مکان‌های پرانرژی استفاده کرد که وجود شناورهای اضافی ضروری است.



شکل ۱۸. یک سیستم شبکه با خطوط مهاربندی دوگانه

شکل ۱۷. یک سیستم شبکه تغییر شکل یافته توسط

نیروهای جریان آب یا امواج



شکل ۱۹. یک سیستم شبکه با خطوط مهاربندی جانبی یدکی

شکل ۲۰. مساحت سطح اشغال شده (ردپا) توسط

یک سیستم پرورش قفسی

ردپای مزرعه پرورش ماهی

مساحت سطح واقعی اشغال شده توسط یک سیستم پرورش قفسی، ردپای محل پرورش (مزرعه) نامیده می‌شود (شکل ۲۰). کل مساحت یک سیستم قفس HDPE بسیار بزرگتر از اجزاء شناور قابل رؤیت است. اجزاء شناور (بویه‌ها و قفس‌ها) مساحت کمتری از سیستم شبکه را اشغال خواهند کرد، در حالی که مساحت بسیار بزرگتری از آب زیر سطح قفس، با خطوط مهاربندی اشغال خواهد شد.

برای ارزیابی منطقه، گرفتن مجوز، رهن سطح تحت تصرف و بررسی ایمنی منطقه از لحاظ اینکه حول منطقه « ماهیگیری ممنوع » نباشد، بسیار مهم است.

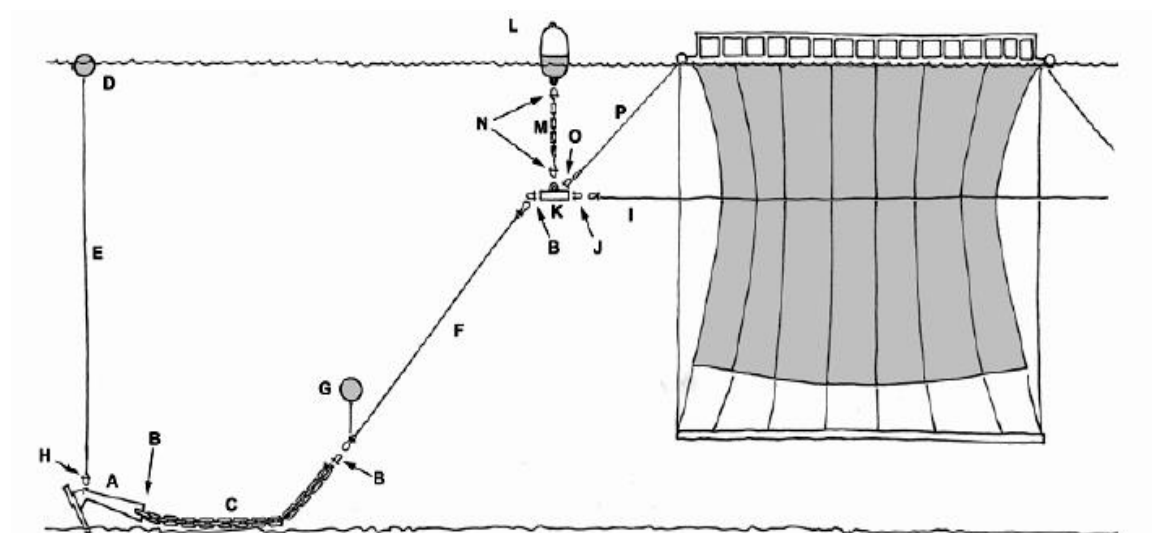
برای محاسبه این "ردپا"، یک طول خط مهاربندی حداقل ۴-۴/۲۵ برابر طولانی‌تر از عمق مکان باید مورد استفاده قرار بگیرد. این بدین خاطر است که حداکثر قابلیت تحمل بارگیری لنگرها در زاویه ۱۲°- ۹ بین لنگر و خط مهاربندی ایجاد شده است. بنابراین، ابعاد سیستم شبکه، بعلاوه ۴-۴/۲۵ برابر عمق مکان (برای هر سمت سیستم شبکه)، ابعاد واقعی اثر را ارائه خواهد داد.

مهاربندی و اجزای شبکه

اجزای یک خط مهاربندی منفرد در جدول ۱۱، و اجزای یک سیستم شبکه در جدول ۱۲ شرح داده می‌شوند. در هر دو جدول، امکان رجوع به شکل ۲۱ برای درک هر جزء فراهم شده است.

اندازه‌های اجزاء مذکور برای یک مدل سیستم شبکه‌ای 3×2 ، با قفس‌هایی با قطر ۲۰ متر در یک مکان با انرژی متوسط ($H_s 2/5m$) و با عمق ۲۵ متر هستند.

توصیه می‌شود که تمام اجزای سیستم مهاربندی باید توسط عرضه‌کننده کالا از لحاظ ایمن بودن تحمل بار (SWL) اعلام شده، گارانتی شوند.



شکل ۲۱. ترسیم شماتیک اجزایی که بصورت جداگانه خطوط مهاربندی و سیستم شبکه را در یک سیستم مهاربندی بویه تشکیل می‌دهند.

نکته: شکل براساس مقیاس و اندازه طراحی نشده و فقط اشاره به جداول ۱۰ و ۱۱ داشته که به عنوان کلید راهنما برای حروف بکاررفته در جداول مذکور کارایی دارد.

جدول ۱۱. لیست اجزاء یک خط مهاربندی منفرد (تنها مثال معمولی، اندازه‌ها و ابعاد ممکن است بر طبق تحلیل مکان و مهاربندی تغییر کنند)

منبع (شکل ۲۱)	تعداد	اجزای سیستم مهاربندی
A	۱	لنگر: ۸۰۰kg نوع جایگیری (زمین‌شنی یا گل و لای)
B	۳	قلاب: نوع قوس‌دار با پیچ و میخ، درجه بندی شده برای $12/5$ تن SWL

C	۱	زنجیر زمینی: قطر ۳۸-۴۲ میلی متر. کل وزن تقریباً ۱ تن
D	۱	بویه شاخص لنگر: خاصیت شناوری ۱۰ لیتر
E	۱	خط شاخص لنگر (خط تاج یا خط لغزش): طناب پلی استیل به طول ۳۷ متر
F	۱	طناب مهاربندی: طناب پلی استیل با قطر ۴۸ میلی متر، ۳-۴ رشته ای، طول ۱۰۰ متر، همچنین پیوند، چشمی فلزی و حلقه بیضی با قطر ۲۲ میلی متر در یک سر
G	۱	بویه آب های عمیق: خاصیت شناوری ۱۰ لیتر
H	۱	قلاب (شگل): نوع قوس دار با پیچ و لولا درجه بندی شده برای ۸/۵ تن SWL

جدول ۱۲. لیست تجهیزات برای یک سیستم شبکه قفسی ۳×۲ (تنها مثال معمولی، اندازه ها و ابعاد ممکن است بر طبق تحلیل مکان و مهاربندی تغییر کنند)

منبع (شکل ۲۱)	تعداد	اجزای سیستم شبکه (۳×۲ قفس)
I	۱۷	طناب شبکه: طناب پلی استیل با قطر ۴۸، ۳-۴ رشته ای، طول ۴۰ متر که در یک سر اتصال یافته، چشمی فلزی و حلقه بیضی قطر ۲۲ میلیمتر در یک سر
J	۳۴	قلاب: نوع قوس دار با پیچ و میخ درجه بندی شده برای ۸/۵ تن SWL
K	۱۲	صفحات کناری یا حلقه: قطر بخش ۲۸ میلی متر
L	۱۲	بویه مهاربندی: خاصیت شناوری ۹۵۰ لیتر
M	۱۲	زنجیر بویه: قطر ۱۶ میلی متر، طول ۳ متر
N	۲۴	قلاب (شگل): نوع قوس دار با پیچ و میخ، درجه بندی شده برای ۴/۷۵ تن SWL
منبع (شکل ۲۱)	تعداد	اتصالات به قفس
O	۲۴	قلاب (شگل): نوع قوس دار با پیچ و میخ، درجه بندی شده برای ۶ تن SWL
P	۴۸	زنجیر مهار: طناب پلی استیل با قطر ۳۶ میلیمتر، ۴۳ رشته ای. طول ۱۰ متر و همچنین دارای اتصال، چشمی فلزی و حلقه بیضی # ۲۲ میلیمتر در یک سر

نکته: جداول ۱۱ و ۱۲ تنها به عنوان مرجع مورد استفاده قرار می گیرند. اندازه و ابعاد همه اجزا باید به درستی بر طبق خصوصیات واقعی مکان پرورش انتخاب شده و محاسبه گردند. طول خطوط مهاربندی در این جدول ها تنها برای مکانی با عمق آب ۲۵ متری مناسب هستند. کل طول یک خط مهاربندی در صورتی که سازنده قفس آن را برآورد کرده باشد، باید حداقل ۴-۴/۲۵ برابر عمق مکان یا طولانی تر باشد... اندازه هر جزء باید به دقت، بر طبق خصوصیات مکان، اندازه قفس و طراحی قفس محاسبه شود.

نقاط مهاربندی

هریک از انواع مختلف لنگرها برای انواع گوناگون بستر مناسب هستند. عکس ۲ لنگرهای چندکاره مورد استفاده برای بسترهای شنی یا گل آلود را نشان می‌دهد. اینها پرکاربردترین لنگرها در مهاربندی محل پرورش هستند (شکل ۲۲). در بسترهای صخره‌ای دریا یا موقعیت‌های نامناسب محیطی، میخ‌های سنگی ممکن است مورد توجه قرار گیرند، آنهم درشرایطی که امکان استفاده از لنگرها یا بلوک‌های بتنی وجود ندارد (عکس ۳).



عکس ۲. لنگرهای شخمی



عکس ۳. یک میخ سنگی فرو رفته در ساحل صخره‌ای

ظرفیت نگهداری این لنگرها، زمانی که در گل و لای و شن فشرده نصب شوند، از ۲۰ تا بیشتر از ۵۰ برابر وزن تغییر می‌کند.

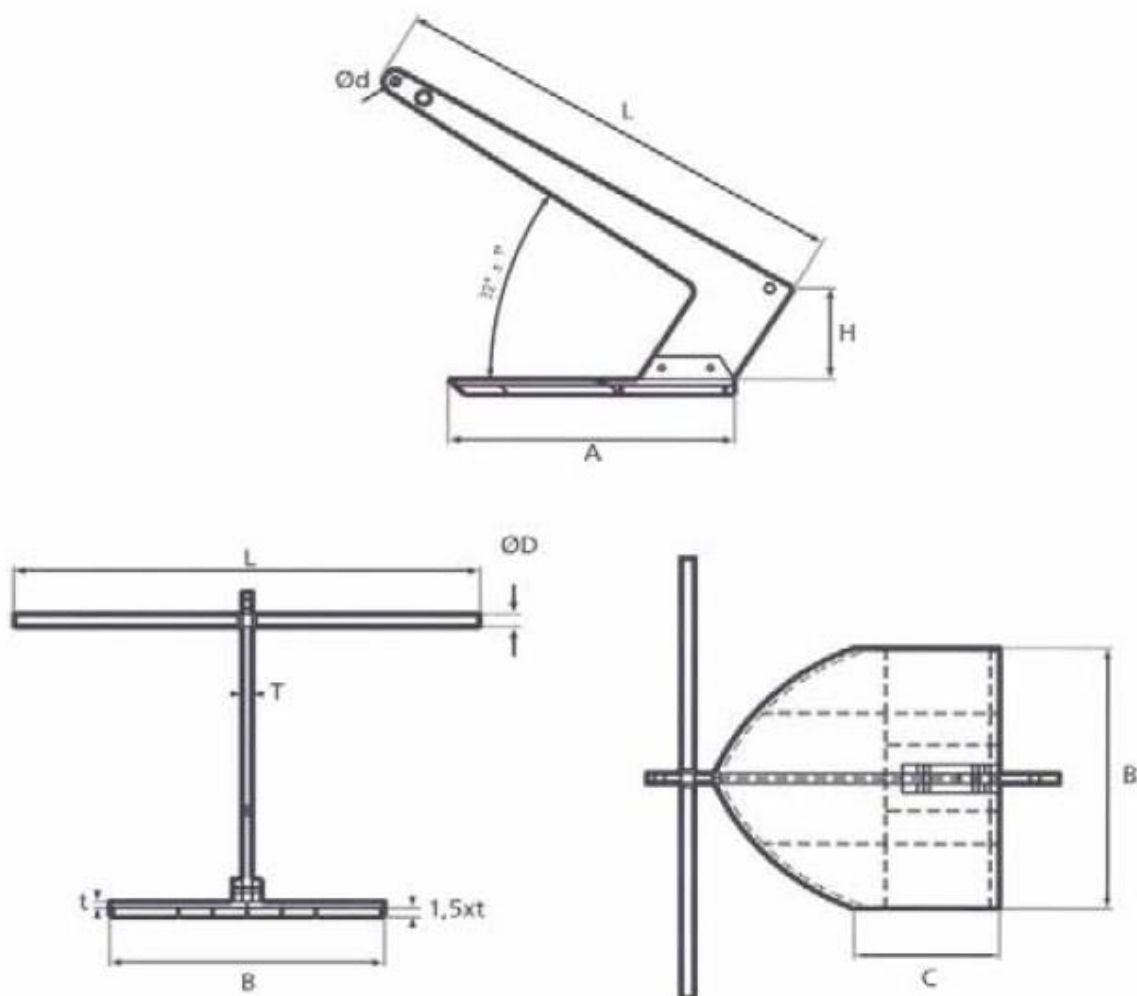
بلوک‌های بتنی را نیز بعنوان جایگزین و یا همزمان با لنگر، می‌توان نصب کرد (صفحات ۸-۴). به عنوان یک مهاربند، وزن بتن باید متناسب با نیروهای کششی که در معرض آن قرار گرفته است، باشد. بنابراین وزن این لنگرها می‌تواند از چند صد کیلوگرم تا ۲۰-۱۰ تن تغییر کند.

در برخی موارد، یک بلوک بتنی ممکن است شامل یک حفره سراسری برای نصب زنجیر ایمنی جهت بلند کردن و جابجایی بلوک‌ها و نیز بمنظور افزایش ایمنی در مهاربندی باشد. حلقه فولادی بالای بلوک بتنی عموماً ۳۰-۴۰ میلی‌متر ضخامت خواهد داشت و در معرض سائیدگی شدید ناشی از اصطکاک

مستمر با قلاب مهاربندی قرار دارد. بدین ترتیب اگر حلقه جدا شود، زنجیر ایمنی هنوز می‌تواند لنگر مهاربندی را در جای خود نگه دارد.

شکل بلوک بتنی هم مهم است. سطح مقطع گسترده‌تر بلوک بتنی همیشه بر سطح مقطع محدودتر ترجیح داده می‌شود، زیرا امکان چسبیدگی بتن به بستر دریا را افزایش دهد. اگر بلوک یک کف محدب داشته باشد، قدرت چسبندگی به بستر دریا بدلیل ایجاد یک اثر مکش، بویژه در بسترهای شنی یا گلی نرم افزایش خواهد یافت.

شکل ۲۲. نمونه لنگرهای شخمی - ترسیم فنی و ابعاد



موجودی	میله لنگر	قلاب لنگر
--------	-----------	-----------

وزن	A	B	C	t	T	L	H	ϕ d	ϕ D
کیلوگرم	میلی متر	میلی متر	میلی متر	میلی متر	میلی متر	میلی متر	میلی متر	میلی متر	میلی متر
۳۰۰	۱۰۳۰	۹۴۵	۵۵۰	۲۰	۳۴	۱۶۵۰	۱۶۵۰	۵۰	۵۰
۵۰۰	۱۲۹۰	۱۲۲۰	۶۵۰	۲۲	۴۰	۲۱۰۰	۲۱۰۰	۵۰	۶۰
۷۰۰	۱۴۰۰	۱۲۸۰	۷۰۰	۲۸	۴۵	۲۳۵۰	۲۳۵۰	۶۰	۶۰
۱۰۰۰	۱۵۶۰	۱۴۸۰	۷۸۰	۳۰	۵۰	۲۵۹۰	۲۵۹۰	۶۰	۷۰
۱۵۰۰	۱۷۶۰	۱۶۹۰	۸۹۰	۳۹	۶۰	۲۸۶۵	۲۸۶۵	۶۰	۸۰
۲۰۰۰	۱۹۷۰	۱۸۴۰	۹۴۰	۴۰	۶۵	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۷۵	۹۰
۲۵۰۰	۲۱۰۰	۱۹۸۰	۹۷۰	۴۵	۷۰	۳۲۰۰	۳۲۰۰	۸۰	۹۵
۳۰۰۰	۲۲۰۰	۲۰۷۰	۱۰۵۰	۵۰	۷۵	۳۳۵۵	۳۳۵۵	۸۵	۱۰۰



عکس ۵. قالب چوبی («فریم») برای ساخت بلوک های بتنی صنعتی



عکس ۴. قاب آهنی مورد استفاده برای ساخت بلوک بتنی در محل



عکس ۷. زمانی که قالب چوبی پر از بتن شده و بلوک سخت می شود، قالب برداشته شده و بلوک چند شده است.



عکس ۶. جزئیات زنجیر میانه دار در قالب چوبی. توجه کنید دو قالب بتنی روی اتصال پائینی افزوده روز رها می شود تا خشک شود.



عکس ۸. استقرار بلوک بتنی: بلوک بتنی با استفاده از جرثقیل قایق یا بالابر کیسه‌های صیادی بلند می‌شود.

زنجیرها

دو نوع متفاوت از زنجیرها در آبی‌پروری قفسی مورد استفاده قرار می‌گیرند: زنجیرهای بدون‌میانه و زنجیرهای میانه‌دار. تفاوت این دو نوع به حضور یک میانه در وسط هر حلقه زنجیر برمی‌گردد (شکل ۲۳).

اندازه یک زنجیر عمدتاً با استفاده از قطر مقطع اتصال، نشان داده شده و برحسب میلی‌متر بیان می‌شود (شکل ۲۳). در این کتاب راهنما، این عدد برای نشان دادن اندازه یک زنجیر مورد استفاده قرار می‌گیرد. زنجیرهای بدون‌میانه اکثراً بعنوان اتصال دهنده بین اجزای مهاربندی همانند بویه‌ها یا صفحات کنکرتور یا حلقه‌های کناری سیستم شبکه، مورد استفاده قرار می‌گیرند. در اینگونه موارد، معمولاً نیازی نیست قطر اتصال از ۱۶-۱۴ میلی‌متر تجاوز کند.

در ساخت زنجیرهای جدید استفاده از فولاد با مقاومت بالا توصیه می‌شود (درجه ۶۰ یا ۸۰). جدول ۱۳ برخی از خصوصیات فنی زنجیرهای بدون‌میانه با قطرهای مختلف را ارائه می‌دهد.

جدول ۱۳. خصوصیات زنجیرهای بدون میانه (شاخص)

قطر (ϕ) (میلی‌متر)	B×A (میلی‌متر)	بارکاری ایمنی (تن)	حداکثر تحمل بار (تن)	وزن (کیلوگرم/متر)
۷	۲۱×۱۰/۵	۱/۲	۶/۱	۱/۱
۱۰	۴۰×۱۵	۲/۶	۱۲/۶	۲/۲
۱۳	۵۲×۱۹/۵	۴/۳	۲۱/۲	۳/۷
۱۶	۶۴×۲۴	۶/۴	۳۲/۲	۵/۶
۱۹	۷۶×۲۸	۹	۵۴/۴	۷/۱
۲۲	۸۸×۳۳	۱۲	۶۰	۱۰

زنجیرهای میانه‌دار تحمل بار کاری (SWL) ایمن‌تر و بیشتری داشته و معمولاً به شرط طول و قطر (ϕ) برابر، سنگین‌تر از زنجیرهای بدون میانه هستند (جدول‌های ۱۳ و ۱۴). زنجیر زمینی معمولاً یک نوع زنجیر میانه‌دار است. این نوع زنجیر اغلب قیراندود می‌شود تا در محیط آبی مدت طولانی‌تری دوام بیاورد. اندازه این زنجیر می‌تواند از ضخامت ۳۸ تا ۴۲ میلی‌متر (با وزنی حدود ۳۰-۳۵ kg/m) تا بالای ۵۰ میلی‌متر (با وزنی حدود ۵۰-۶۰ kg/m) تغییر کند.

کاربرد زنجیر زمینی، که لنگر و طناب مهاربندی را به هم متصل میکند، در درجه اول به منظور حفظ زاویه بین بستر دریا و طناب مهاربندی در دامنه مطلوب، یعنی بین ۹° تا ۱۲° است.

قلاب (شگل)

قلاب‌ها برای اتصال طناب‌های مهاربندی، زنجیرها و لنگرها استفاده می‌شوند (شکل ۲۴). معمولاً از ظرفیت تحمل بار کاری (SWL) به تن، برای مشخص کردن اندازه قلاب‌ها استفاده می‌شود. قلاب‌ها می‌توانند U شکل یا امگا شکل باشند (شکل ۲۴). قلاب‌های امگا شکل رایج‌تر هستند زیرا می‌توانند تعداد بیشتری از اتصالات را در خود جای دهند.

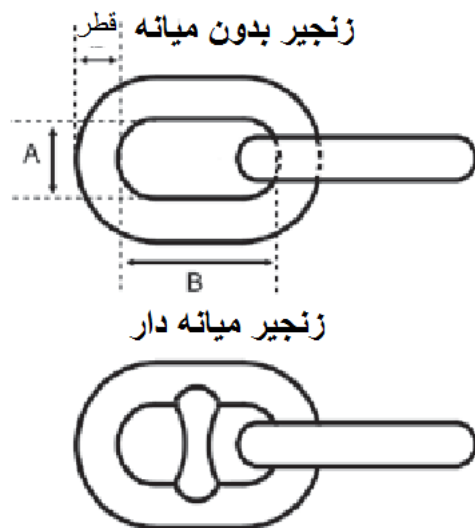
قلاب‌ها را می‌توان با یکی از سیستم‌های اصلی زیر قفل کرد:

- میخ رزوه دار و حدیده شده، که میخ با یک سیم یا اتصال جوش خورده قفل می‌شود تا از شل شدن مهره جلوگیری کند (شکل‌های ۲۴a و ۲۵).

- میخ گرد بدون حدیده، یا همان میخ پرچی (شکل ۲۴b).

- پیچ و مهره + میخ پرچی برای جلوگیری از شل شدن مهره (شکل ۲۴c). استفاده از میخ‌های پرچی فولادی ضد زنگ به شدت توصیه می‌شود.

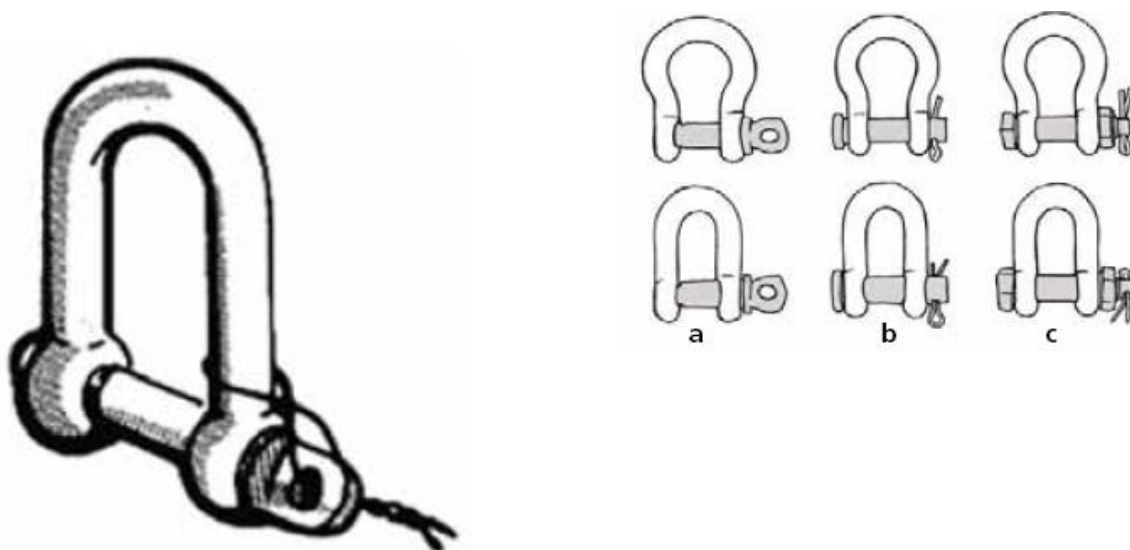
از دومین سیستم قفل‌سازی فوق‌الذکر، کمتر برای اتصالات مهاربندی توصیه می‌شود، زیرا ممکن است که میخ‌های پرچی در نتیجه جریان‌ات گالوانیک (آبکاری) که در سیستم ایجاد می‌شود، زنگ بزنند.



شکل ۲۳. زنجیرهای بدون میانه و میانه دار

جدول ۱۴. زنجیرهای میانه دار: وزن در هر متر (شاخص)

وزن (kg/m)	قطر (mm) (ϕ)
۶	۱۶
۷/۹	۱۹
۱۰/۹	۲۲
۱۴/۲	۲۵
۱۷/۹	۲۹
۲۲/۳	۳۲
۲۴/۶	۳۳
۲۶/۹	۳۴
۳۲/۱	۳۹
۳۷	۴۲
۴۲/۸	۴۴
۴۹/۳	۴۸
۵۵/۵	۵۱
۶۲/۷	۵۴
۷۰/۳	۵۸



شکل ۲۴. انواع قلاب‌ها. ردیف بالا: امگا شکل.

ردیف پایین: U شکل.

(a) قلاب‌ها با پین رزوه و حدیده شده

(b) قلاب‌ها با پین رزوه بدون حدیده و با میخ پرچی (c) قلاب با پیچ و مهره و میخ پرچی

شکل ۲۵.

قلاب با پین رزوه شده و با یک سیم بسته می‌شود

بویه‌های آب عمیق

بویه‌های آب عمیق از مواد سختی از جنس پلی‌اتیلن یا پلی‌وینیل‌کلراید (PVC) ساخته می‌شوند. این اجزاء بمنظور بالا آوردن محل اتصال بین زنجیر و طناب در مسیر خط مهاربندی استفاده می‌شوند تا از سائیدگی خطوط مهاربندی در زمانیکه در تماس با بستر دریا هستند، جلوگیری شود (عکس ۹). از این شناورها همچنین می‌توان به عنوان شاخص‌های لنگر در سطح آب و بعنوان خط تعادل استفاده کرد.

چشمی‌ها یا لوله‌های فلزی کوتاه

این لوله‌های فلزی عموماً از فولادگالوانیزه اندودکاری شده ساخته می‌شوند و برای تقویت حلقه طناب که به تجهیزات فلزی (قلاب‌ها، حلقه‌ها و غیره) متصل شده است، استفاده می‌شوند (حلقه دائمی) و

بنابراین درجایی که در معرض خوردگی شدیدی قرار دارد، این لوله‌های فلزی می‌توانند بطرز چشمگیری سائیدگی طناب را کاهش دهند.

لوله‌های فلزی مورد استفاده برای مهاربندی‌ها معمولاً «تیوب شکل» و «دوسر باز» هستند (عکس‌های ۱۰ و ۱۱).

لوله‌های فلزی نوع تیوبی احتمال بلااستفاده شدن طناب‌ها با گذشت زمان کاهش می‌دهند و از طناب اتصالی بیشتر محافظت می‌کنند. گرچه، سنگین‌تر و پرهزینه‌تر هستند.

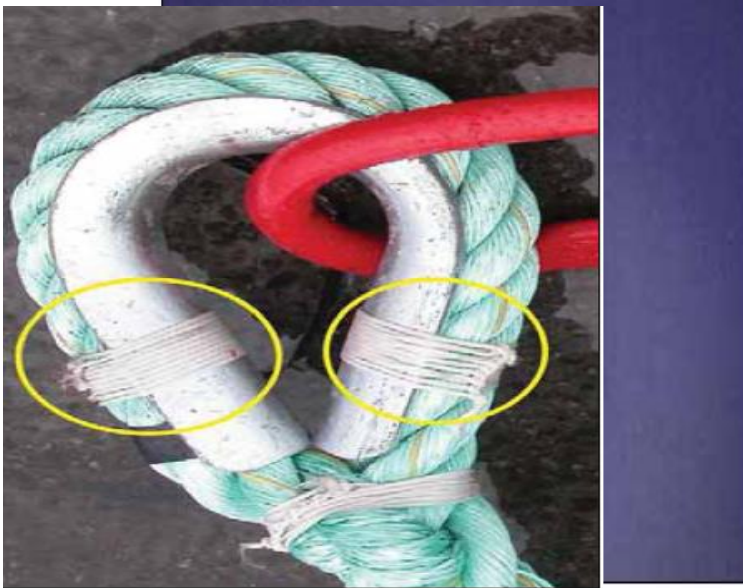
لوله‌های فلزی از طریق یک اتصال به طناب ثابت می‌شوند. این اتصال یک نوع گره زدن است که برای کاهش حداقل مقاومت کششی طناب انجام می‌شود. هر گرهی طناب را ضعیف‌تر می‌کند. یک گره ساده می‌تواند تحمل حداکثر بار موثر یک طناب را تا ۵۵ درصد درمقایسه با مشخصات طناب اصلی کاهش دهد، در حالی که اتصال منجر به کاهش فقط ۵ درصد تحمل حداکثر بار موثر یک طناب می‌شود (پرادو، ۱۹۹۰). در یک لوله فلزی روی خط مهاربندی، رشته‌های طناب خودشان حداقل چهار برابر بافته می‌شوند تا بیشترین - مقاومت اتصالی را فراهم کنند.

چشمی‌های فلزی باز باید با دو اتصال ثابت شوند که در عکس ۱۲ نشان داده شد. اینکار زمانی از چرخش چشمی فلزی داخل حلقه فلزی جلوگیری خواهد کرد که طناب زیر بار کشیده می‌شود.



عکس ۹. بویه آب عمیق نصب شده روی خط مهاربندی
لوله‌ای

عکس ۱۰. چشمی فلزی - نوع



عکس ۱۱. چشمی فلزی نوع باز

عکس ۱۲. چشمی‌های فلزی باز که نوع اتصال را
برای جلوگیری از پیچیده شدن نشان می‌دهد.

صفحات کنکتور

صفحات کنکتور بمنظور اتصال بخش‌های مختلف سیستم شبکه به یکدیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. آنها اشکال و اندازه‌های متعددی دارند. این صفحات مهاربندی، مناطق اصلی اتصال کل ساختار شبکه هستند که همه اجزاء اعم از: سیستم شبکه، خطوط مهاربندی، زنجیرهای بویه و زنجیرهای مهار قفس، در کنار هم قرار گرفته و به قلاب‌ها قفل می‌شوند (عکس‌های ۱۳ و ۱۴).

این صفحات معمولاً مربعی شکل هستند، با تعداد حفره‌های کافی برای پین‌های قلاب‌هایی که به آنها وارد می‌شوند. گهگاهی، همان طور که در عکس‌های ۱۵ و ۱۶ نشان داده شد، حلقه‌های فولادی بجای صفحات کنکتور مورد استفاده قرار می‌گیرند (مرحله بعدی را ببینید).



عکس ۱۴. کنکتور هشت حفره که چهار حفره آن برای خطوط مهارسازی اصلی و چهار حفره دیگر برای اتصال زنجیرهای مهارسازی است

عکس ۱۳. صفحه کنکتور دوازده حفره که چهار حفره آن برای آن برای اتصال خطوط مهارسازی و هشت حفره برای اتصال زنجیر مهارسازی قفس است



عکس ۱۶. حلقه فولادی مدور مورد استفاده بعنوان عامل اتصال در سیستم شبکه

عکس ۱۵. یک حلقه فولادی واقع در کنار صفحه کنکتور مورد استفاده در شبکه مهاربندی



عکس ۱۸. حلقه‌های فولادی مورد استفاده برای اتصال طناب‌های قرار گرفته در چشمی فلزی، از طریق یک جفت قلاب. سپس قلاب دیگری حلقه مدور را به صفحه کناری وصل می‌کند.



عکس ۱۷: قلاب‌های بیضوی فولادی

حلقه‌های فولادی

حلقه‌های فولادی گالوانیزه گرم- شیب‌دار برای کنترل برهم‌کنش‌هایی سیستم مهاربندی استفاده می‌شوند. حلقه‌های مدور در جایی که خطوط شبکه همدیگر را قطع می‌کنند، مورد استفاده قرار می‌گیرند (عکس ۱۶).

حلقه‌های تخم‌مرغی یا بیضوی (عکس ۱۷) در لوله‌های فلزی فولادی قرارداد می‌شوند تا در زمان اتصال قطعات و تحمل بار زیاد از استفاده از عناصر گرانیقت‌تر (برای مثال قلاب‌ها و چشمی‌ها) جلوگیری شود. عکس ۱۸ شکل اتصالات را در آرایش مهاربندی نشان می‌دهد.

گاهی اوقات در مکان‌های بسته و در پناه، از سیستم‌های مهاربندی بدون قلاب‌ها استفاده می‌شود. در این سیستم‌ها حلقه‌های آهنی بزرگی (عکس ۱۹) روی گوشه‌های شبکه قرار می‌گیرند که طناب‌های شبکه و مهاربندی از طریق یک گره «سرچکاوکی» یا «لنگر قوسی» بهم متصل می‌شوند (عکس‌های ۲۰ و ۲۱). اینکار از فرسایش و گسیختگی فلزات جلوگیری نموده و هزینه‌های نگهداری را کاهش می‌دهد. استفاده از طناب‌های با کیفیت که می‌توانند بصورت قابل اطمینانی محکم شوند ضروری است؛ برای این منظور استفاده از طناب‌های از جنس پلی‌استر یا نایلون توصیه می‌شود. پلی‌استر می‌تواند یک ماده بسیار لغزنده برای این اهداف باشد.

بویه‌ها

طیف گسترده‌ای از اندازه‌ها و اشکال بویه‌های مهاربندی در بازار وجود دارد (عکس ۲۲). بویه‌ها عموماً براساس نیروی شناوری شان شرح داده می‌شوند که برحسب کیلوگرم یا حجم (لیتر) بیان می‌شوند. شناوری یک بویه برحسب کیلوگرم معادل حجم بویه منهای وزن آن به کیلوگرم است. ماده بیرونی اغلب پلی اتیلن قالب‌گیری شده چرخشی است و ماده پرکننده درونی اغلب فوم پلی‌پورتان یا پلی‌استیرن است. در اکثر بویه‌ها، یک میلگرد فولادی (با ضخامت حدودی ۴۰-۳۰ میلی‌متر) از طریق بدنه اصلی بویه به دو حلقه متضاد متصل و مقاومت را بیشتر می‌سازد. اخیراً، بویه‌های HDPE کاملاً پلاستیکی هم تولید شده‌اند تا مشکلات خوردگی گالوانیک را کاهش دهند.

طناب‌ها

طناب‌ها اجزاء اصلی سیستم مهاربندی بوده و بعنوان خطوط مهاربندی و خطوط سیستم شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرند. رایج‌ترین مواد مورد استفاده در طناب‌ها پلی‌استر یا دنلین و ترکیبات ایجادشده از پلی پروپیلن یا پلی‌اتیلن چکش‌کاری شده است. این ترکیبات طنابی با همان وزن و قیمت ولی با مقاومت کششی ۲۵ درصد بیشتر تولید می‌کنند. از طناب‌های پلی‌استر یا نایلون هم می‌توان استفاده کرد، اما گران‌تر هستند و زمانی که زیر بار قرار گرفتند، کشش بسیار بیشتری دارند. کشیدگی زیاد در طناب‌ها می‌تواند باعث مشکلات عمده در شبکه مهاربندی شود.



عکس

۱۹.

حلقه

فولادی مورد استفاده به عنوان یک عکس ۲۰. خطوط شبکه متصل به لنگر در یک حلقه

صفحه ککتور. این قطعه به طناب اجازه می‌دهد بدون استفاده از قلاب‌ها بطور مستقیم به حلقه فولادی بافته شود.

فولادی خم می‌شوند. طناب بالایی هم به بویه متصل می‌شود.



عکس ۲۲. بویه‌ها با اندازه‌های مختلف نگهداری شده در یک لنگرگاه بندر



عکس ۲۱. حلقه فولادی متصل به خطوط شبکه و زنجیرهای مهار قفس

نصب سیستم‌های مهاربندی

در این بخش روند احتمالی نصب یک سیستم مهاربندی قفسی ۳×۲ شرح داده می‌شود. نکته: روند مشروحه در زیر تنها یک مثال است. در واقع هر مورد استقرار قفس با توجه به گروه کاری، نوع قایق خدماتی موجود و ابعاد مهاربندی به آرایش‌های مختلف مهاربندی نیاز خواهد داشت. این مثال برای نوعی سیستم شبکه فراهم شده که صفحات و قلاب‌های کناری مورد استفاده قرار می‌گیرند (عکس‌های ۱۳ و ۱۴)؛ در شیوه‌های مختلف استقرار سیستم‌های شبکه و اتصال به حلقه‌ها (عکس ۱۵) ممکن است مراحل و زنجیره‌های عملیاتی متفاوت باشند.

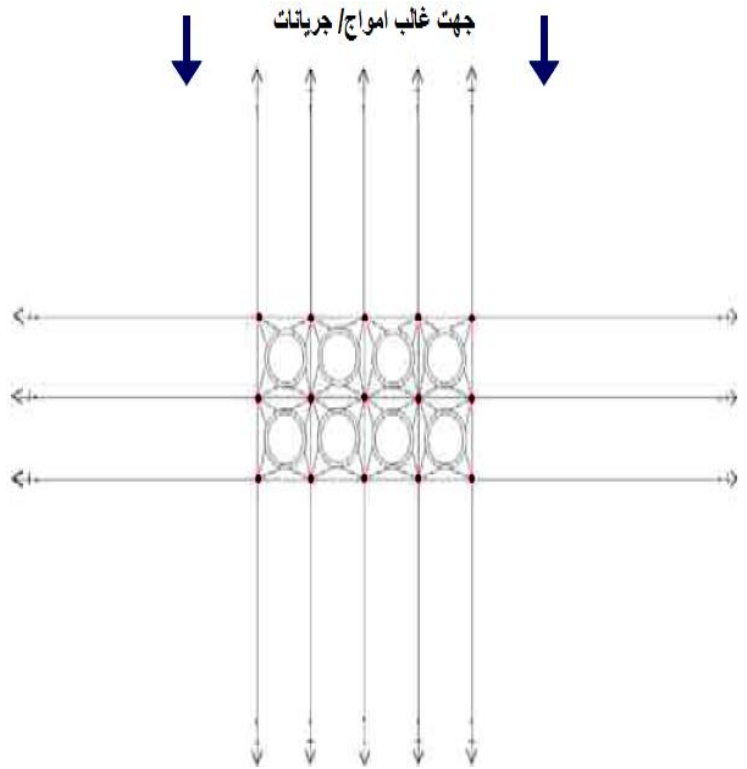
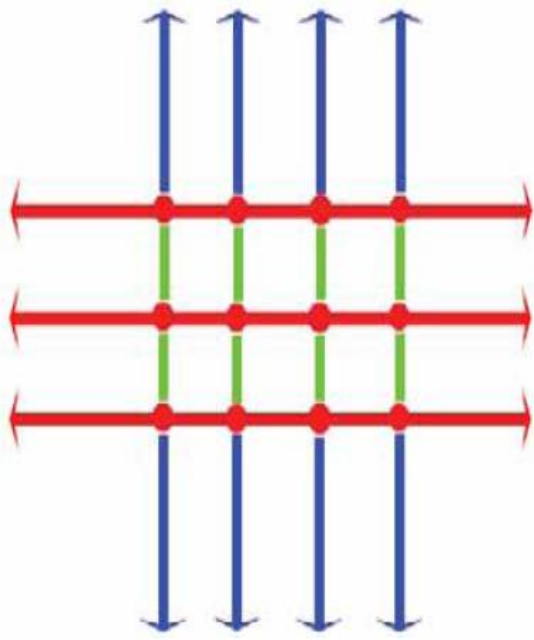
قبل از نصب، جهت‌گیری مناسب سیستم مهاربندی باید تعیین گردد. این موضوع عاملی ضروری برای ایجاد بهترین عملکرد در تجهیزات مهاربندی است. جهت‌گیری عموماً بر طبق جهت اصلی یا جریان و موج غالب، برنامه‌ریزی شده است. اگر هیچ دلیل دیگری وجود نداشته باشد، شبکه باید طوری جهت‌گیری شود که بهترین منبع اکسیژن احتمالی را برای ماهی پرورشی در اختیار داشته و بیشترین تعداد خطوط مهاربندی که محل پرورش را در مقابل جریان‌ها و امواج شدید نگه دارد، تضمین نماید (شکل ۲۶).

برای توصیف سیستم نصب مهاربندی، به عنوان مثال از یک مدل سیستم شش قفسی متشکل از سه گروه دو قفسه استفاده می‌شود (شکل ۲۷):

– سه خط مرکزی اصلی (خطوط قرمز)؛

– هشت خط شبکه (خطوط سبز)؛

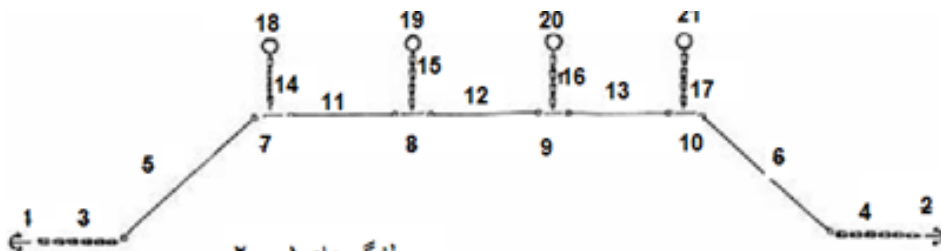
- هشت خط مهاربندی کناری (خطوط آبی).



شکل ۲۶. جهت گیری ترجیحی سیستم مهاربندی
براساس جهت جریان و/یا موج غالب

شکل ۲۷. سیستم مهاربندی: خطوط مرکزی اصلی (قرمز)، خطوط مهاربندی کناری (آبی) و طناب‌های

شبکہ (سبز)



لنگرہا: ۱ و ۲

زنجیرهای کف: ۳ و ۴

خطوط مهاربندی با قطر ۴۸ میلیمتر با لوله های فلزی در دوسر طناب: ۵ و ۶

حلقه ها یا صفحات کلکتور: ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰

طنابهای شبکه توری با قطر ۴۸ میلیمتر با لوله های فلزی در دوسر طناب: ۱۱ و ۱۲ و ۱۳

زنجیرهای بویه: ۱۴ و ۱۵ و ۱۶ و ۱۷

بویه‌ها: ۱۸ و ۱۹ و ۲۰ و ۲۱

شکل ۲۸. خط مرکزی اصلی و اجزای آن (ترسیم ساده)

مونتاژ و استقرار هر یک از این گروه‌ها بطور متوالی و با هم در دریا انجام می‌شود. هریک از خطوط مرکزی اصلی که در شکل ۲۸ نشان داده شده از دو خط مهاربندی (اجزای ۵-۳-۱ و ۶-۴-۲) بعلاوه بخشی از سیستم شبکه ساخته خواهند شد.

همواره اتصالات میان عناصر گوناگون از طریق قلاب‌های با اندازه‌های مناسب برقرار می‌شود.

مونتاژ اجزاء روی خشکی

کار مونتاژ روی خشکی آغاز می‌شود.

در ابتدا، طناب‌ها باید به روش درستی باز شوند. اگر یک حلقه طناب بدون اجرای روش مناسبی باز شود، طناب پیچیده و درهم بافته خواهد شد و این می‌تواند طناب را تضعیف کند. روش مناسب برای این منظور، قراردادن حلقه طنابها روی یک محور یا قرقره است که بدین ترتیب بتواند آزادانه بچرخد و سپس سر آزاد طناب را در یک دست می‌گیرند و از حلقه طناب دور می‌شوند طوری که طناب به طور مستقیم و آزادانه از طناب‌پیچ باز می‌شود. همه خطوط از جمله خطوط مهاربندی، خطوط شبکه و خطوط زنجیر مهار باید به این صورت باز شوند.

مونتاژ اجزاء با اتصال عناصر گوناگون اولین مهار مرکزی اصلی آغاز می‌شود (شکل ۲۸).

۱. طناب (۵) به صفحه (۷) متصل میشود؛ سپس سه صفحه از چهار صفحه (۷-۹) از طریق طناب‌های شبکه (۱۱)، (۱۲) و (۱۳) متصل می‌شوند. و در آخر همه عناصر به یکدیگر متصل می‌شوند که در شکل ۲۸ نشان داده شد.

در این روش، بخشی از خط اصلی مونتاژ شده و بطور دقیق بصورت دورپیچ روی یک پالت ارائه می‌شود. صفحات کنکتور (یا حلقه‌ها) باید خارج از دورپیچ خطوط قرار بگیرند تا امکان دستیابی آسان داشته باشند.

باید مراقب بود که استقرار اجزاء بر روی پالت، بصورت معکوس باشد یعنی اولین جزء در انتهای دورپیچ قرار بگیرد. اینکار سهولت استقرار اجزاء در کنار هم را تضمین می‌کند.

۲. صفحه فولادی (۱۰) به حلقه مهاربندی متصل شده و این بخش روی پالت دوم پیچیده می‌شود.

سپس پالت‌ها در کشتی مستقر بارگیری می‌شوند.

اینها درمجموع عواملی هستند که همراه با دو لنگر و زنجیرهای کف مرتبط با آنها یک خط مهاربندی اصلی را تشکیل خواهند داد.

همانند نقطه ۱، اجزاء مونتاژ شده روی یک پالت بصورت پیچیده دورهم ارائه می‌شوند.

۱۲ بویه سطحی به زنجیرهای بویه رابط خود متصل می‌شوند و سپس در کشتی مستقر بارگیری می‌شوند. همانطور که برای نصب بویه های ناوبری شرح داده شد، زنجیرها را می‌توان با یک طناب بصورت دسته ای درآورد (شکل ۱۴).

مرحله نهایی کار روی خشکی، شامل آماده‌سازی لنگرها و زنجیرهای زمینی مرتبط با آنها است، که به همان صورت دسته خواهند شد.

بارگیری قایق

یک کشتی بارگیری ایده‌آل باید مجهز به یک جرثقیل با یک استوانه هیدرولیک باشد و باید قدرت حمل و نقل کافی داشته باشند. سرعت کشتی هم یک نکته ثانویه است.

مهم‌ترین خصوصیت بعدی کشتی مستقر، فضای موجود روی عرشه آن است. عرشه نیاز به فضای کافی برای بارگیری قطعات زیر را خواهد داشت:

- دو لنگر،

- دو وزنه تعادل زنجیر،

- دو طناب چرخشی،

- پالت‌ها (که در بخش قبلی شرح داده شد)،

- بویه‌های سطحی و زنجیرهای بویه مرتبط با آنها.

آرایش دقیق عناصر روی عرشه بسیار مهم است. زمانی که اولین لنگر در بستر مستقر شد، سایر اجزاء را بدنبال خود پایین خواهد کشید. بنابراین، در این هنگام تمامی اجزاء مهاربندی باید بتوانند بدون درگیر شدن یا گیرکردن به اتصالات روی قایق آزادانه حرکت کنند. زمانی که اجزاء از انباری خارج شدند، آنها را به هم متصل می‌کنند. هر خط اصلی در دو بخش مونتاژ می‌شود تا استقرار آن آسانتر گردد:

اولین بخش طناب اصلی

زنجیر بستر (۳) را به لنگر (۱) متصل می‌کند.

- طناب چرخشی را به لنگر متصل می‌کند.

- سر زنجیر کف را به چشمی فلزی روی طناب وصل می‌کند (۵) که به طناب روی پالت متصل است.

- بویه بواسطه سه زنجیر به سه صفحه متصل می‌شود، که در نمای پالت بصورت طناب دورهم پیچیده شده است.

دومین بخش طناب اصلی

- زنجیر کف (۴) را به لنگر (۲) متصل می‌کند.

- طناب چرخشی را به لنگر (۲) متصل می‌کند.

- سر زنجیر بستر را به لوله آهنی روی طناب (۶) که روی پالت قرار دارد متصل می‌کند.

- زنجیر بویه (۱۷) را به صفحه (۱۰) متصل می‌کند.

همه اتصالات فوق باید با استفاده از قلاب‌هایی در اندازه‌های مناسب ایجاد می‌شوند. زمانی که این عملیات تکمیل شد، اولین اجزاء خط اصلی، از لنگر (۱) به لنگر (۲) در دو بخش مجزا متصل شده و آماده استقرار در بستر می‌شوند.

نصب در دریا

نصب طناب اصلی

استفاده از یک قایق کوچک یدکی بعنوان یک قایق پشتیبان مجهز به جرثقیل، برای نصب در دریا، ترمیم بویه‌ها و پشتیبانی غواص‌ها و کمک به هم راستایی بویه‌ها مفید است. سیستم مهاربندی باید در یک موقعیت از قبل تعیین شده در داخل منطقه مجاز قرار گیرد. این یعنی اینکه لنگرها باید در نقاط از قبل تعیین شده نصب شوند تا هندسه صحیح سیستم شبکه را تضمین کنند. یک GPS برای شناسایی موقعیت دقیق محل استقرار لنگرها مورد استفاده قرار می‌گیرد. محل لنگرها بطور موقتی با بویه‌های شاخص مشخص می‌شود. هر یک از این اجزاء متشکل از: (۱) یک وزنه با وزن پائین (۵kg-۱۰)؛ (۲) یک طناب با همان طول عمق آب و (۳) یک شناور کوچک (به آسانی قابل رؤیت روی سطح) می‌باشند. این اجزاء را می‌توان به راحتی مستقر کرد و یا در صورت نیاز به آسانی منتقل کرد.

اولین لنگر (لنگر ۱) در نقطه از پیش تعیین شده آزاد می‌شود و قایق با یک سرعت متعادل به جلو حرکت می‌کند به صورتیکه عناصر خطوط مهاربندی، از جمله بویه‌های متصل به صفحات کنکتور بطور متوالی بداخل آب رهاسازی شوند. سپس قایق از جهت مخالف می‌آید و نزدیک به طنابی که قبلاً در دریا آزاد شده بود مانور می‌دهد. در مرحله بعد دومین بخش اصلی استقرار می‌یابد، که از لنگر شروع می‌شود. در نهایت برای تکمیل نصب اولین طناب مرکزی اصلی، دو طناب به هم متصل شده، طناب (۱۳) شبکه را به صفحه کنکتور (۱۰) متصل می‌کنند.

بسیار مهم است که مسافت بین دو لنگر کمتر از مسافتی باشد که در پایان نصب اشغال خواهند شد. در چنین روشی، طناب شل می‌ماند و آخرین اتصال (بین طناب شبکه [۱۳] و صفحه کنکتور [۱۰]) را می‌توان به آسانی تکمیل کرد.

برای نصب دو طناب مرکزی اصلی دیگر، که موازی اولین طناب قرار گرفته‌اند نیز از همان روند استفاده می‌شود.

قبل از نصب طنابهای جانبی، سه طناب متحمل تاج لنگر و یا طناب چرخشی، تحت فشار و تنش قرار می‌گیرند، بطوری که منجر به قرار گرفتن لنگرها در موضع نهائی‌شان می‌شود. توجه: لنگرهای شخمی نباید به کف دریا بیافتند، بلکه باید به دقت و با استفاده از یک استوانه گردان پائین بروند تا خطر وارونه قرار گرفتن لنگرها کاهش یابد.

نصب خطوط شبکه و خط مهاربندی جانبی

زمانی که سه طناب اصلی نصب شدند، خطوط مهاربندی شبکه به صفحات کنکتور متصل می‌شوند (خطوط سبز در شکل ۲۷). غواص‌ها برای این وظیفه مورد استفاده قرار می‌گیرند. یک قایق می‌تواند کار کشیدن طنابها و آوردن صفحات نزدیک بیکدیگر را برای اتصال راحت‌تر طنابها انجام دهد (خطوط آبی در شکل ۲۷).

نقاط استقرار لنگرها از قبل، توسط «بویه‌های شاخص موقت» مشخص می‌شوند. اجزاء مهاربندی (لنگر، زنجیر، خط لغزشی، قلاب‌ها و طناب) را می‌توان روی کشتی بارگیری کرده و قبل از نصب، در داخل کشتی (دور شده از ساحل) مونتاژ نمود.

روش استقرار لنگرها

- آزادسازی هر یک از لنگرها روی نقاط از پیش تعیین شده،
- حرکت قایق در جهت بویه‌های سیستم شبکه، جائیکه خطوط مهاربندی به هم متصل می‌شوند،
- یکبار در بویه، قایق به بویه متصل می‌شود و غواص‌ها قلاب سر طناب را به صفحه کنکتور متصل می‌کنند،
- این عملیات برای طنابهای جانبی دیگر در همان سمت و سپس برای طنابهای مهاربندی در سمت مخالف تکرار می‌شود.

محکم‌سازی و بررسی پس از نصب

محکم‌سازی طنابها بعد از استقرار لنگرها، بمنظور اطمینان از اینکه شبکه مربعی شکل است و اینکه همه بارها بطور یکسان روی لنگرها تقسیم شده باشد، مهم است. برای عملیات محکم‌سازی می‌توان، یک طناب یدکی V شکل را روی عقب قایق نصب کرد. سپس خطوط لغزشی همه لنگرهای شبکه را می‌توان با این طناب یدکی بالا کشید. سه لنگر خطوط مرکزی اصلی، روی همان سمت سیستم شبکه و در ابتدا باید محکم شوند.

در نتیجه بالا کشیدن لنگر، بویه سطحی هم شروع به حرکت می‌کند و همان طور که تنش افزایش می‌یابد، بتدریج شروع به غوطه‌ور شدن می‌کند.

قرارگرفتن صحیح بویه‌ها در یک راستا را می‌توان با قایق پشتیبان تأیید کرد. قایق پشتیبان روی خود بویه‌ها مهار می‌شود و جهت‌هایی را برای قایق اصلی در طی مدت محکم‌سازی فراهم می‌کند.

با مشاهده شناوری بویه‌ها، ارزیابی تنش مناسب اعمال شده به لنگرها توسط قایق و راهنمایی قایق برای متوقف ساختن کشش، خطوط فقط زمانی امکان‌پذیر است که لنگرها در مکان مناسبی قرار دارند. اگر طناب خیلی شل باشد، بویه‌ها زیادی شناور خواهند شد و اگر طناب بسیار محکم بسته شده باشد، بویه‌ها در آب فرو رفته و غوطه‌ور خواهند شد.

سپس این عملیات روی سایر لنگرهای طنابهای مرکزی اصلی در سمت مخالف شبکه و بعد از آن روی طنابهای کناری مهاربندی تکرار می‌شود.

پس از نصب قفس، انجام بررسی‌های بعدی توسط غواص‌ها یا ترجیحاً با استفاده از وسایل نقلیه (زیر آبی) که از راه دور کنترل می‌شوند (ROV)، توصیه می‌شود. باید بررسی شود که:

- لنگرها نمی‌چرخند و به درستی تعبیه شده‌اند،
- طناب‌ها به درستی قرار گرفته‌اند و پیچیده یا بافته نشده‌اند که منجر به کاهش مقاومتشان گردد،
- همه قلاب‌های اتصالی بدرستی نصب شده و در موقعیت مناسبی قرار دارند،

برای مدیریت محل پرورش، به‌تراست پس از استقرار، همه صفحات شبکه با تگ‌های پلاستیکی شماره‌گذاری شوند. اینکار به کارکنان کمک می‌کند تا بتوانند ناهنجاری‌ها و مشکلاتی که به پیگیری نیاز دارند را شناسایی و ثبت کنند،

شماره‌دار کردن با تگ، ثبت سابقه صفحات شبکه، به منظور نگهداری را نیز ساده می‌سازد. قبل از نصب حلقه قفس، خطوط زنجیر مهار به صفحات متصل می‌شوند.

درنهایت سیستم‌های مهاربندی و شبکه به درستی نصب شده و برای استقرار قفس‌های ماهی آماده هستند.

۴. اجزای قفس HDPE

لوله‌های پلی‌اتیلن متراکم (HDPE) کاربرد گسترده‌ای به عنوان ماده اصلی برای ساخت قفس‌های شناور دارند. پلی‌اتیلن متراکم یک گروه از رزین‌های پلاستیکی بدست آمده از گاز اتیلن پلیمریزه شده است.

لوله‌های ساخته شده از HDPE بصورت گسترده‌ای در دسترس هستند، زیرا معمولاً برای انتقال مایع و گاز (در سیستم‌های آبیاری و لوله‌های گاز) استفاده می‌شوند. علاوه بر این، لوله‌های HDPE یک ماده عالی برای ساخت قفس پرورش آبزیان هستند، زیرا با دوام، انعطاف‌پذیر، ضد ضربه و مقاوم به نور فرابنفش (UV) هستند و اگر به درستی نصب شوند، به نگهداری نسبتاً کمی نیاز دارند.

خصوصیات قفس HDPE

لوله‌های HDPE

انواع HDPE

چندین نوع متفاوت HDPE مورد استفاده برای لوله‌ها وجود دارند. آنهایی که برای ساخت قفس استفاده می‌شوند، عمدتاً PE80 یا PE100 هستند. مطابق ISO ۴۴۲۷ این کدها به حداقل مقاومت مورد نیاز (MRS) لوله ربط دارد که بعد از ۵۰ سال در یک دمای ۲۰°C اندازه‌گیری شده و براساس بار بیان می‌شود:

– PE80 (=MRS 8.0)؛

– PE100(=MRT 10.0).

PE80 درجه ای از HDPE را نشان می‌دهد که لوله در یک حداقل فشار ۸N/mm، در یک عمر خدماتی ۵۰ ساله در دمای ۲۰°C خواهد ترکید. در مورد لوله PE100، این حداقل فشار ۱۰N/mm خواهد بود. این یعنی اینکه، فرض می‌کنیم ما لوله‌های PE80 و PE100 با ابعاد یکسان داریم. لوله‌های ساخته شده از ماده PE100 ممکن است فشار عملیاتی بالاتری را نسبت به لوله‌های ساخته شده از PE80 تحمل کنند.

چگالی PE80 تا حدودی پایین‌تر از PE100 بوده و مقادیر جاذبه ویژه آنها به ترتیب 0.945 g/cm^3 و 0.9508 g/cm^3 می‌باشد.

بنابراین، یک قفس ساخته شده با HDPE PE100 سخت‌تر و قوی‌تر از قفس ساخته شده با HDPE PE80 خواهد بود، با فرض اینکه هر دو لوله ابعاد یکسانی داشته و در جابجایی بارهای دینامیک انعطاف‌پذیری نسبتاً کمی دارند.

قطر لوله‌ها

قطر بیرونی لوله‌های HDPE مورد استفاده برای ساخت قفس معمولاً به میلی‌متر بیان می‌شود. قطر لوله‌ها توان شناوری حلقه قفس را تعیین خواهند کرد. مکان بازتر، به نیروی شناوری بیشتری نیاز خواهد

داشت (برای مثال، وزن بیشتری برای حفظ حجم قفس نیاز خواهد بود) و بنابراین نیاز است قطر لوله بیشتر باشد. اندازه‌های براکت‌ها بر طبق قطر لوله HDPE تعیین می‌شود.

فشار یک خصوصیت مرتبط برای ساخت قفس نیست. اگرچه، لوله‌های HDPE با درجات مختلف فشار-مقاومت (درجات PN) تولید می‌شوند، که فشار آب را بصورت بار نشان داده و لوله‌ها می‌توانند در ۲۰ft دوام بیاورند. درجات مختلف PN بر ضخامت‌های گوناگون دیواره لوله و در نتیجه وزن، مقاومت، استحکام و انعطاف‌پذیری قفس دلالت دارند. بنابراین هرچه PN لوله بالاتر باشد، ضخامت دیواره لوله بیشتر خواهد بود.

بسیاری از تولیدکنندگان لوله HDPE از "نسبت بعد استاندارد" (SDR) به عنوان روشی برای درجه‌بندی لوله‌ها استفاده می‌کنند. SDR نسبت قطر لوله به ضخامت دیواره بوده و به صورت زیر بیان می‌شود:

$$SDR=D/S$$

که

D: قطر بیرونی لوله (mm)

S: ضخامت دیواره لوله (mm).

مثال: یک لوله با SDR ۹ و قطر ۲۵۰ میلی‌متر، ضخامت دیواره ۲۷/۸ میلی‌متری دارد.

بنابراین با یک نسبت بالای SDR، دیواره لوله نازکتر خواهد بود. همچنین، یک لوله با SDR بالا، درجه فشار پائین‌تری داشته و یک لوله با SDR پائین درجه فشار بالاتری دارد.

زمانی که از لوله‌های HDPE برای ساخت قفس‌های مدور استفاده می‌شود، لوله‌ها برحسب میزان خمیدگی‌شان محدود می‌شوند. بطور کلی، حداقل شعاع برای بستن و جوش دادن یک قفس گرد تقریباً ۲۵ برابر قطر بیرونی لوله است. این یعنی اینکه یک لوله ۲۵۰ میلی‌متری می‌تواند قبل از پیچیدن تا شعاع حدود ۶/۲۵ متری، بصورت گرد در آورده شود (۶۲۵۰=۲۵×۲۵ mm). این محاسبه بر طبق ضخامت دیواره لوله و دمای هوا تغییر می‌کند. جدول ۱۵ شعاع خمیدگی را برای لوله‌های HDPE با نسبت ابعاد استاندارد متفاوت ارائه می‌دهد (SDR).

جدول ۱۵. شعاع خمیدگی لوله‌های HDPE

نسبت بعد استاندارد (SDR)	شعاع خمیدگی (حداکثر توصیه شده)
۹	۲۰× قطر بیرونی
۱۱	۲۳× قطر بیرونی
۱۳	۲۵× قطر بیرونی

۲۱	۲۷× قطر بیرونی
----	----------------

جدول‌های ۱۶ و ۱۷ برخی از جزئیات فنی، نظیر ضخامت دیواره لوله، وزن هر متر لوله و نیروی شناوری در هر متر لوله HDPE PE80 و PE100، برای آن مقدار PN و قطر لوله که غالباً در ساخت قفس مورد استفاده قرار می‌گیرند را ارائه می‌دهند.

مثال: یک قفس با لوله‌های دوگانه، یک محیط ۶۰ متری دارد، که با لوله‌های نوع HDPE PE100 و PN16 با قطر ۲۵۰ میلی‌متر، نیروی رانشی معادل ۳۹۲۴kg خواهد داشت:
 $(۳۹۲۴\text{kg} = ۱۲۰\text{m} \times ۳۲/\text{Vkg} = \text{لوله } ۲ \times ۶۰\text{m}).$

جدول ۱۶. خصوصیات لوله HDPE PE80

لوله‌های HDPE PE 80												
اندازه قطر (φ) لوله (میلی‌متر)	PN 6.3			PN 10			PN 12.5			PN16		
	SER21			SER13.6			SER11			SER9		
	T	W	B	T	W	B	T	W	B	T	W	B
۱۱۰	—	—	—	۸/۱	۲/۶	۶/۹	۱۰/۰	۲/۳	۶/۳	۱۲/۳	۳/۸	۵/۷
۱۲۵	—	—	—	۹/۲	۳/۴	۸/۹	۱۱/۴	۱/۴	۸/۲	۱۴/۰	۴/۹	۷/۴
۱۴۰	—	—	—	۱۰/۳	۴/۲	۱۱/۲	۱۲/۷	۵/۱	۱۰/۳	۱۵/۷	۶/۱	۹/۲
۱۶۰	۷/۷	۳/۷	۱۶/۴	۱۱/۸	۵/۵	۱۴/۶	۱۴/۶	۶/۷	۱۳/۴	۱۷/۹	۸/۰	۱۲/۱
۱۸۰	۸/۶	۴/۷	۲۰/۷	۱۳/۳	۷/۰	۱۸/۴	۱۶/۴	۸/۵	۱۷/۰	۲۰/۱	۱۰/۱	۱۵/۳
۲۰۰	۹/۶	۵/۸	۲۵/۶	۱۴/۷	۸/۶	۲۲/۸	۱۸/۲	۱۰/۴	۲۱/۰	۲۲/۴	۱۲/۵	۱۸/۹
۲۲۵	۱۰/۸	۷/۳	۳۲/۴	۱۶/۶	۱۰/۹	۲۸/۸	۲۰/۵	۱۳/۲	۲۶/۶	۲۵/۲	۱۵/۹	۲۳/۸
۲۵۰	۱۱/۹	۹/۰	۴۰/۱	۱۸/۴	۱۳/۵	۳۵/۶	۲۲/۷	۱۶/۳	۳۲/۸	۲۷/۹	۱۹/۵	۲۹/۶
۲۸۰	۱۳/۴	۱۱/۳	۵۰/۲	۲۰/۶	۱۶/۹	۴۴/۶	۲۵/۴	۲۰/۴	۴۱/۲	۳۱/۳	۲۴/۴	۳۷/۱
۳۱۵	۱۵/۰	۱۴/۳	۶۳/۶	۲۳/۲	۲۱/۳	۵۶/۶	۲۸/۶	۲۵/۷	۵۲/۲	۳۵/۲	۳۰/۹	۴۷/۰
۳۵۵	۱۶/۹	۱۸/۱	۸۰/۸	۲۶/۱	۲۷/۰	۷۱/۹	۳۲/۲	۳۲/۶	۶۶/۳	۳۹/۷	۳۹/۳	۵۹/۶
۴۰۰	۱۹/۱	۲۳/۰	۱۰۲/۶	۲۹/۴	۳۴/۲	۹۱/۴	۳۶/۲	۴۱/۵	۸۴/۱	۴۴/۷	۴۹/۸	۷۵/۸
۴۵۰	۲۱/۵	۲۹/۰	۱۳۰/۰	۳۳/۱	۳۴/۴	۱۱۵/۶	۴۰/۹	۵۲/۵	۱۰۶/۶	۵۰/۳	۶۳/۰	۹۶/۰
۵۰۰	۲۳/۹	۳۵/۹	۱۶۰/۴	۳۶/۸	۳۵/۵	۱۴۲/۸	۴۵/۴	۶۴/۸	۱۳۱/۵	—	—	—

جدول ۱۷. خصوصیات لوله‌های HDPE PE100

لوله‌های HDPE PE 80												
اندازه قطر (ϕ) لوله (میلی‌متر)	PN 6			PN 10			PN 16			PN25		
	SER 26			SER 16.8			SER 11			SER 7.3		
	T	W	B	T	W	B	T	W	B	T	W	B
۱۱۰	—	—	—	۶/۶	۲/۲	۷/۳	۱۰/۰	۳/۲	۶/۳	۱۵/۱	۴/۵	۵/۰
۱۲۵	—	—	—	۷/۴	۲/۸	۹/۵	۱۱/۴	۴/۱	۸/۱	۱۷/۱	۵/۸	۶/۴
۱۴۰	—	—	—	۸/۳	۳/۵	۱۱/۹	۱۲/۷	۵/۱	۱۰/۳	۱۹/۲	۷/۳	۸/۱
۱۶۰	۴/۲	۳/۰	۱۷/۱	۹/۵	۴/۵	۱۵/۶	۱۴/۶	۶/۷	۱۳/۴	۲۱/۹	۹/۵	۱۰/۶
۱۸۰	۶/۹	۳/۸	۲۱/۷	۱۰/۷	۵/۷	۱۹/۷	۱۶/۴	۸/۵	۱۶/۹	۲۴/۶	۱۲/۱	۱۳/۴
۲۰۰	۷/۷	۴/۷	۲۶/۷	۱۱/۹	۷/۱	۲۴/۳	۱۸/۲	۱۰/۵	۲۰/۹	۲۷/۴	۱۴/۹	۱۶/۵
۲۲۵	۸/۶	۵/۹	۳۳/۹	۱۳/۴	۸/۹	۳۰/۸	۲۰/۵	۱۳/۳	۲۶/۴	۳۰/۸	۱۸/۹	۲۰/۹
۲۵۰	۹/۶	۷/۳	۴۱/۸	۱۴/۸	۱۱/۰	۳۸/۱	۲۲/۷	۱۶/۴	۳۲/۷	۳۴/۲	۲۳/۳	۲۵/۸
۲۸۰	۱۰/۷	۹/۱	۵۲/۵	۱۶/۶	۱۳/۸	۴۷/۸	۲۵/۴	۲۰/۵	۴۱/۰	۳۸/۳	۲۹/۲	۳۲/۴
۳۱۵	۱۸/۱۲	۱۱/۶	۶۶/۳	۱۸/۷	۱۷/۵	۶۰/۴	۲۸/۶	۲۵/۹	۵۲/۰	۴۳/۱	۳۶/۹	۴۱/۰
۳۵۵	۱۳/۶	۱۴/۶	۸۴/۳	۲۱/۱	۲۲/۲	۷۶/۷	۳۲/۲	۳۲/۸	۶۶/۱	۴۸/۵	۴۶/۸	۵۲/۱
۴۰۰	۱۵/۳	۱۸/۶	۱۰۷/۱	۲۳/۷	۲۸/۱	۹۷/۵	۳۶/۳	۴۱/۷	۸۳/۹	۵۴/۷	۹۵/۵	۶۶/۱
۴۵۰	۱۷/۲	۲۳/۵	۱۳۵/۵	۲۶/۷	۳۵/۶	۱۲۳/۴	۴۰/۹	۵۲/۸	۱۰۶/۲	۶۱/۵	۷۵/۳	۸۳/۷
۵۰۰	۱۹/۱	۲۸/۹	۱۶۷/۳	۲۹/۷	۴۴/۰	۱۵۲/۲	۵۴/۴	۶۵/۱	۱۳۱/۱	—	—	—

براکت‌ها

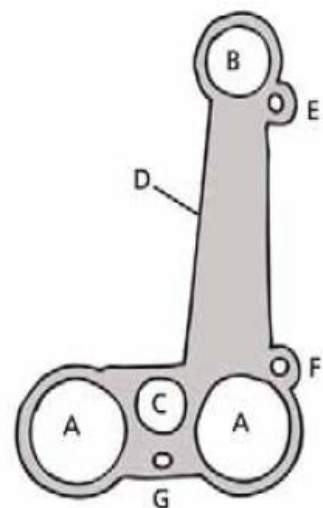
براکت یکی از اجزاء ساختاری طوقه دور قفس است که لوله‌ها را به هم وصل می‌کند تا طوقه قفس را شکل دهد (شکل ۲۹). قدرتمندی براکت برای قابل اعتماد بودن قفس ضروری است. طراحی براکت ممکن است بصورت دو یا چند (یا گاهی حتی چهار) پایه بر روی لوله‌های شناور اصلی (در (A) در شکل ۲۹) نشان داده شود. برای لوله‌های گذرگاه ممکن است فضای اضافی در نظر گرفته

شود (c). در بالای ستون (D)، یک پایه موجود است (B) که نرده روی آن قرار دارد. ممکن است براکت‌ها مجهز به نقاط ویژه‌ای برای اتصال به تور (E, F) و سیستم شناور (G) باشند که می‌توانند با لوله‌ها یا طناب‌ها ایمن شوند. این نقاط اتصال پایانی ممکن است برای اتصال به یک زنجیر ایمنی محیطی استفاده شوند که می‌تواند امنیت بیشتری را جهت پیشگیری از شکسته و جداشدن طوق از قفس در دریا‌های سهمگین ایجاد کنند. طیف گسترده‌ای از براکت‌های مختلف توسط تولیدکنندگان قفس‌های توری تولید می‌شوند که انتخاب هریک از این طرح‌ها باید با توجه به مکان استقرار قفس و مقاومت مورد نیاز قفس انجام شود. چهار طبقه‌بندی اصلی در مورد براکت‌ها وجود دارند: پلاستیک جوش خورده، پلاستیک قالب‌گیری شده چرخشی، پلاستیک قالبی تزریقی و فلزی.

براکت‌های پلاستیکی جوش خورده با لوله‌های HDPE و دیگر اجزاء به هم جوش خورده HDPE ساخته می‌شوند (عکس ۲۳). این نوع براکت معمولاً بسیار قدرتمند است، اگرچه همه اجزاء باید به درستی به هم جوش خورده باشند تا دوام‌پذیری آن تضمین شود. اگر قفس‌ها در یک مکان باز نصب شوند، باید از جوش لبه روی پایه اجتناب شود (تکیه‌گاه نرده - عکس ۲۴)، زیرا این جوش‌ها نقاط ضعفی را روی فلز پایه ایجاد می‌کنند که با حرکات مستمر امواج در معرض فرسودگی قرار می‌گیرند. براکت‌های پلاستیکی قالبی چرخشی احتمالاً در قفس‌های HDPE شناور پر کاربردترین نوع براکت‌ها هستند (صفحات ۲۵ و ۲۶). آنها با تکنیک صنعتی «قالب‌گیری چرخشی» تولید می‌شوند، بدین صورت که قالب یک براکت از پلاستیک (HDPE یا PE) پر شده و سپس تا نقطه ذوب پلاستیک گرم می‌شود. همان‌طور که قالب می‌چرخد، پلاستیک ذوب شده و بطور یکنواخت تا دیواره‌های قالب پراکنده می‌شود. سپس قالب سرد و باز شده و براکت پلاستیکی برداشته و آماده می‌شود. این انواع براکت‌ها، پلاستیک جامد نیستند و ضخامت پلاستیک و نوع طراحی خصوصیات ساختاری اصلی بر قدرتمندی آنها تأثیر می‌گذارند. براساس طراحی، وزن این عناصر می‌تواند از ۱۵-۲۰ kg (برای مدل‌های سبک‌تر) تا بالای ۵۰ kg (برای مدل‌های محکم‌تر) تغییر کند. برخی از مدل‌ها با رزین پلی‌یورتان منبسط‌شده پر می‌شوند تا استحکام آنها را افزایش داده و از تغییر شکل‌ها آنها جلوگیری شود.



عکس ۲۳. براکت HDPE ساخته شده با لوله‌های HDPE یا با لوله‌های HDPE جوش خورده، که به کف پایه تقویت شده است



شکل ۲۹. طرح براکت استاندارد (دو لوله شناور، بالابری جانبی)



عکس ۲۵. براکت‌های PE تولید شده با تکنیک قالب‌گیری چرخشی



عکس ۲۴. براکت‌های HDPE ساخته شده با لوله‌های HDPE که روی یک قفس تعبیه شدند. توجه کنید جوش‌های لولا روی پایه (پیکان قرمز)، استحکام کمتری دارند.



عکس ۲۷. براکت پلاستیکی با قالب‌گیری تزریقی



عکس ۲۶. یک براکت PE تولید شده با قالب‌گیری
چرخشی، قبل از نصب



عکس ۲۹. براکت غیرقابل پیاده‌سازی جدا شده



عکس ۲۸. اجزاء جدا شده یک براکت فولادی
گالوانیزه



عکس ۳۰. براکت غیر قابل پیاده سازی مونتاژ شده

براکت‌های پلاستیکی قالب تزریقی (عکس ۲۷) با فرایندی متفاوت از آنچه که توضیح داده شد تولید می‌شوند. براکت‌های قالب تزریقی با تزریق پلاستیک پلی اتیلن (PE یا HDPE) در یک بشکه گرم شده ساخته می‌شوند، که در آنجا ترکیب شده و سپس در یک قالب تزریق می‌شوند که سرد و سخت می‌شوند. براکت‌های قالب تزریقی سازه‌های جامد و بسیار مستحکمی هستند، اما از آنچه که با قالب‌گیری چرخشی تولید می‌شود، سنگین‌تر هستند.

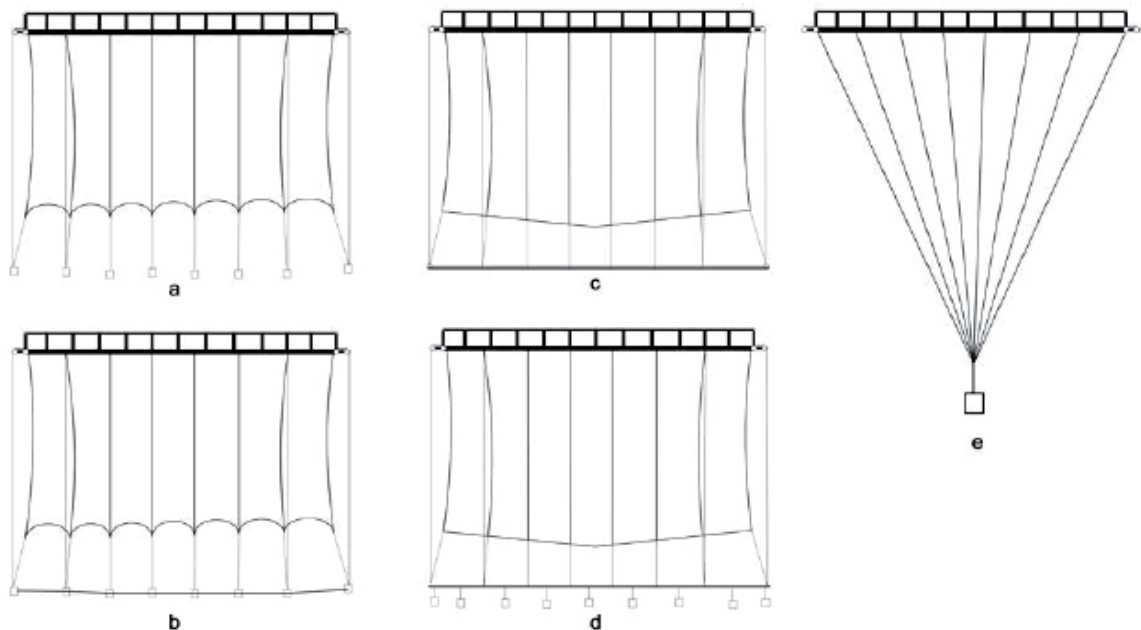
براکت‌های فلزی در گذشته کاربرد گسترده‌ای داشتند، اما با افزایش استفاده از براکت‌های پلاستیکی، براکت‌های فلزی در درجه اول در مکان‌های بسته مورد استفاده قرار می‌گیرند (عکس ۲۸)، اگرچه هنوز هم براکت‌های فولادی مخصوص کارسنگین، توسط برخی از تولیدکنندگان تولید می‌شوند. براکت‌های فلزی معمولاً از آهن گالوانیزه (صفحه روی) یا با جوش دادن یا پیچ کردن قطعات به یکدیگر ساخته می‌شوند. براکت‌های فلزی ممکن است ارزان‌تر از براکت‌های پلاستیک باشند، اما کاربردشان برای مکان‌های روباز بخاطر دو محدودیت اصلی توصیه نمی‌شود. اول زنگ زدن (خوردگی گالوانیزه) که ممکن است با گذشت زمان بر قابلیت اطمینان براکت تأثیر بگذارد و دوم اینکه لوله‌های پلاستیکی ممکن است بر اثر سائیدگی مستمر در مقابل براکت فلزی آسیب ببینند.

برخی از براکت‌ها بویژه طوری طراحی می‌شوند تا زمانی که براکت اصلی خراب می‌شود، به عنوان یک تکیه‌گاه موقتی استفاده شوند. این براکت‌های مکمل را می‌توان به طور مستقیم در مکان نصب کرد و یا زمانی که قفس در حال کار است روی لوله‌ها تعبیه نمود (صفحات ۲۹ و ۳۰).

براکت‌های تاشو یک راه حل موقت هستند و براکت‌های اصلی باید در اسرع وقت جایگزین آنها شوند. جابجایی براکت‌ها با براکت‌های اصلی معمولاً در خشکی اجرا می‌شود، زیرا این فرایند شامل بریدن لوله‌های HDPE، حذف براکت شکسته، جایگیری براکت جایگزین و جوش دادن مجدد لوله‌ها برای شکل‌گیری طوق کامل است.

وزنه‌های نگهدارنده و لوله نگهدار وزنه

نیاز است توری قفس سنگین شود تا حجم قفس در جریان‌های متغیر حفظ شود. دو روش اصلی برای سنگین کردن یک تور وجود دارند: استفاده از وزنه‌های نگهدارنده چند گانه و یا استفاده از یک لوله نگهدار وزنه. برخی از ترکیب‌ها و اصلاحیات این دو سیستم هم مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل ۳۰. سیستم‌های مختلف وزنه نگهدار

وزنه‌های نگهدار چندگانه روش متداولی برای سنگین کردن تور هستند (صفحات ۳۶-۳۱). معمولاً برای هر براکت، چندین وزنه، با یک طناب به بیرونی‌ترین لوله طوق قفس ثابت می‌شوند. این طناب را می‌توان به لوله یا به براکت وصل کرد (اگر براکت با یک نقطه اتصال طراحی شود). طناب باید چند متر بلندتر از دیواره توری قفس باشند. تور یا با وزنه‌ها (عکس ۳۱) یا با طناب وزنه‌ها (عکس ۳۵) به طناب‌هایی متصل می‌شود که از سطح طناب پایه تا قفس توری امتداد یافته‌اند.

وزنه‌های نگهدار معمولاً به ابعاد تور، اندازه شبکه و خصوصیات محیطی مکان قفس وابسته خواهند بود. توریهای واقع در جریانات آبی وسیع‌تر و امواج بزرگتر، به وزنه‌های سنگین‌تر نیاز دارند. وزنه‌های نگهدار معمولاً از بتن ساخته می‌شوند (صفحات ۳۱، ۳۲ و ۳۶).

وزنه‌ها را می‌توان خیلی سریع با پر کردن تکه‌ای از لوله PVC با بتن ساخت، که یک بخش زنجیر در آن غوطه‌ور می‌شود، طوری که بالاترین حلقه زنجیر به قدر کافی از بتن بیرون آمده و به طناب نگهدار و یا خود تور متصل شود.

نکته: وزن بتن زمانی که در آب غوطه‌ور می‌شود تا ۵۰٪ کاهش می‌یابد.

با استفاده از کیسه‌های توری پر شده با سنگریزه و شن هم می‌توان وزنه نگهدار بسیار ارزانی را آماده کرد (عکس ۳۳). این کیسه‌های وزنه اگرچه بسیار ارزان هستند، اما ممکن است توری‌های‌شان پاره شده و مصالح درون آنها به بیرون بریزد.

از قطعات زنجیر بزرگ لنگر (۴۰kg بازای هر متر) هم می‌توان به عنوان وزنه‌های نگهدار استفاده کرد (عکس ۳۴).

این که وزنه به طور مستقیم از خود توری و یا از پایین طناب عمودی که به تور بافته شده آویزان باشد، بسیار مهم است. طول طناب وزنه باید به قدر کافی طولانی باشد تا مانع از تماس وزنه با تور شود. باید به جهت «پائین دست» تور توجه شود؛ وزنه‌های نگهدار را می‌توان در پایه تور فرو کرده و بدینوسیله از آسیب تور ناشی از سائیدگی پیشگیری کرد. یا با (۱) طولانی کردن طناب وزنه و یا (۲) پوشاندن توری با تور اضافی می‌توان از آن جلوگیری کرد.

روش دیگر سنگین کردن تور، استفاده از یک «لوله نگهدارنده وزنه» است. یک لوله نگهدارنده وزنه یک سیستم فروبر مدور است که از لوله‌های HDPE جوش خوره به لولا ساخته شده است، همراه با یک زنجیر و کابل فولادی یا لوله‌های HDPE که داخل آن شن ریخته‌اند. این زنجیر یا کابل معمولاً هم اندازه لوله است و بهتراست که برای جلوگیری از لغزش ایمن سازی شود. معمولاً در هر شرایطی از موادی برای وزنه استفاده می‌شود که خرید و حمل و نقل شان ارزان تر دربیاید، و معمولاً تأمین این مواد هم از نزدیک ترین مبدأ صورت می‌پذیرد.

وزن لوله وزنه، براساس اندازه قفس تغییر می‌کند و عمدتاً بر طبق جریان آب، پیش‌بینی و محاسبه می‌شود.

برای مثال در قفس‌هایی با محیط ۹۰-۱۶۰ متر (برای مثال مورد استفاده برای پرورش سالمون)، از وزنه‌های ۴۰ تا ۷۰ kg/m و در قفس‌های کوچکتر با محیط ۶۰-۹۰ متر، (مورد استفاده در دریای مدیترانه



برای پرورش ماهی خاردار اروپایی یا ماهی سیم سرطلایی)، از وزنه‌های ۱۵ تا ۴۰ kg/m استفاده می‌شود.

عکس ۳۱. وزنه‌های نگهدار بتنی - نصب صحیح عکس ۳۲. وزنه‌های بتنی که نادرست نصب شده‌اند:

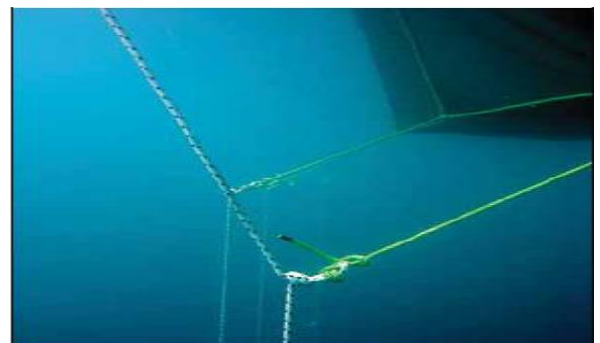
طناب وزنه نگهدار عمودی بسیار کوتاه است و وزنه‌های نگهدار از تور آویزان می‌شوند.



عکس ۳۴. زنجیرهای میانه‌دار مورد استفاده بعنوان وزنه.

استفاده از زنجیرها بعنوان وزنه در اولویت است. بخاطر اینکه وزن فولاد در آب، در مقایسه با بتن، سنگ‌ها یا سایر مواد بیشتر است.

عکس ۳۳. کیسه‌های پر شده از شن، سنگریزه یا قلوه سنگ ریز برای استفاده به عنوان نخاله‌های وزنه نگهدار





عکس ۳۶. نمای کلی سیستم وزنه بندی با وزنه های چندگانه

عکس ۳۵. تور ثابت شده روی طناب های وزنه



عکس ۳۸. حلقه نگهدار متصل به پایه براکت

عکس ۳۷. عامل اتصال لوله HPDE به وزنه. این مدل نشان می دهد که لوله وزنه (که با قسمتی از لوله نشان

داده شده) چطور به طناب نگهدار ثابت می‌شود (به رنگ زرد با چشمی پلاستیکی) و چطور وزنه‌های یدکی می‌توانند اضافه شوند (همانند زنجیری که نشان داده می‌شود). از مابقی حفره آزاد می‌توان به عنوان یک نقطه اتصال برای تور استفاده کرد.

طول لوله نگهدارنده وزنه حداقل همانند طول طوقه دور قفس است (البته گاهی اوقات ترجیحاً چند متر طولانی‌تر انتخاب می‌شود) و معمولاً با لوله‌ای با قطر درونی متغیر بر طبق طراحی قفس ساخته می‌شود (برای مثال از حدود ۱۲۰ میلی‌متر تا ۴۰۰ میلی‌متر) (عکس ۳۹). لوله وزنه همانند وزنه‌های نگهدار، با طناب‌های ثابت، از بیرونی‌ترین لوله روی طوقه (عکس ۳۷) یا از پایه براکت (عکس ۳۸) آویزان می‌شود. تور را می‌توان با خطوطی از خط قرارگرفته در پایه تور بطور مستقیم روی خط لوله وزنه یا روی خطوط پائین وزنه نگهدار محکم نمود.

لوله وزنه اگرچه گران قیمت‌تر از وزنه‌هاست، با اینحال شکل پایه تور و حجم قفس را بهتر حفظ خواهد کرد، چرا که دارای ساختار تا حدودی سخت است و زمانی که در معرض جریان‌ات آبی قرار دارد بهتر عمل می‌کند (عکس ۳۹).

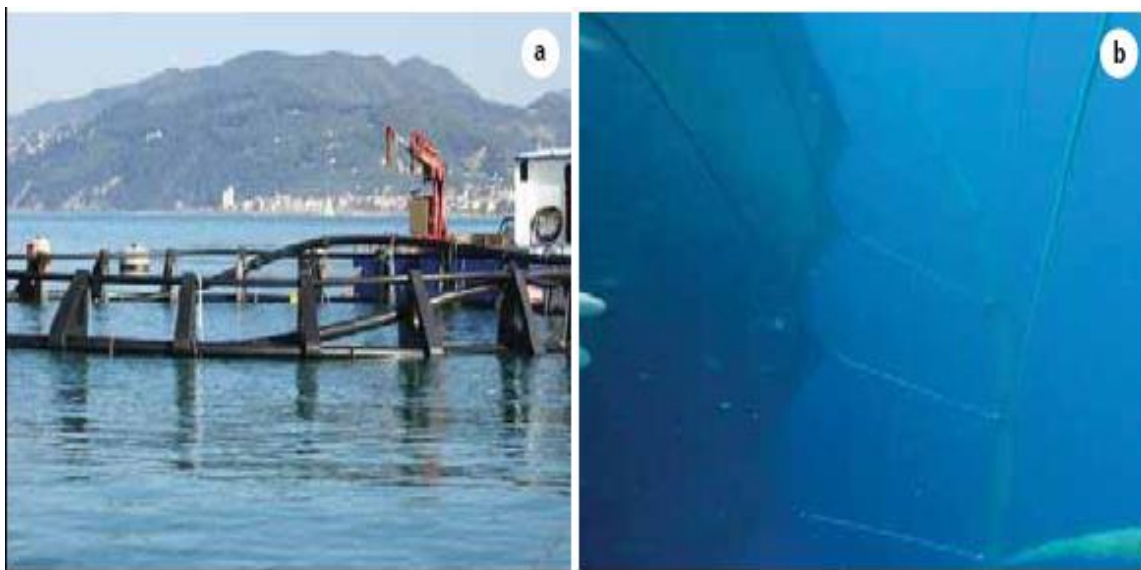
استفاده از یک لوله وزنه برای محکم نگهداشتن پایه تور در مواردی که قفس‌ها در مکانی مهار شده‌اند و بسیار کم عمق هستند، می‌تواند بسیار مفید باشد (اگرچه اینکار به شدت منع شده است)، به طوری که برای اطمینان از حداکثر فاصله بین پایه تور و بستر دریا، پایه تور را می‌توان محکم بست (توجه: استفاده از مکان‌های کم عمق توصیه نمی‌شود).

ساخت طوق دور قفس

روش‌های ساخت طوق دورقفس بسته به مدل قفس مونتاژ شده تغییر می‌کند.

ساخت یک طوق دورقفس به فضای بازی نیاز دارد که به قدر کافی به دریا نزدیک باشد تا راه‌اندازی آسان قفس را در زمان تکمیل ممکن سازد و به قدر کافی بزرگ باشد تا برای همه قطعات گوناگون این کار (لوله‌ها، براکت‌ها، استوانه‌های پلی استیرن و غیره) جای داشته باشد و جا برای اتصال همه لوله‌ها برای تشکیل طوق را داشته باشد.

یک کامیون یا ماشین لودر تا حدود زیادی می‌تواند ساخت نهائی طوق را تسهیل کند. یک منبع تغذیه نیز برای کار با دستگاه جوش لازم است، فلذا اگر خطوط برق در دسترس نباشد، یک ژنراتور موردنیاز خواهد بود.



عکس ۳۹. لوله نگهدار وزنه: (a) لوله وزنه موقتاً روی نرده قفس متصل می‌شود تا حمل و نقل را از بند به مکان نصب تسهیل کند؛ (b) یک لوله نگهدار وزنه نصب شده

مونتاژ طوقه

لوله‌های HDPE با یک دستگاه جوش لبه مونتاژ می‌شوند. جوش لبه با گرمایش لبه‌های دو لوله صورت می‌پذیرد، تاجاییکه به رسیدن نقطه جوششان ختم شده و در نتیجه دو لوله محکم بهم متصل می‌شوند. روند مونتاژ به شرح زیر است:

- هر لوله جداگانه HDPE در ابتدا با استوانه‌های پلی‌استایرن پر می‌شود. قطر این استوانه‌ها تاحدودی کمتر از قطر داخلی لوله‌ها می‌باشد. وجود پلی‌استایرن در لوله‌ها این اطمینان را خواهد داد که حتی اگر لوله‌ها آسیب دیده و یا دچار آب‌گرفتگی شوند، قفس همچنان شناور خواهد ماند.

- در برخی از مدل‌های قفس، با توجه به قابلیت شناوری بالای پلی‌استایرن، داخل لوله با پلی‌استایرن پر شده است.

- لوله‌های HDPE بطور متوالی به کمک یک دستگاه جوش لبه بهم متصل می‌شوند تا نهایتاً دو حلقه به اندازه محیط نهایی قفس را تولید کنند.

- سپس براکت‌ها روی هر دو لوله ردیف می‌شوند.

- سپس نرده مونتاژ شده و از حفره بالایی پایه‌ها عبور داده می‌شوند.

- سپس براکت‌ها در مسافت‌های از پیش تعیین شده در طول نیمی از مسیر لوله توزیع می‌شوند.

- سپس همه لوله‌ها با کمک یک لیفتراک و قرقره‌های مناسب خم می‌شوند تا سرهای مخالف را به یکدیگر متصل شده و بدین طریق آخرین جوش لبه لوله‌های اصلی را ممکن ساخته و نرده ساخته شود.

- سپس براکت‌های باقیمانده در طول لوله‌ها توزیع می‌شوند و فاصله‌های بین براکت‌ها تصحیح می‌شوند تا مطمئن شویم که آنها در یک فاصله مساوی از یکدیگر قرار دارند (عکس ۴۵).

- سپس براکت‌ها در محل خود با جوش دادن متوقف‌سازها روی سطح لوله‌های HDPE ثابت می‌شوند (عکس ۴۶). روش دیگر که ممکن است مورد استفاده قرار بگیرد این است که، یک زنجیر دور طوقه قفس کشیده شده و به هریک از براکتها ثابت شود.

- سپس لوله وزنه (اگر مورد استفاده قرار بگیرد) مونتاژ می‌شود و بطور موقت برای آسانی حمل و نقل طوقه به سایت، روی راهروی طوق قفس محکم می‌شود (عکس ۳۹).

نقطه ضعف اولیه قفس‌های HDPE، کیفیت پائین جوش‌های لبه هست. متداول‌ترین علت کیفیت پائین جوش‌ها، عدم توجه اپراتور به زمان‌بندی، دما و فشار مورد نیاز برای ذوب شدن کافی میله-جوش (الکترو)، یا جوش دادن در طی شرایط نامساعد است. قبل از جوش لبه، اپراتور باید مطمئن شود که دستگاه برای استفاده در مکان خشکی است. تجهیزات نباید در معرض باران یا گرد و غبار باشند و عملیات جوش دادن باید در شرایط بارانی، پرباد یا گردوخاک تعطیل شوند.

نصب طوقه

زمانی که طوقه قفس تکمیل شد، می‌توان آنرا با سر دادن به آب راه‌اندازی کرد (عکس ۴۷). نیاز است این عملیات با دقت انجام شود، زیرا لوله‌ها ممکن است تاب خورده یا خم شوند. زمانی که اجزای قفس در روی عرشه سر می‌خورند، اگر بیشتر از حد موردنیاز خم شوند می‌توانند آسیب ببینند. برای به حداقل رساندن ریسک آسیب، طوقه‌های قفس را می‌توان با چند طناب مهاربندی که قطری واقع شده‌اند تقویت کرد تا بدین ترتیب شکل مدور طوق را حفظ کرده و از خم شدن اضافی لوله‌ها جلوگیری گردد طوقه قفس را می‌توان با استفاده از یک لیفتراک یا قایق‌کاری یا ترکیب هر دو راه‌اندازی کرد. شکل ۳۱ یک نمای شماتیک یک طوقه قفس را نشان می‌دهد که با طناب یدک کش بکسل شده و طناب‌های قطری با خطوط آبی در تصویر نشان داده می‌شوند.

نکته: مکان‌های به آب انداختن همیشه تفاوت دارند، بنابراین نکته مهمی که باید به یاد داشته باشیم آسیب جدی نرسیدن به قفس است. برای مثال، اگر آن را در یک منطقه صخره‌ای قرار می‌دهیم ،



شکل ۳۱. به آب اندازی طوق قفس از اسکله
شکل ۴۰. استوانه‌های پلی‌استیرن در لوله‌ها قرارداده
میشوند



شکل ۴۱. دو لوله اصلی بعد از ساخت؛ براکت‌ها در طول نیمی از مسیر لوله توزیع می‌شوند. نرده هم روی براکتها سوار شده است.

نکته: نمای بالایی از یک قایق پشتیبانی که یک قفس را در آب بکسل کرده، به سمت چپ می‌کشد، درحالی‌که کامیون جرثقیل‌دار به سمت راست می‌کشد. طنابها به رنگ آبی نمایش داده شده‌اند.



شکل ۴۲. لوله‌ها بشکل یک دایره کامل خم می‌شوند. شکل ۴۳. جزئیات سرلوله: استوانه پلی استیرن درون لوله قابل رویت است. همچنین نرده از طریق حفره بالایی براکت‌ها عبور داده می‌شود.



شکل ۴۵. براکت‌ها در فواصل یکسان در طول لوله توزیع می‌شوند.

شکل ۴۴. جوش لبه نهایی دو سر لوله؛ بعد از این جوش دادن، اولین لوله طوقه قفس بسته می‌شود.



شکل ۴۶. موقعیت یک براکت با متوقف‌کننده‌های روی لوله داخلی HDPE (پیکان قرمز) ثابت شده است؛ لوله بیرونی بدون متوقف‌کننده است. متوقف‌کننده‌ها روی لوله قفس با یک دستگاه جوش HDPE دستی جوش خورده اند.

توصیه می‌شود که قطعات غلتنده‌ای مانند لوله و یا قطعات لغزنده‌ای مانند تیر، در زیر قفس قرار بگیرند تا به آسانی بتواند حرکت کند. قفس را می‌توان به آسانی بکمک یک قایق با اندازه مناسب و مجهز به موتور بیرونی بدنبال کشید. مهم است که حداقل روی دو نقطه قفس، دو طناب یدکی «V شکل» یا زنجیرهای مهار برای توزیع نیروی کششی، نصب شوند (شکل ۳۱).



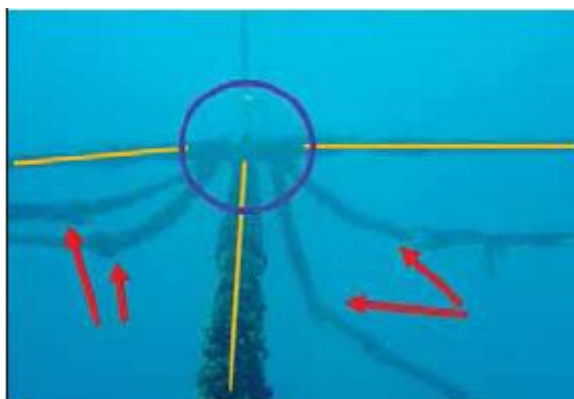
شکل ۴۷. طوقه قفس تکمیل شده؛ به براکت‌ها با رنگ‌های مختلف توجه کنید، براکت مشکی جایی که به زنجیرهای مهاربندی متصل است را نشان می‌دهد.

نقاط اتصال طناب روی قفس باید به لوله داخلی قفس متصل باشند. برای قفسی با محیط بالای ۸۰-۷۰ متر، مسافت بین دو طناب باید حداقل ۴ متر باشد.

برخی از مدل‌های قفس باید براکت مهاربندی داشته باشند که بطور ویژه برای تحمل نیروهای کششی بسمت بالا طراحی شوند. اگر براکت مهاربندی وجود داشته باشد، طناب را می‌توان به آنها متصل کرد. آنها را عموماً زمانی نصب می‌کنند که قفسها باید در مسافت‌های طولانی کشیده شوند (همانند قفس‌های کششی ماهی تن).



شکل ۴۸. براکت مهاربندی زمانی روی لوله‌های قفس نصب می‌شود که قفس در خشکی مونتاژ شود. این براکتها طوری طراحی شده اند تحمل نیروهای شدید روی نقاط مهاربندی را داشته باشند: (a) عامل نقطه مهاربندی قبل از نصب؛ (b) نقطه مهاربندی نصب شده روی یک قفس



شکل ۴۹. صفحه مهاربندی (در دایره آبی) با دو جفت خط زنجیر مهار (پیکان قرمز) که در هر گوشه نشان داده شده‌اند. خطوط نارنجی شبیه به خطوط شبکه هستند.

توجه: هر دو جفت خطوط زنجیر مهار به دو قفس متفاوت متصل می‌شوند.

براکت مهاربندی می‌تواند ضخامت لوله را دو برابر کند و از سر خوردن زنجیر مهار یا طناب یدک دور لوله HDPE و در نتیجه از ایجاد سایش طناب‌ها روی اجزای پلاستیکی قفس جلوگیری می‌کند. بهتر است نصب خطوط مهاربندی قطری داخلی قبل از شروع یدک کشیدن صورت پذیرد. اگر کشیدن قفس زمانی باشد که تور نصب شده باشد، باید حداقل یک فاصله ۵۰ متری بین قایق و قفس حفظ شود تا از فرو رفتن پروانه قایق درون تور جلوگیری گردد. اگر ماهی داخل قفس توری قرار داشته باشد، این مسافت باید حداقل تا ۱۰۰ متر افزایش یابد.

سرعت بالای کشیدن قفس، یک نیروی رو به پائین روی لبه اصلی لوله‌های طوقه، در سمت مخالف قایق (یعنی لبه داخلی بخش پشتی طوقه) ایجاد خواهد کرد. بنابراین توصیه می‌شود که اجزای شناور (پاروها، بویه‌ها و سایر مواد شناور روی آب) را به بخشی از لوله متصل سازید.

در محل پرورش ماهی، طوقه هر قفس در سیستم شبکه‌بندی از طریق زنجیرهای مهار به صفحات شبکه مهار متصل می‌شود (عکس ۴۹). معمولاً دو خط (زنجیر یا طناب) از هر صفحه کنکتور برای مهاربندی هر یک از طوقه‌ها موجود هستند و هر قفس روی چهار صفحه کنکتور لنگر می‌شود، که در کل هشت خط برای هر قفس مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای قفس‌های بزرگتر (< 25 متر قطر) یا در مکان‌های بازتر، داشتن ۳ صفحه کنکتور هم برای هر قفس (در کل ۱۲ خط از ۴ صفحه کنکتور برای هر قفس)، ممکن است ضروری باشد.

در شکل ۳۲ آرایش اتصالات خط زنجیر مهار به طوقه نشان داده شده است. چهار جفت خط زنجیر مهار (سبز)، هر صفحه کنکتور (آبی) را به طوقه متصل می‌سازند. نقاط اتصال روی قفس باید متقارن باشند. نقاط اتصال خط زنجیر مهار را می‌توان به آسانی با استفاده از براکت‌هایی با رنگ‌های مختلف مشخص کرد (عکس ۴۷). معمولاً دو طناب از هر صفحه کنکتور برای مهاربندی هر طوقه موجود هستند و همان طور که قفس روی چهار صفحه کنکتور مهار می‌شود، در کل هشت طناب برای هر قفس مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای قفس‌های بزرگتر (< 25 متر قطر) یا در مکان‌های بازتر داشتن ۳ طناب برای هر صفحه کنکتور (۱۲ خط برای هر قفس در کل ۴ صفحه کنکتور)، ممکن است ضروری باشد.

استقرار منظم زنجیرهای مهار بمنظور تضمین توزیع صحیح وزن برابر، بسیار مهم است. توجه گردد که هر خط زنجیر مهار به بخش دورتر براکت محکم شده و برای هر جفت خط زنجیر مهار یکی در سمت چپ براکت قرار دارد، در حالی که دیگری در سمت راست قرار دارد.

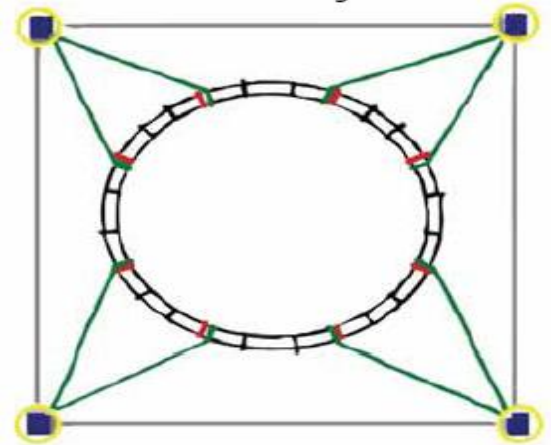
زنجیرهای مهار اجزای حیاتی هستند که اگر بدرستی نصب نشوند، ممکن است بر یکپارچگی قفس تأثیر بگذارند. بنابراین خیلی مهم است که سیستم زنجیر مهار از قبل طراحی، اندازه‌گیری و علامت‌گذاری شوند و از هر اشتباهی در مرحله نصب جلوگیری شود.

از چندین روش مختلف می‌توان برای بستن خط زنجیر مهار روی طوقه قفس استفاده کرد (شکل ۳۳). متداول‌ترین گره مورد استفاده در شکل ۳۳ نشان داده شد. خط زنجیر مهار برای اولین بار از روی لوله بیرونی عبور کرده و سپس قبل از اینکه به خط زنجیر مهار که از صفحه توری می‌گذرد، متصل شوند، چندین بار بطور متناوب دور لوله‌ها می‌چرخد.

اگر خطوط زنجیر (برای مثال پلی‌پروپیلن) به قایق مهار شده باشند، ممکن است مانع از حرکت‌های قایق شده و یا در پروانه‌های قایق یا دور محور سکان گیر کنند. برای جلوگیری از این وضعیت، یک وزنه کوچک (بلوک بتنی کوچک یا بخش کوچکی از زنجیر) را می‌توان به هر خط زنجیر مهار اضافه نمود.



شکل ۵۰. خط زنجیر مهار محکم شده به لوله‌های یک حلقه قفس لوله‌ای دوگانه



شکل ۳۲ ترسیم (شماتیک) خط زنجیر مهار ترجیحی بر طوقه قفس. این گره در شکل ۳۳ نشان داده شد.



شکل ۳۳. گره ترجیحی اتصال خط زنجیر مهار (شماتیک روی یک طوقه قفس لوله‌ای دوگانه)



شکل ۵۱. یک گره متناوب برای ایمن سازی خط زنجیر زنجیر مهار روی یک طوقه - یک گره دوخت روی بیرونی ترین لوله، با سر آزاد باقیمانده که روی لوله پیاده‌رو ثابت شده. گره ترجیحی برای ایمن سازی زنجیر مهار در شکل ۳۳ نشان داده شد.



عکس ۵۳. وزنه‌های تعبیه شده روی زنجیرهای
مهار



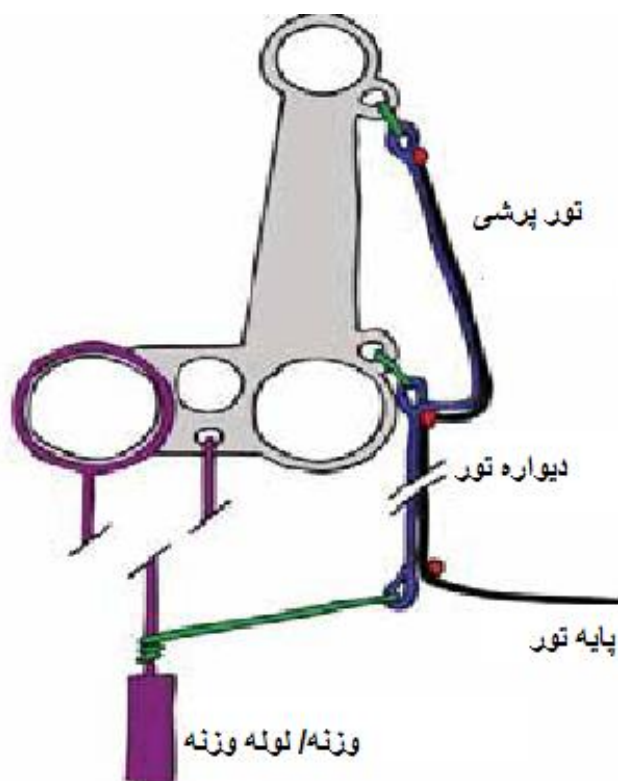
عکس ۵۲. یک روش دیگر ایمن سازی زنجیر مهار،
اتصال حلقه طناب آبی به دو چشمی است (که با
شیلنگ پلاستیکی پوشانده شده تا از سائیدگی طناب
جلوگیری شود). حلقه روی براکت محکم شده و سپس
زنجیر مهار روی چشمی‌های فلزی محکم شده است.
گره ترجیحی برای ایمن سازی خط زنجیر مهار در شکل
۳۳ نشان داده شده است.

نصب تور

مراحل زیر فرایند کلی نصب تور را شرح می‌دهند (خصوصیات تور در فصل ۵ شرح داده می‌شود).
مراحل نصب یک تور جدید ممکن است از مکانی به مکان دیگر متفاوت باشد؛ که آن هم دائماً «طی
کار میدانی» از سالی به سال دیگر توسط هر گروه از کارگران اصلاح می‌شود.
- تور در خشکی باز شده و به دقت بررسی می‌شود تا مطمئن شوند که هیچ نقصی در تولید تور وجود
ندارد.

- اگر نقاط اتصال تورها بیکدیگر، چشمی‌های فلزی باشند، تعداد کافی از طنابهای اتصالی (خطوط سبز
در شکل ۳۴) باید آماده شده و تورها پهلوی به پهلوی هم سرهم (متصل) شوند. نیاز به تعدادی طناب
برای اتصال تور به براکت‌ها، تعداد طنابهای عمودی تور را که هر یک در حدود ۲-۱/۵ متر طول دارند،
دو برابر خواهد کرد (طول واقعی تور به طراحی براکت‌ها بستگی خواهد داشت). تعداد طنابها برای
اتصال تور به سیستم وزنه، برابر با تعداد طنابهای عمودی خواهد بود که هریک چندین متر طول خواهند
داشت. طول این طناب‌ها بسته به طول تور و مدل سیستم وزنه متغیر است.

- تور داخل طوقه قفس توسط جرثقیل قایق بالا می‌رود. طناب بالایی آن روی براکت‌ها در سطح نرده ثابت شده است و طناب خط آب روی پایه هر براکت ثابت شده است.
- غواص‌ها طناب پایه را از طریق خطوط اتصالی به سیستم وزنه وصل می‌کنند.
- نکته: «طناب پرش» (بخش تور بین طناب بالایی و طناب خط آب) باید شل شود. همه وزن تور باید در طول یکایک نقاط اتصال طناب خط آب توری توزیع شود.



پسیاه: شبکه توری

آبی: طناب عمودی منتهی به چشمی

بنفش: سیستم وزنه را هم میتوان روی لوله بیرونی و هم روی محل اتصال میله پایه نصب نمود.

سبز: طنابها توری را به براکتها و سیستم وزنه متصل می‌نمایند.

نقاط قرمز: طنابهای افقی (دو سر طناب فوقانی- سطح آب و پایه تور)

شکل ۳۴. طرح نصب تور (بالابری جانبی)

۵. الیاف، تورسازی و طناب‌ها

الیاف

گسترش اخیر پرورش ماهی در قفس تا حدود زیادی با توسعه صنعتی مواد جدید و پلیمرها همراه شده است. تحقیقات جاری در مورد الیاف پلیمری جدید، دائماً مواد بدیعی را برای تورها و طناب‌های جدید فراهم می‌کند.

الیاف مصنوعی همان طور که برای تورسازی و تولید طناب‌ها استفاده می‌شوند، نقش مهمی هم در بخش فرعی صنعت آبی‌پروری قفسی ایفاء می‌کنند. از همین پلیمرها می‌توان برای قفس‌های توری و مهاربندی استفاده کرد و نتیجه مشابهی از نظر قدرتمندی، تعمیر و نگهداری و قابلیت اطمینان دارند. متداول‌ترین پلیمر مصنوعی برای تورها و طناب‌ها، نایلون یا پلی آمید (PA)، پلی‌استر (PES)، پلی‌پروپیلن (PP) و پلی‌اتیلن با عملکرد بالا هستند. الیاف پلی‌استر و پلی‌پروپیلن می‌توانند درهم بافته شوند تا یک توری با خصوصیات پلیمر ترکیبی بسازند. همه این پلیمرها غیرقابل انحلال در آب هستند؛ آنها مقاومت شیمیایی خوبی دارند و بنابراین برای استفاده در محیط دریایی مناسب می‌باشند، که دوام‌پذیری عالی و بلندمدت و قابلیت اطمینان تور را تضمین می‌نمایند.

چگالی

جدول ۱۸ چگالی‌های مختلف را نشان می‌دهد که بر رفتار شناوری یا فروروی الیاف اصلی مورد استفاده در قفس پرورش ماهی دلالت می‌کنند.

جدول ۱۸. الیاف پارچه، چگالی و ضریب تقویت برای برآورد وزن در آب

ضریب تقویت		چگالی (g/cc)	ماده کف
آب شیرین	آب دریا		
۰/۴۱(+)	۰/۴۰(+)	۱/۷۰	پلی وینیلیدن
۰/۳۵(+)	۰/۳۳(+)	۱/۵۴	پنبه
۰/۳۴(+)	۰/۳۲(+)	۱/۵۱	رامی
۰/۳۳(+)	۰/۳۱(+)	۱/۵۰	لینن
۰/۳۲(+)	۰/۳۱(+)	۱/۴۹	سیسال
۰/۳۲(+)	۰/۳۱(+)	۱/۴۸	کنف
۰/۲۸(+)	۰/۳۱(+)	۱/۴۸	مانیل
۰/۲۸(+)	۰/۲۶(+)	۱/۳۸	پلی استر (PES)

۰/۲۵(+)	۰/۲۷(+)	۱/۳۷	پلی وینیل کلرید (PVC)
۰/۲۱(+)	۰/۲۳(+)	۱/۳۰	پلی وینیل الکل (PVA)
۰/۱۵(+)	۰/۱۷(+)	۱/۲۰	آرامید
۰/۱۰(+)	۰/۱۲(+)	۱/۱۴	نایلون، پلی آمید (PA)
۰/۰۸(-)	۰/۰۵(-)	۰/۹۵	پلی اتیلن
۰/۱۴(-)	۰/۱۱(-)	۰/۹۰	پلی پروپیلن
۹/۲۶(-)	۹(-)	۰/۱۰	پلی استیرن (توسعه یافته)

وزن یک شیء بسته به ماده‌ای که در آن غرق شده تغییر می‌کند. براساس قانون ارشمیدس، یک شیء بسته به چگالی نسبی خود شیء و ماده اطراف آن یا می‌تواند فرو رود و یا شناور باشد. ضرایب تقویت (در جدول ۱۸) برای محاسبه وزن واقعی منسوجات در آب مورد استفاده قرار می‌گیرند.

برای مثال:

۲۵Kg تور نایلونی در هوا ضرایب تقویت زیر را دارد:

آب شیرین ۰/۱۲(+);

آب شور ۰/۱۰(+);

بنابراین وزن نهایی:

- در آب شیرین: $۲۵\text{kg} \times ۰/۱۲(+) = ۳\text{kg}$

- در آب شور: $۲۵\text{kg} \times ۰/۱۰(+) = ۲/۵\text{kg}$

منسوجات با چگالی > ۱ شناور خواهند شد، بنابراین مضرب وزن در ضریب تقویت، شناوری را نشان خواهد داد.

به عنوان یک مثال دیگر: پلی‌استیرن ضریب تقویت ۹/۲۶(+) در آب شور دارد، بنابراین ۱ kg پلی‌استیرن غوطه‌ور در آب وزن نسبی $۹/۲۶\text{kg}$ - یا شناوری $۹/۲۶\text{kg}$ خواهد داشت.

پلی آمید (PA) یا نایلون

- فرورونده (چگالی $= ۱/۴$)

- بسیار مقاوم به پاره شدن

- بسیار مقاوم به سائیدگی

- قابلیت کشیدگی زیاد (دوام)

- انعطاف‌پذیری عالی

- ظرفیت بالا برای جذب رزین‌های متفاوت

نایلون پرکاربردترین الیاف مورد استفاده در آبی‌پروری در قفس است. در تورسازی برای قفس‌ها، طناب‌های مهاربندی و طناب‌های مورد استفاده برای اتصال تور به طوقه اکثراً با نایلون ساخته می‌شوند. نایلون مقاومت ضعیفی نسبت به نور فرابنفش دارد و در برابر اشعه فرابنفش روبه زوال خواهد گذاشت، بنابراین همه تجهیزات ساخته شده با نایلون باید دور از نور خورشید نگهداری شوند. هر چه تورها و یا طناب‌های نایلونی مدت طولانی‌تری در معرض نور UV قرار بگیرند، تحمل حداکثر بار و مقاومت کلی شان بیشتر کاهش می‌یابد و در نتیجه ریسک بالاتری از شکستگی‌های ساختاری دارند.

نایلون بسیار انعطاف‌پذیر است (۲۳ درصد در تحمل شکست بار) که می‌تواند طول هر جزء را پس از یک دوره کاری چند ماهه تا حدود ۱۰ درصد افزایش دهند. بنابراین، نیاز است که تحمل شکست در برابر بار یک سیستم مهاربندی نایلونی چند ماه بعد از استقرار، دوباره تحت آزمایش فشار قرار بگیرد. طول قفس‌های توری نایلونی در عمق بخاطر کشیدگی طناب‌ها و تور ناشی از قرارگرفتن در معرض بار رسوب زیستی یا وزنه‌های روی تور تا ۱۰-۵ درصد افزایش خواهند یافت.

الیاف نایلونی می‌توانند منقبض هم بشوند، که باعث مشکلاتی در تور می‌شود. بعد از چندین بار عملیات شستشوی تور، امکان دارد که ابعاد افقی قفس را بتوان تا ۵-۳ درصد کاهش داد. در مونتاژ و طراحی تور، همیشه باید به این ضریب افزایش تور توجه شود تا امکان اصلاح این پدیده فراهم آید.

پلی اتیلن (PE)

- شناور (چگالی = ۰/۹۴-۰/۹۶)

- مقاومت خوب در مقابل پاره شدن

- انعطاف‌پذیری خوب

- کشیدگی پائین

- مقاومت بالا به قرارگیری در مقابل اشعه UV

پلی استر (PES)

- پلی‌استر مقاومت بسیارخوبی نسبت به نور UV دارد، بنابراین بطورمتداول برای تورهایی استفاده می‌شود که باید در معرض نور خورشید قرار بگیرند، از جمله تورهای پرندگان تعبیه شده بالای قفس‌ها و پنل‌های تور ضد سائیدگی حول خط آب قفس.

- در مقایسه با نایلون، PES در جدول ۲۵-۲۰ درصد سنگین‌تر است، اما PES این مزیت را دارد که آب را جذب نمی‌کند، در حالی که نایلون می‌تواند تا بالای ۱۰ درصد آب را جذب کند.

- از خصوصیات مهمتر PES اینکه برای تورهای در معرض جریان‌ات قدرتمند سودمند است، زیرا کشیدگی پائین ماده PES تضمین می‌کند که تور شکلش را نسبتاً خوب حفظ خواهد کرد.

پلی پروپیلن (PP)

- شناور (چگالی = ۰/۹۲)

- مقاوم به پاره شدن

- بسیار مقاوم به سائیدگی

تور پروپیلن کاربرد متداولی در تولید تور قفس ندارد، اما در عوض اغلب برای تورهای ضدشکار استفاده می‌شود (معمولاً برای تورهای محافظت پرندگان). تورهای پلی پروپیلن با اندازه شبکه بزرگ و ضخامت ریسمان چندلا به عنوان جمع کننده حلزون در پرورش صدف هم مورد استفاده قرار می‌گیرند، زیرا شناوری این الیاف با وزن صدف‌ها که به تور متصل می‌شوند، تضاد دارد

پلی اتیلن با عملکرد بالا (HPPE)

- شناور (چگالی = ۰/۹۱)

- مقاومت عالی در برابر پاره شدن

- مقاوم به سائیدگی

الیاف پلی اتیلن با عملکرد بالا، همانند DyneemaTM یا SpectraTM با DSM (یک تقسیم Royal DSM NV) یا Honeywell (ایالات متحده آمریکا) در دهه ۱۹۹۰ اختراع شد. این الیاف کاربرد فزاینده‌ای در آبی‌پروری، عمدتاً برای تولید تور داشته است. از خصوصیات اصلی این الیاف اینکه میزان کشیدگی آنها کاهش یافته (۳/۵ درصد در حداکثر تحمل بار) و دارای حداکثر استثنایی تحمل بار در مقایسه با سایر الیاف با همان ضخامت هستند.

توری پرورش که با استفاده از تور با HPPE تولید شدند چندین مزیت دارند:

- استحکام HPPE، منجر به قطر کوچکتر نخهای تور شده و بنابراین تورهای سبک‌تر، قوی‌تر و کارآمدتری تولید می‌شود.

- تور HPPE مقاوم‌تر از سایر الیاف نسبت به گاز ماهی‌ها، نفوذها و سایر آسیب‌هاست (بویژه با گونه‌هایی که گاز می‌گیرند نظیر سم ماهی سرطلایی، Sparus aurata).

- تور HPPE دو برابر تورهای نایلونی طول عمر دارد.

- هزینه تورهای HPPE دو تا سه برابر بیشتر از تورهای نایلونی است، در حالی که طناب‌های HPPE می‌توانند تا ده برابر طناب‌های سنتی هزینه داشته باشند.

ممکن است الیاف در اولین نگاه بسیار مشابه بنظر می‌رسند، اما برخی از معیارهای تجربی برای یک بررسی میدانی سریع را می‌توان برای شناسایی صحیح در نظر گرفت (جدول ۱۹). جدول ۲۰ خصوصیات شیمیایی و فیزیکی آندسته از الیاف مصنوعی را فراهم می‌کند که معمولاً در آبی‌پروری استفاده می‌شوند و می‌تواند به یک شناسایی تجربی کمک کند.

جدول ۱۹. معیارهای تجربی برای شناسایی الیاف مصنوعی

نوع الیاف					عناصر شناسایی
HPPE	PP	PES	PE	PA	
بله	بله	خیر	بله	خیر	شناورها
به آرامی ذوب شده و با شعله آبی کمرنگ می‌سوزد	هم جوشی به دنبال احتراق کند با یک شعله آبی تیره	هم جوشی به دنبال احتراق کند با شعله زرد روشن	به آرامی ذوب شده و با شعله آبی کمرنگ می‌سوزد.	هم جوشی به دنبال یک شعله ساده با دفع قطرات جوش خورده	احتراق
سفید	سفید	سیاه با دوده	سفید	سفید	دود
شمع سوخته	واکس داغ	روغن داغ	شمع سوخته	عطر ماهی کرفس‌مانند	بو
قطرات جامد	قطرات قهوه‌ای جامد	قطرات متمایل به مشکی جامد	قطرات جامد	قطرات گرد جامد، مایل به زرد	بقایا

جدول ۲۰. خصوصیات شیمیایی و فیزیکی الیاف مصنوعی

نوع الیاف					خصوصیات فیزیکی یا شیمیایی
HPPE	PP	PES	PE	PA	
۴۰	۷	۹	۴/۵-۷	۹	صنعتی (g/den*)
۳/۵	۱۸	۱۴	۲۵	۲۰	کشیدگی منجر به شکستگی (%)
خوب	متوسط	متوسط	نسبتاً خوب	ضعیف	مقاومت به نور UV
۰/۹۷	۰/۹۱	۱/۳۹	۰/۹۵	۱/۱۴	چگالی (g/cm ³)

نقطه ذوب (°C)	۲۶۰-۲۵۵	۱۳۵-۱۱۵	۲۶۰-۲۵۰	۱۷۵-۱۶۰	۱۵۲-۱۴۴
مقاومت به قلیا	خوب	خوب	ضعیف	خوب	خوب
مقاومت به اسیدها	ضعیف	خوب	خوب	خوب	خوب
جذب رطوبت (%)(%) رطوبت در ۲۰°C	۳/۴-۴/۵	۰/۱	۰/۰-۲/۵	۰	۰

طناب‌ها

طناب‌ها جزء مهم آبریز پروری در قفس هستند. از آنها برای خطوط مهاربندی سیستم شبکه و قاب تورسازی استفاده می‌شود.

طناب‌ها عموماً به دو نوع تقسیم می‌شوند (شکل ۳۵):

- طناب پیچیده: با پیچیدگی S یا Z شکل (پیچیدگی در جهت عقربه ساعت یا خلاف جهت عقربه ساعت است)، و معمولاً از ۳، ۴ یا ۸ رشته تشکیل می‌شوند. هر رشته شامل چندین نخ بهم تابیده شده است. هر چه تابیدن محکم‌تر باشد، مقاومت در مقابل سائیدگی بهتر و طناب بادوام‌تر است اگر نیاز به اتصال باشد، تابیدن نرم‌تر عموماً ترجیح داده می‌شود. پیچیدن نرم-متوسط رشته‌ها اکثراً در تولید تور قفس استفاده می‌شود، بخاطر اینکه فوراً توسط ماشین دوخته می‌شوند.

- طناب بافته- متشکل از یک رویه بافته از ۱۲، ۱۶، ۲۴ و یا ۳۲ رشته، بعلاوه یک هسته داخلی ساخته شده از طناب تابیده یا رشته‌های درهم بافته است. برخی از طناب‌های بافته می‌توانند یک روکش دولایه داشته باشند تا در مقابل سائیدگی مقاومت بیشتری داشته باشند. طناب بافته بدون هسته عموماً زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که نیاز به کشسانی خوب و مقاومت به پیچش ضروری باشد.

حداکثر شاخص تحمل بار و وزن‌های انواع طناب اصلی

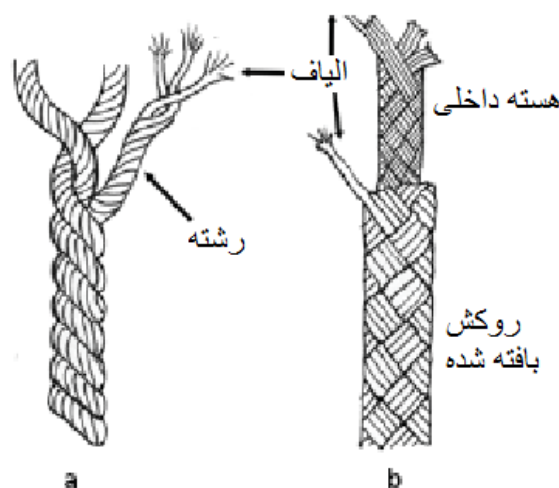
جدول‌های ۲۱ تا ۲۴ وزن (کیلوگرم در هر متر) و حداکثر تحمل بار (کیلوگرم) انواع طناب اصلی را برای طناب‌هایی با قطرهای مختلف نشان می‌دهند.

تورسازی

تور قفس با ارزش‌ترین جزء در هر سیستم قفس ماهی است. تورهای قفس هنرمندانه ساخته می‌شوند و شامل خصوصیات مختلف زیادی بمنظور کاربردی کردن و ایمن بودن هستند. همه تورها باید با بالاترین کیفیت ممکن تولید شوند و بعد از هر فرایند و بعد از تکمیل کامل فرایند ساخت تور، بطور کامل بازرسی شوند.

ویژگی های تور و طراحی قفس می توانند تفاوت بین یک پرورش ماهی موفق و شکست خورده را نشان دهند. طراحی، جزئیات، مشخصات و ویژگی های شبکه باید مناسب هر مزرعه جداگانه طراحی شده است.

داشتن قفس های توری بسیار قابل اعتماد ضروری است. این موضوع نیازمند توجه به چندین عامل، ازجمله طراحی قفس توری، تولید، مقاومت و اجزای تور، کاهش مقاومت درضمن استفاده، جابجایی و نگهداری تور می‌باشد.



شکل ۳۵. طناب پیچیده (a) و طناب بافته (b)

خصوصیات تور- مواد، اندازه، شکل و ضخامت

تور را می‌توان یا به صورت گره‌دار و یا بی‌گره تولید کرد. تور گره‌دار از جنس نایلون، کاربرد گسترده‌ای در مراحل اولیه آبی‌پروری در قفس دارد، زیرا تورهای گره‌دار کاربردستی در صنعت ماهیگیری داشتند. تورهای گره‌دار مقاومت زیادی در مقابل سائیدگی داشته و تعمیر آنها نسبتاً آسان است. اگرچه، گره‌های جلو آمده می‌توانند با ایجاد سائیدگی روی پوست ماهی به ماهی آسیب برسانند، بویژه زمانی که تراکم ماهی افزایش می‌یابد (برای مثال در هنگام تعویض تور). علاوه بر این، وزن تورهای گره‌دار بیشتر از تورهای بی‌گره است.

تور بدون گره اکنون تقریباً بطور کامل جایگزین تور گره دار مورد استفاده در صنعت آبرزی پروری در قفس شده است. تورهای بدون گره می توانند ۵۰ درصد سبک تر باشند، هزینه های تولیدشان پائین تر است، مقاومت بالاتری نسبت به ساییدگی دارند و جابجایی آنها آسان تر است و محکمتر است. از جمله خصوصیات اصلی که در تورسازی باید لحاظ شوند شامل خصوصیات الیاف، اندازه و شکل تور، بافت و رنگ تور است.

پلیمر فیبر

همان طور که توضیح داده شد، از دامنه ای از الیاف مصنوعی می توان برای تورسازی استفاده کرد. مواد مختلف از نظر دوام پذیری، هزینه، تعمیر و نگهداری و سایر خصوصیات متفاوت هستند. پرکاربردترین ماده مورد استفاده نایلون (PA) تک رشته بافته شده دنیر ۲۱۰ بار است. دنیر یک اصطلاح فنی نساجی برای تورهاست و به وزن (به گرم) ۹۰۰۰ متر از یک رشته اشاره دارد.

جدول ۲۱. وزن و حداکثر تحمل بار برای یک جدول ۲۳. وزن و حداکثر تحمل بار برای طناب

پلی آمید (PA) یا نایلونی

طناب پلی استیل سه رشته ای

حداقل تحمل بار (BL) (Kg)	وزن (Kg/m)	قطر طناب (ϕ) (MM)
۳۲۰	۰/۰۱۰	۴
۴۵۰	۰/۰۱۶	۵
۷۵۰	۰/۰۲۲	۶
۱ ۳۴۵	۰/۰۴۰	۸
۲ ۰۸۰	۰/۰۶۲	۱۰
۲ ۹۹۵	۰/۰۸۹	۱۲
۴ ۰۹۵	۰/۱۲۲	۱۴
۵ ۳۰۰	۰/۱۵۸	۱۶
۶ ۷۰۰	۰/۲۰۰	۱۸
۸ ۳۰۰	۰/۲۴۵	۲۰
۹ ۹۹۰	۰/۳۰۰	۲۲
۱۲ ۰۳۰	۰/۳۵۵	۲۴
۱۳ ۹۶۵	۰/۴۲۰	۲۶

حداقل تحمل بار (BL) (Kg)	وزن (Kg/m)	قطر طناب (ϕ) (MM)
۳۱۱	۰/۰۰۸	۴
۴۳۶	۰/۰۱۱	۵
۶۸۰	۰/۰۱۷	۶
۹۱۷	۰/۰۲۳	۷
۱ ۱۹۰	۰/۰۳۰	۸
۱ ۴۹۵	۰/۰۳۸	۹
۱ ۷۸۰	۰/۰۴۵	۱۰
۲ ۵۹۰	۰/۰۶۵	۱۲
۳ ۵۴۰	۰/۰۸۹	۱۴
۴ ۴۹۰	۰/۱۱۶	۱۶
۵ ۷۲۰	۰/۱۴۸	۱۸
۶ ۸۳۰	۰/۱۸۱	۲۰
۸ ۳۴۰	۰/۲۲۱	۲۲

۱۵ ۸۰۰	۰/۴۸۵	۲۸
۱۷ ۷۵۰	۰/۵۵۵	۳۰
۱۹ ۹۸۰	۰/۶۳۰	۳۲
۲۴ ۸۹۰	۰/۸۰۰	۳۶
۲۹ ۹۹۰	۰/۹۹۰	۴۰
۳۵ ۸۰۰	۱/۲۰۰	۴۴
۴۲ ۲۰۰	۱/۴۲۰	۴۸
۴۸ ۸۶۰	۱/۶۶۰	۵۲
۵۶ ۰۰۰	۱/۹۳۰	۵۶
۶۳ ۸۵۰	۲/۲۱۰	۶۰

۹ ۷۸۰	۰/۲۶۳	۲۴
۱۱ ۳۰۰	۰/۳۰۳	۲۶
۱۲ ۸۰۰	۰/۳۵۶	۲۸
۱۴ ۶۰۰	۰/۴۱۱	۳۰
۱۵ ۳۰۰	۰/۴۵۳	۳۲
۱۷ ۳۳۳	۰/۵۱۷	۳۴
۱۹ ۲۷۰	۰/۵۷۳	۳۶
۲۱ ۴۱۱	۰/۶۳۸	۳۸
۲۴ ۲۰۰	۰/۷۱۹	۴۰
۲۶ ۰۶۰	۰/۷۹۸	۴۲
۲۹ ۰۰۰	۰/۸۷۶	۴۴
۳۱ ۲۴۷	۰/۹۵۷	۴۶
۳۳ ۷۰۰	۱/۰۴۰	۴۸
۳۶ ۹۰۳	۱/۱۳۰	۵۰
۴۳ ۰۰۰	۱/۲۲۰	۵۲
۴۹ ۰۰۰	۱/۴۲۰	۵۶

جدول ۲۴. وزن و حداکثر تحمل بار طناب پلی اتیلن (Spectra™ یا Dyneema™)

جدول ۲۲. وزن و حداکثر تحمل بار برای طناب پیچیده با سختی بالای پلی استر

حداقل تحمل بار (BL) (Kg)	وزن (Kg/m)	قطر طناب (φ) (MM) (
۱۸ ۵۰۰	۰/۰۹۶	۱۴
۲۴ ۶۰۰	۰/۱۲۸	۱۶
۳۰ ۸۰۰	۰/۱۶۰	۱۸
۳۷ ۰۰۰	۰/۱۹۳	۲۰
۴۳ ۱۰۰	۰/۲۲۵	۲۲
۴۹ ۸۰۰	۰/۲۶۷	۲۴
۶۰ ۴۰۰	۰/۳۳۱	۲۶
۶۵ ۴۰۰	۰/۳۶۴	۲۸

حداقل تحمل بار (BL) (Kg)	وزن (Kg/m)	قطر طناب (φ) (MM) (
۳۷۷	۰/۰۱۲	۴
۵۷۵	۰/۰۱۸	۵
۸۰۹	۰/۰۲۷	۶
۱ ۴۰۷	۰/۰۴۸	۸
۱ ۷۷۴	۰/۰۹۳	۹
۲ ۱۶۲	۰/۰۷۶	۱۰
۳ ۰۶۹	۰/۱۱۰	۱۲
۴ ۱۲۰	۰/۱۴۸	۱۴

۷۹ ۵۰۰	۰/۴۱۸	۳۰
۹۰ ۰۰۰	۰/۴۷۶	۳۲
۱۰۵ ۰۰۰	۰/۶۰۲	۳۶
۱۲۴ ۰۰۰	۰/۷۴۳	۴۰

۵ ۲۹۲	۰/۱۹۵	۱۶
۶ ۵۵۷	۰/۲۴۵	۱۸
۸ ۰۷۶	۰/۳۰۳	۲۰
۹ ۵۸۵	۰/۳۶۷	۲۲
۱۱ ۴۲۱	۰/۴۳۷	۲۴
۱۳ ۱۵۴	۰/۵۱۲	۲۶
۱۵ ۱۹۴	۰/۵۹۴	۲۸
۱۷ ۲۳۳	۰/۶۸۲	۳۰
۱۹ ۵۷۹	۰/۷۷۸	۳۲
۲۴ ۴۷۳	۰/۹۸۲	۳۶
۲۹ ۹۸۰	۱/۲۱۰	۴۰

اشعه فرابنفش خورشید سبب خرابی پلیمر (دپلیمریزاسیون یا وابسپارش) شده و در بلند مدت استحکام آن را کاهش می‌دهد. نایلون رایج‌ترین الیاف پلاستیکی است که باید همیشه در طول فرایند تولید الیاف، مواد مناسب تثبیت کننده در برابر اشعه UV به آن افزود.

تعداد نخ و حداقل تحمل بار

تعداد نخ برای نشان دادن اندازه نخ تور مورد استفاده قرار می‌گیرد که از تعداد «دنیر» و «۷» تشکیل شده است، یعنی تعداد رشته‌هایی که در هر نخ به هم تابیده شده‌اند.

یک استاندارد متداول بطورگسترده برای شناسایی تور گره‌دار پذیرفته شده است، اما در تورسازی بدون گره، هر تولیدکننده‌ای نخ خودش را دارد. برای درک بهتر، تولیدکنندگان تور یک واژگان مشترک را اتخاذ کردند که در تور گره‌دار استفاده می‌شود (برای مثال ۲۱۰/۹۶)، اما این بدین معنی نیست که وزن (کیلوگرم در هر مترمربع) یا حداقل تحمل بار همه این تورها یکسان است.

نایلون ۲۱۰/۷۲ یک تور ساخته شده از ۷۲ نخ نایلونی است، که هر کدام ۲۱۰ دنیر را نشان می‌دهد. این تور محکم‌تر از یک تور ۲۱۰/۶۰ خواهد بود که از ۶۰ نخ با دنیر یکسان ۲۱۰ ساخته شده است.

صحیح‌ترین روش ارزیابی یک تور بدون گره، حداقل تحمل بار نخ است. تعیین این پارامتر، براساس سفارش درخواست‌کننده بوده و توسط تأمین کننده دارای مجوز تورسازی، می‌تواند به آسانی با یک

گیج (درجه) ارزیابی مقاومت تور که متشکل از یک بالابر مجهز به یک نیروسنج است، تأیید شود (نکته: روشهای اندازه‌گیری حداقل تحمل بار در استانداردهای ISO 1806 مطرح می‌شوند).

وزن یک واحد تور با مساحت سطح استاندارد (معمولاً 1m^2) پارامتر دیگری است که می‌تواند کیفیت تور را نشان دهد. یک تور سبکتر، با همان اندازه چشمه‌ها و همان میزان تحمل بار نشان‌دهنده کیفیت بهتر نایلون خواهد بود. وزن هر واحد مساحت را می‌توان در مطالعات میدانی اندازه‌گیری کرد. بنابراین، از ترکیب وزن در هر متر مربع و قدرت تحمل بار (BL)، که نسبت این دو معیار بهم یکی است، می‌توان به عنوان یک استاندارد عینی برای مقایسه تورهای تولیدشده توسط تولیدکنندگان مختلف (با اندازه شبکه و تعداد نخ یکسان) استفاده نمود.

جداول موجود در ضمیمه ۲ وزن و قدرت تحمل بار را در تورهای مختلف نشان می‌دهد. وزن به صورت وزن هر ۱۰۰۰ عرض چشمه $\times$ طول ۱ متر فهرست شده است. برای یافتن وزن در هر مترمربع:

$$\text{وزن در } \text{kg/m}^2 = \frac{(\text{وزن هر } 1000 \text{ شبکه عرض} \times \text{طول } 1 \text{ متر})}{(\text{نصف اندازه شبکه})}$$

تخریب ناشی از اشعه فرابنفش

الیاف در معرض تخریب ناشی از اشعه فرابنفش هستند، که در نتیجه کاهش حداقل تحمل بار نخ در طی زمان را در پی دارد.

جدول ۲۵ حداقل تحمل بار باقیمانده را برای نایلون در معرض نور UV نشان می‌دهد.

جدول ۲۵. درصد مقاومت باقیمانده در الیاف نایلونی مختلف قرارگرفته در معرض UV در هوای آزاد

زمان قرار گیری								رنگ	عمل آوری	نام الیاف / قرارگیری
۶	۵	۴	۳	۲	۱	۰/۵	۰/۲۵			
هوای آزاد										
پلی آمید ۶										
–	–	۲۰	۲۵	۵۵	۷۰	۸۰	–	زرد	UV تثبیت شده	Enkalon 540T
–	–	–	۱۰	۲۵	۳۵	۴۰	–	زرد	–	Non-Akzo Nobel
–	۴۰	۵۰	۶۵	۷۰	۸۰	۸۵	۹۵	سیاه خشک شده		Enkalon 149HR
پلی استر										
–	۳۰	۴۵	۵۵	۶۵	۷۵	۸۰	۹۰	زرد	–	Diolen 855T

۵۰	۵۵	۶۰	۶۵	۸۰	۸۵	۹۵	۱۰۰	سیاه خشک شده	-	Diolen 178T
قرارگیری پشت شیشه (۴mm)										
پلی آمید										
-	-	۲۵	۳۵	۴۵	۶۰	-	-	زرد	UV- تثبیت شده	Enkalon 540T
۵۵	۶۰	۶۵	۷۰	۷۵	۸۵	-	۹۵	سیاه خشک شده	-	Enkalon 149HR
پلی استر										
۶۰	۶۵	۷۵	۷۵	۸۵	۹۰	۹۵	۹۵	زرد	-	Diolen 855T
۸۵	۹۰	۹۰	۹۰	۹۵	۹۵	-	۱۰۰	سیاه خشک شده	-	Diolen 178T

پس از تعویض تور، باید روی هر تور پاک و تعمیر شده و قبل از نصب مجدد، بررسی‌های منظم مقاومت تور انجام گیرد. نتایج باید در یک دفتر ثبت روزانه یادداشت شود و اگر نخ‌ها تحمل بار قابل قبول استاندارد را نداشته باشند، تور دیگر نباید مصرف شود. مقاومت باقیمانده قابل قبول یک تور به قرارگیری در مکان مربوطه بستگی دارد. برای مثال، نخ توربافی مورد استفاده با کمتر از ۶۰ درصد مقاومت اصلی برای تور پرشی و کمتر از ۶۵ درصد مقاومت اصلی برای تور کناری نامناسب بوده و توری باید تعویض شود.

پوشش‌های تور می‌توانند بر حداقل تحمل بار تور تأثیر بگذارند. برخی از پوشش‌های ضد جرم‌گرفتگی می‌توانند حداقل تحمل بار تور را تا ۸-۵ درصد افزایش دهند، در حالی که اکثر پوشش‌ها می‌توانند حداقل تحمل بار تور را تا ۳۰ درصد کاهش دهند.

شکل چشمه تور

چشمه تور مورد استفاده برای پرورش در قفس در دو شکل متفاوت موجود است، یا مربع شکل یا شش ضلعی. هیچ مزیت آشکاری در استفاده از یکی بجای دیگری وجود ندارد و این اشکال عمدتاً براساس اولویت‌بندی‌های سنتی هستند. برای مثال، در ایتالیا چشمه مربعی ترجیح داده می‌شود، در حالی که در یونان چشمه شش ضلعی پرکاربردتر است.

نکات زیر براساس تجربیات کلی هستند و نباید بعنوان علم یا توصیه در نظر گرفته شوند:

چشمه مربعی - مزیت‌ها

- شکل چشمه همیشه درمقابل جریان‌ات قوی باز مانده، به آب اجازه می‌دهد که براحتی از چشمه عبور کند؛

- دوام بهتر در آب به دلیل توزیع بارهای عمودی در سراسر رشته های ردیفی تور؛

- امکان تعمیر راحت‌تر

شبکه مربعی - مضرات

- در فرایند تولید تور قفس، ضایعات بیشتری تولید میشود، زیرا نیاز است تور بریده شود تا پنل‌های مربعی ایجاد شوند.

- قدرت کشسانی کمتر نسبت به حرکات عمودی ناشی از حرکت امواج.

شبکه شش ضلعی - مزیت

- هنگامیکه که قفس‌ها در معرض حرکت موج قرار دارند کشسانی بیشتر در اثر حرکات عمودی دارند

(این یکی از ویژگی‌های بسیار مفید تور، قدرت کشسانی پائین است، همانند HPPE)؛

- ضایعات کمتر در طی فرایند تولید

شبکه شش ضلعی - مضرات

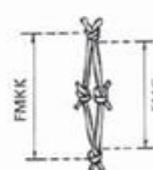
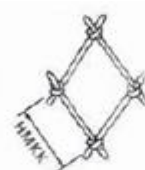
- تعمیر آنها دشوارتر است.

- اندازه‌گیری چشمه تور آسان نیست.

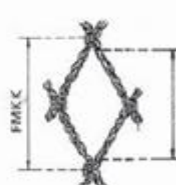
درکل هیچ ترجیحی بین این دو نوع وجود ندارد و مزیت‌ها و مضرات این توریها و خصوصیاتشان دائماً در میان پرورش‌دهندگان به بحث مطرح هست.



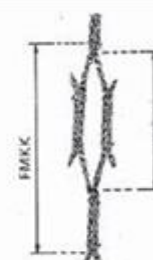
تور گره دار
چشمه مربع



تور بدون گره،
چشمه مربع



تور بدون گره،
چشمه شش ضلعی



شکل ۳۶. اندازه گیری چشمه

عکس ۵۴. محاسبه اندازه چشمه، پیکان قرمز عرض ده چشمه را نشان می دهد که در حدود ۱۶ سانتی متر است. بنابراین اندازه چشمه (HMKK) این تور ۱۶ میلی متر است.

اندازه چشمه

در صنعت ماهیگیری، اندازه چشمه فاصله بین دو گره مخالف یک شبکه کشیده شده است که به میلی متر بیان می شود. این را می توان به صورت چشمه کامل گره تا گره (FMKK) اندازه گیری کرد که شامل نخ های تور هم می شود. گنج سنجش چشمه کامل (FMG)، طول داخلی یک چشمه کشیده شده را نشان می دهد، بدون اینکه شامل گره ها باشد.

در آبی پروری در قفس در مدیترانه، اندازه چشمه (برای تور سازی با چشمه مربعی) به نصف فاصله بین گره ها در زمانی که چشمه توری کاملاً کشیده شده است، اشاره دارد (یا HMKK- شکل ۳۶). برای چشمه شش ضلعی، طول نصف چشمه، (EMG)، برای نشان دادن اندازه چشمه استفاده می شود.

اندازه گیری سریع چشمه تور با اندازه گیری ۱۰ چشمه مربع در یک ردیف و تقسیم طول کلی آنها بر ده حاصل می شود، در هر صورت اساساً گرفتن میانگین ضروری است. این روش شامل ضخامت نخ هم هست و بنابراین یک اندازه گیری FMKK است (عکس ۵۴)

اندازه چشمه شش ضلعی تور به FMG اشاره دارد؛ بنابراین از سردرگمی جلوگیری می‌کند. نوع چشمه (یعنی مربع یا شش ضلعی)، همراه با اندازه چشمه باید همواره مشخص شود.

زمانی که اندازه چشمه تور را تعیین می‌کنیم، توجه به اندازه و شکل ماهی ضروری است. نیاز است اندازه چشمه تورهای قفس ماهی‌های جوان و نوزاد کوچکتر باشند، در حالی که اندازه چشمه را می‌توان با تغییرات نهایی تور در ضمن رشد ماهی افزایش داد. هر چه ماهی بزرگتر باشد، اندازه چشمه هم باید بزرگتر باشد. اگرچه ماهی‌های بزرگ را می‌توان در تورهای چشمه کوچک هم جای داد، ولی اینکار شیوه خوبی نیست زیرا اندازه چشمه باید تا آنجا که امکان دارد بزرگ باشد تا بهترین امکان جریان آب را بداخل تور قفس فراهم سازد. برای هر گونه پرورشی، یک رابطه بین وزن میانگین ماهی و حداقل موردنیاز اندازه چشمه تعیین شده است. اندازه‌های چشمه مناسب تور برای پرورش ماهی خاردار (*Dicentrarchus labrax*) و سیم‌ماهی سرطلایی (*Sparus aurata*) در جدول ۲۶ نشان داده شده است.

جدول ۲۶. رابطه اندازه ماهی / اندازه چشمه (چشمه مربعی شکل) برای ماهی خاردار اروپایی و سیم‌ماهی

سرطلایی

اندازه چشمه (HMKK) (میلی‌متر)	نخ چندلا	حداقل اندازه ماهی (گرم)		نصف اندازه چشمه (میلی‌متر)
		سیم‌ماهی	ماهی خاردار	
۸	۲۱۰/۳۶	۲	۶	۶/۴
۱۰	۲۱۰/۳۶	۴	۱۲	۸/۸
۱۲	۲۱۰/۴۸	۸	۲۰	۹/۸
۱۵	۲۱۰/۷۲	۱۲	۴۰	۱۱/۴
۱۸	۲۱۰/۷۲	۲۵	۶۵	۱۵/۲
۲۲	۲۱۰/۷۲	۳۰	۹۰	۲۰/۰
۲۴	۲۱۰/۹۶	۴۰	۱۲۰	۲۲/۱

توزیع دامنه اندازه در هر گروه ماهی هم باید مورد توجه قرار گیرد. اگر گوناگونی گسترده‌ای در اندازه ماهی‌ها وجود داشته باشد، ماهی کوچکتر ممکن است از تور جدید بگریزد.

زمانی که یک اندازه چشمه را انتخاب می‌کنید، شکل و خصوصیات ریخت‌شناسی گونه‌های ماهی پرورش یافته هم باید مورد توجه قرار بگیرند. در برخی از گونه‌ها، شکل دهان و خصوصیات آرواره

(بوئژه برای ماهی‌هایی با پیچ خوردگی‌های دهان) ممکن است باعث گیر افتادن ماهی شود ولذا اندازه چشمه باید محافظه‌کارانه انتخاب شود.

بافت تور

ویژگی‌های بافت یکی از خصوصیات توربافی است که با تعداد بافت‌های انجام شده توسط یک ماشین بافندگی روی نخ در ارتباط است. انواع بافت تور معمولاً نرم، متوسط یا سخت نامیده می‌شوند، زیرا سطح بافتن بر «نرمی» یک تور تأثیر می‌گذارد. یک بافت سخت‌تر با همان تعداد نخ از بافت نرم، قوی‌تر خواهد بود و حداقل تحمل بار بالاتر دارد. اگرچه، یک تور ساخته شده با بافت بسیار سخت اگر در ماشین لباسشویی شسته شود ممکن است آسیب ببیند، زیرا ممکن است نخ‌های تور مجعد شده و چشمه‌های تور منقبض شوند. تورهای بافت نرم هم می‌توانند دستخوش مشکلات انقباض چشمه‌ها واقع شوند، اما در معرض مجعد شدن قرار نخواهند گرفت.

رنگ

تورهای نایلونی معمولاً سفید هستند. البته، اگر گونه‌های تحت پرورش رفتارهایی مثل گاز گرفتن نشان دهند، استفاده از رنگ‌های مختلف می‌تواند مفید باشند. برای مثال، سیم ماهی سرطلایی که در قفس‌های سفید نگهداری می‌شوند، تور را گاز گرفته و خراش می‌دهند. این نقاط خراش یافته بیشتر ماهی‌ها را جذب می‌کنند تا دائماً همان لکه‌های سفید را گاز بگیرند و به سرعت آنها را به سوراخ تبدیل کنند. در این مورد، استفاده از یک تور به رنگ مشکی توصیه می‌شود. با یک تور مشکی رنگ، جذابیت این لکه‌های خراش یافته کاهش می‌یابد و بنابراین ایجاد سوراخ‌ها کمتر پیش می‌آید. هنگام سفارش یک تور، همه ویژگی‌های تور ذکر شده در بالا باید مشخص شود و در هنگام تحویل بررسی و تأیید گردد. جدول ۲۷ یک نمونه از مشخصات و شکل توری ارائه می‌دهد

جدول ۲۷. مثال مشخصات تورسازی

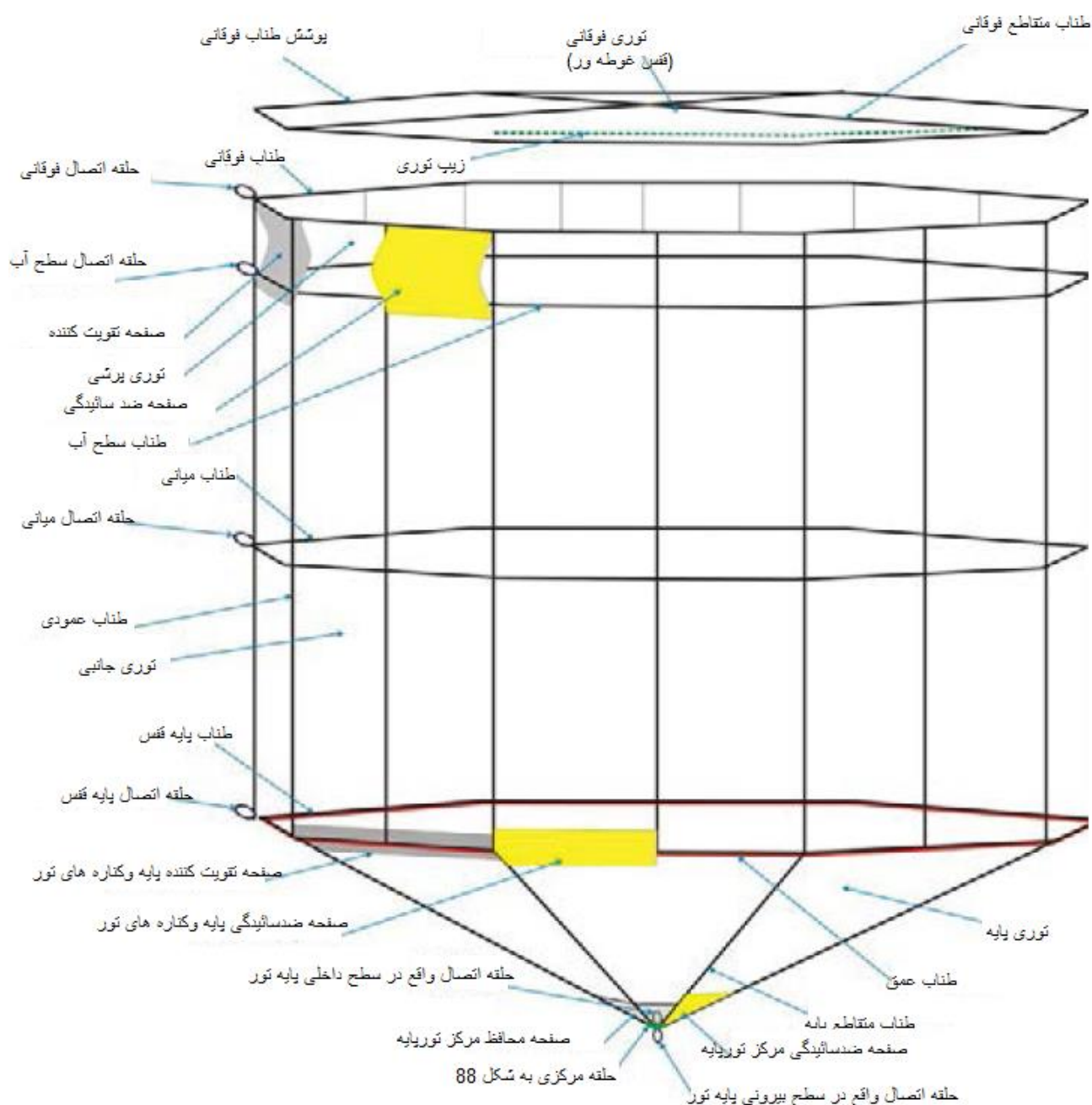
بافت	رنگ	شکل	اندازه شبکه	تحمل حداکثر بار	اشل پلیمر و نخ	
متوسط	مشکی	مربع	۱۵ میلی‌متر	۸۶ کیلوگرم	Nylon ۲۱۰/۷۲	مشخصات

طراحی قفس توری

مزارع منفرد ممکن است تورهای پیشرفته‌ای طراحی کنند که تقریباً منحصر به فرد هستند. این طراحی‌های ویژه براساس طراحی کلی قفس، خصوصیات مکان، برنامه‌های تولید و تجربه اپراتور انجام می‌شود.

جزئیات تور باید مطابق ساختار متداول اجزای اصلی قفس (طوقه شناور، پایه/براکت‌ها، وزنه‌های نگهدار، لوله نگهدار و غیره) که تور به آنها ثابت خواهد شد، طراحی شوند. شکل تورها برای قفس‌های شناور مدور عموماً شامل یک دیواره عمودی است که روی یک تور پایه (کف قفس) تعبیه شده است. دیواره عمودی بیشتر بصورت یک بخش غوطه‌ور (کم و بیش مربوط به عمق تور) و یک تور پرش که بخشی از دیوار آن خارج از سطح آب و متصل به نرده است، می‌باشد (شکل ۳۷). یک قفس توری عمدتاً از مونتاژ تور با طناب‌ها ساخته شده و باید بصورت یک قاب طناب دربرگیرنده تور در نظر گرفته شود (شکل ۳۷). طناب‌ها باید همه وزن قفس را تحمل کنند؛ در حالی که تور تنها باید ماهی‌های محصور شده داخل آن را نگهدارد و نباید هیچ کارکرد ساختاری داشته باشد. استحکام کل سازه‌ها باید متناسب با مکان قرارگیری قفس باشد. طناب‌ها باید طول، اندازه، ماده و نوع مناسبی داشته باشند تا نیازهای هر مکان خاص را تأمین کنند.

همانند طناب‌ها، ویژگی‌های تور (فوق‌الذکر) باید برطبق خصوصیات مکان، اندازه و گونه‌های ماهی انتخاب شوند. در مکان‌های بازتر، تعداد بیشتری نخ تور (با حداقل تحمل بار بیشتر) مورد نیاز است.



شکل ۳۷. آرایش قفس و جزئیات فنی اصلی

استانداردهای نروژی NS-9415 در مورد حداقل مشخصات فنی تورهای قفسی بر طبق ابعاد قفس توصیه‌هایی می‌کنند. همانند هر یک از این استانداردها، جدول ۲۸ طبقه‌بندی قفس را بر اساس عمق و محیط در نظر می‌گیرد که از Class I (کم عمق و باریک) تا Class VII (عمیق و پهن) تفاوت دارند. این طبقه‌بندی برای توصیه مشخصات فنی اضافی مورد استفاده قرار می‌گیرد. Class ۰ برای قفس‌های بسیار عمیق یا پهن که جنبه‌های حیاتی دارند و باید جداگانه محاسبه شوند، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ابعاد Class ۰ برای قفس فوق العاده عمیق و یا گسترده، که جنبه اضطراری داشته و باید بصورت جداگانه محاسبه گردد، استفاده می شود.

نکته‌ای درمورد جدول ۲۸ که باید بدان توجه داشته باشید، این است عمق سطح آب تا طناب پایین نباید از ۴۰ درصد محیط دور قفس مدور تجاوز کند، هر چند برای قفسهای مخروطی شکل تا ۵۰ درصد هم قابل قبول است.

جدول ۲۸. طبقه‌بندی ابعاد قفس‌ها (NS- 9415)

عمق تور از پایه خط آب (متر)								محیط (متر)
>۱۷۰	۱۶۹-۱۵۰	۱۴۹-۱۳۰	۱۲۹-۱۱۰	۱۰۹-۹۰	۸۹-۷۰	۶۹-۵۰	=>۴۹	
۰	VI	V	V	IV	III	II	I	۱۵-۰
۰	VII	VI	V	IV	IV	II	II	۳۰-۱۵
۰	VII	VI	V	V	IV	II	II	۴۰-۳۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	>۴۰

طبقه‌بندی قفس از طریق کلاسه‌بندی ابعاد، اجازه استانداردسازی برخی از پارامترهای کلیدی ساختار توری قفس، مانند حداقل تحمل بار تور (BL)، تعداد طناب‌های عمودی و متقاطع و حداقل تحمل بار طناب را می‌دهد.

جدول ۲۹. مشخصات فنی عناصر اصلی قفس با رجوع به طبقه‌های ابعاد قفس

طبقه‌های ابعاد								
۰	VII	VI	V	IV	III	II	I	(HMKK) اندازه شبکه
حداقل تحمل بار (kg)								
۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۱	۲۱	$\geq 6/0$
۳۹	۳۹	۳۹	۳۹	۳۹	۳۱	۳۱	۲۵	۶/۸-۱/۰
۵۵	۵۵	۵۵	۵۵	۵۵	۴۷	۳۹	۳۱	۸/۱۲-۱/۰
۷۹	۷۹	۷۱	۷۱	۶۳	۵۵	۴۷	۳۹	۱۲/۱۶-۱/۵
۹۵	۹۵	۹۵	۷۹	۷۹	۷۹	۶۳	۴۷	۱۶/۲۲-۶/۰
۱۳۶	۱۳۶	۱۳۶	۱۱۷	۹۵	۹۵	۷۱	۶۳	۲۲/۲۹-۱/۰
۱۵۱	۱۵۱	۱۳۶	۱۳۶	۱۱۷	۱۱۷	۹۵	۹۵	۲۹/۳۵-۱/۰
n/a	۵/۰	۵/۰	۵/۰	۶/۵	۶/۵	۷/۵	۷/۵	حداکثر. فاصله بین طناب عمودی (m)
n/a	۳۲	۲۴	۱۶	۱۶	۸	۸	۴	حداقل طناب عمودی (تعداد)
n/a	۱۴	۱۰	۶	۴	۲	۰	۰	حداقل طناب متقابل پایه (تعداد)
n/a	۵۰۰۰	۴۱۰۰	۴۱۰۰	۳۴۰۰	۲۸۰۰	۱۹۰۰	۱۹۰۰	حداقل BL برای طناب

طناب‌های تور

اصلی‌ترین جزء ساختاری تور سیستم طناب‌هاست. این طناب‌ها مقاومت و استحکام قفس توری را تضمین می‌کنند. انواع مختلف طناب مورد استفاده قرار می‌گیرند و هیچ توصیه خاصی در این رابطه وجود ندارد. بیشترین تجربه با طناب‌های پلی استیل سه لایه بوده است. نوع طناب، ترکیب پلی پروپیلن قالب‌زده (PP) و پلی اتیلن قالب‌زده (PE) است که مقاوم به UV شده است. این طناب ۲۰ تا ۲۵ درصد، تحمل بار بالاتر و مقاومت به سائیدگی بیشتری در مقایسه با سایر طناب‌های PP یا PE دارد. نتایج خوبی هم با طناب بافته شده PES حاصل شده است. حداقل تحمل بار طناب‌های ساختاری تور باید متناسب با مکان قرارگیری قفس باشد. برای مثال یک طناب ۱۴ میلی‌متری (۳/۴ تن تحمل بار) کاربرد متداولی برای طناب‌های ساختاری در قفس‌های مستقر در مکان‌های تقریباً باز دارد. برای یک آرایش استاندارد تور قفس، طناب‌های اصلی زیر موردنیاز است (شکل ۳۷):

طناب‌های پوشش سطح بالای تور

این طناب به طور کلی به تناسب تور بالا و یا تور سرپوش قفس های شناور، (که بمنظور جلوگیری از فرار ماهی در حالی که قفس در زیر آب غوطه ور شده)، ساخته می‌شود.

طناب بالایی

بالاترین طناب افقی واقع در بالای تور پرش می‌باشد که متصل به نرده است.

طناب سطح آب

این طناب افقی در سراسر خط آبی اطراف طوقه قفس کشیده شده است. این طناب متصل به حلقه یا حلقه‌های فلزی است که برای ثابت کردن تور به طوقه قفس کاربرد دارند. طنابها باید برای جلوگیری از سایش با شیلنگ های لاستیکی و یا لوله های فلزی محافظت شوند.

طناب یا طنابهای افقی یدکی

یک یا چند طناب افقی بین طناب خط آب و طناب پایه وجود دارند که برای تقویت چارچوب بویژه برای توری قفس های عمیق و قفس های مستقر در مکان های پرانرژی (پر جریان-موج) استفاده می‌شوند.

طناب‌های عمودی

طناب‌های عمودی تور را به طوقه دور قفس متصل می‌کنند و همه وزن تور را نگه می‌دارند. شیوه متداول، داشتن طناب‌های عمودی به تعداد براکت‌ها روی طوقه است. هر طناب عمودی، طناب بالایی، طناب سطح آب و طناب پایه تور را قطع می‌کند و نقاط اتصال با بخیه دستی تقویت می‌شود. هر طناب عمودی حداقل سه حلقه برای اتصال با حلقه های فلزی (یا رینگها) دارد تا تور را به پایه (در سطح طناب بالایی)، به طوقه قفس (در سطح خط آب) و به سیستم وزنه (سطح طناب پایه) متصل می‌کند. حلقه‌های خط آب مهم‌ترین اتصالات تور هستند، زیرا این نقاط بیشتر بار تور را تحمل می‌کنند. برخی از این طناب‌ها می‌توانند به عنوان طناب‌های متقاطع تا پایه تور ادامه یابند. این‌ها طناب‌های بالابر هم نامیده می‌شود. استفاده از این طناب‌ها برای بالا بردن تور در زمان نصب یا پیاده‌سازی قفس‌های توری شیوه مناسبی است.

نکته: مطمئن شوید که همه طناب‌های اتصالی خط آب روی پایه براکت محکم می‌شوند، و اینکه این نقاط اتصال، بار روی تور را پشتیبانی می‌کنند. بخش بالایی تور (تور پرش) باید شل باشد و نرده نباید از هیچ باری پشتیبانی کند (شکل ۳۴).

طناب پایه

یک طناب افقی است که در محل اتصال تور کناری و تور پایه قرار می گیرد.

طناب های متقاطع پایه تور

طناب هایی وجود دارند که در یک سیستم شبکه (شکل ۳۸) از مرکز پایه قفس عبور می کنند (گهگاهی در مرکز، یک حلقه طناب یا حلقه فولادی نصب شده است).

سرهای طناب های متقاطع پایه روی تور پایه ثابت می شوند و معمولاً شامل ۶-۱۲ طناب شعاعی است که از مرکز تور پایه آغاز می شوند. برای هر محل پرورش، می توان طراحی کلی متفاوتی در نظر گرفت. در مکان های بسیار رو باز ممکن است به اندازه طناب های عمودی به طناب های پایه زیاد نیاز باشد (شکل ۳۹)؛ در این موارد، هر طناب پایه بطور مستقیم به طناب عمودی مشابه متصل خواهند شد که به افزایش مقاومت منجر می شود.

طناب های کششی (اختیاری)

طناب های شل که از بالای قفس توری، از حلقه بالایی نرده تا حلقه طناب پایه عبور می کنند (همراه با طناب های بالابر عمودی). از اینها بعنوان پشتیبان بالابری قفس توری و یا نصب سیستم وزنه های فروبری (کیسه های شن و ماسه) استفاده می شود.

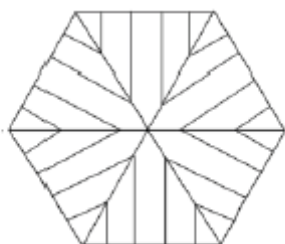
طناب جمع آوری مرگ و میر (اختیاری)

این طناب به تور اختیاری جمع آوری ماهی مرده متصل می شود. تور جمع آوری ماهی مرده یک تور کوچک است که می تواند بدون کمک غواص ها از سطح کار کند و پس از هر بار جمع آوری ماهی های مرده کف قفس توری، این تور بازیابی می شود.

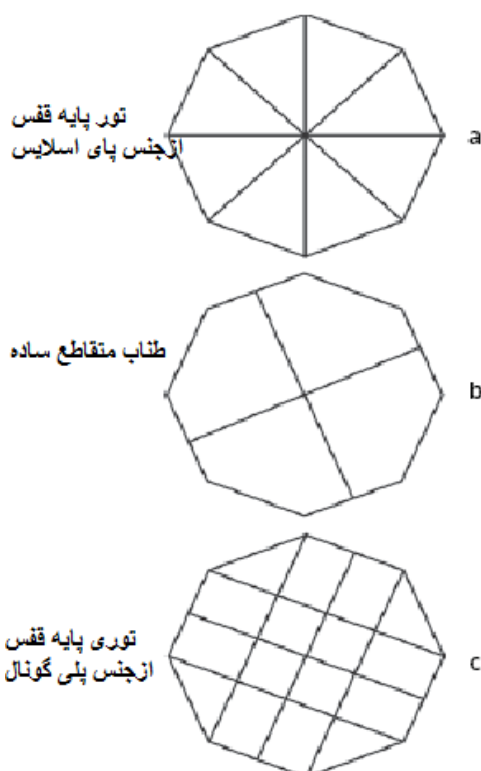
طناب های عمقی سرب دار (اختیاری)

طناب های سرب دار بولت به عنوان وزنه های یدکی استفاده می شوند و روی طناب پایه و یا طناب های متقاطع پایه دوخته می شوند. طناب های سربی باعث می شوند که بخش پایه تور سریع تر فرو رفته و نصب قفس توری را آسان تر می سازد.

نکته: در نقاط تقاطع هر طناب افقی / عمودی، تقویت با بخیه دستی با استفاده از نخ چند لای بافته نایلون توصیه می شود. بخشی از تور را می توان در محل تقاطع طناب دست نخورده رها کرد.



شکل ۳۹. طناب‌های پایه، که برای قفس‌های ساحلی بدون پوشش در مکان‌های پرانرژی طراحی می‌شوند



شکل ۳۸. طرح‌های متفاوت طناب متقاطع پایه تور

بخیه‌ها

تورها و طناب‌ها از طریق بخیه‌های دستی یا بخیه‌های ایجاد شده با چرخ‌های خیاطی ویژه، سرهم‌بندی شوند. دو نوع مختلف بخیه در یک قفس توری وجود دارند:

۱. بخیه تور به تور (عکس ۵۵a): این بخیه‌ها عموماً با چرخ، با استفاده از نخ نایلونی یا نخ چندلای ترکیبی PES/نایلون (۲۱۰/۳۶) انجام می‌شوند. با یک تا سه بار رد کردن نخ چندلای روی هر محل، می‌توان آنها را ایجاد کرد.

۲. بخیه تور به طناب (عکس ۵۵b): این کار را هم می‌توان با دست و هم با چرخ انجام داد. در دوخت با دست، هیچ محدودیتی برای ابعاد طناب یا نخ تور وجود ندارد (عکس ۵۸). با این حال، به طور کلی به حداکثر طناب ۲۴ میلی‌متری پیچ خورده روی تور ۲۱۰/۹۶ و یا طناب ۱۸ میلی‌متری پیچ خورده روی تور ۲۱۰/۴۰۰ محدود شده است.

بخیه‌هایی که با چرخ خیاطی تور را به طناب وصل می‌کنند را می‌توان به صورت زیر انجام داد:
- تک بخیه که چرخ خیاطی یک بخیه را دور طنابی مثل یک جوراب ایجاد می‌کند (عکس ۵۹).

— بخیه دوگانه داخل طناب، که بخیه با عبور دادن نخ خیاطی داخل طناب صورت می‌گیرد. این بخیه تور را به طناب ثابت نموده و از هرگونه جدایی احتمالی طناب از بخیه جلوگیری می‌کند.

— بخیه دوبل (دوگانه)، بصورت یک بخیه خارج از طناب و دیگری داخل طناب است.



عکس ۵۵. بخیه‌ها در تورهای قفس (a) تور به تور (b) تور به طناب



عکس ۵۶. دوخت دستی تور به طناب



عکس ۵۹. تک بخیه خارج از طناب



عکس ۵۷. دوخت طناب به تور با چرخ خیاطی

عکس ۵۸. بخیه دستی تور به طناب

رابطه‌های تور: حلقه‌ها، دریچه‌ها و زیپ‌ها

هر گره یا بهم تابیدنی در یک طناب حداقل تحمل بار طناب را کاهش خواهد داد (BL) (شکل ۴۰). بهم تابیدن، قابل اعتمادترین روش اتصال دو طناب است و بالاترین درصد تحمل بار را حفظ می‌کند. بنابراین بهم تابیدن برای همه نقاط اتصال روی تور توصیه شده است.

طناب‌های قفس تور با تعدادی نقاط اتصال، نصب مناسب تور به طوقه، نرده، سیستم وزنه و هر جزء دیگر قفس که نیاز است به توری قفس متصل شود را مهیا می‌سازند. هر یک از این اتصالات شرایط متفاوتی از نظر استحکام و مقاومت به سائیدگی خواهند داشت.



عکس ۶۱. ترکیب بخیه‌های داخلی و بیرونی



عکس ۶۰. بخیه دابل که از طناب عبور می‌کند.



شکل ۴۰. عدم مقاومت در طناب‌های گره خورده

همیشه نقاط اتصال خطوط بالابر تور، روی طناب‌ها قرار داشته و هرگز روی پنل تور قرار نمی‌گیرند. خود تور نباید هیچ وزن اضافی را تحمل کند یا در معرض هیچ باری باشد و تحمل هر باری مرتبط با قفس توری بر عهده طناب‌ها می‌باشد.

انواع مختلف اتصالات را که می‌توانید در صفحات ۶۲-۶۸ مشاهده نمایید شامل:

۱- طناب حلقه شده با حفاظ لوله انعطاف‌پذیر

۲- لوله پلاستیکی

۳- حلقه پلاستیکی یا فولادی

۴- طناب حلقه شده بدون حفاظ

۵- طناب آزاد

برخی از موقعیت‌های متفاوت توری قفس که نیاز است اتصال پیدا کنند، در بخش بعدی آمده‌اند. هر یک از این محل اتصالات، یکی از انواع اتصالات فهرست شده در بالا می‌باشد.

حلقه‌های بالایی

حلقه‌های بالایی برای اتصال تور پرش به نرده استفاده می‌شوند (عکس ۶۲). این حلقه‌ها به حلقه بالایی یا حلقه عمودی در سطح طناب بالایی متصل می‌شوند. این حلقه‌ها باید از سائیدگی با رینگ یا لوله‌های پلاستیکی محافظت شوند. ممکن است که یک طناب رابط یدکی، به حلقه گره‌خورده و یا متصل شود تا ایمنی طناب بالا که از لوله یا روی پایه نرده رده شده را برقرار سازد (عکس ۶۳).

حلقه‌های سطح آب

حلقه‌های طناب عمودی در خط آب، برای اتصال تور به طوقه مورد استفاده قرار می‌گیرند (صفحات ۶۴-۶۵). این حلقه‌ها به طناب خط آب، یا طناب عمودی در سطح خط آب متصل می‌شوند. معمولاً، حلقه با لوله پلاستیکی محافظت می‌شود. یک طناب اتصال ممکن است به حلقه محکم شود تا طناب خط آب را به طوقه شناور محکم کرده و روی لوله داخلی یا پایه متصل شود.

حلقه‌های طناب پایه تور

حلقه‌های طناب پایه برای اتصال کف تور به سیستم وزنه نگهدار استفاده می‌شوند. حلقه‌های موجود در سطح طناب پایه به حلقه پایه روی طناب عمودی متصل می‌شوند. از این حلقه‌ها، یک طناب اتصالی دوم به حلقه متصل و یا محکم می‌شود تا اتصال به وزنه‌های نگهدار یا لوله وزنه را تکمیل کند.



عکس ۶۳. حلقه بالایی با طناب اتصالی



عکس ۶۲. حلقه طناب بالایی، با محافظ لاستیکی



عکس ۶۴. حلقه طناب خط آب با لوله حفاظ انعطاف پذیر عکس ۶۵. حلقه طناب سطح آب با چشمی پلاستیکی



عکس ۶۷. طناب‌های متقاطع پایه متصل به حلقه مرکزی
(با حلقه بیرونی اضافی)

عکس ۶۶. حلقه طناب پایه تور



عکس ۶۸. حلقه پلاستیکی روی طناب عمودی

عکس ۶۹. زیپ روی تور پایه یک قفس که کابل ایمنی هنوز نصب نشده است.

حلقه‌های طناب متقاطع پایه

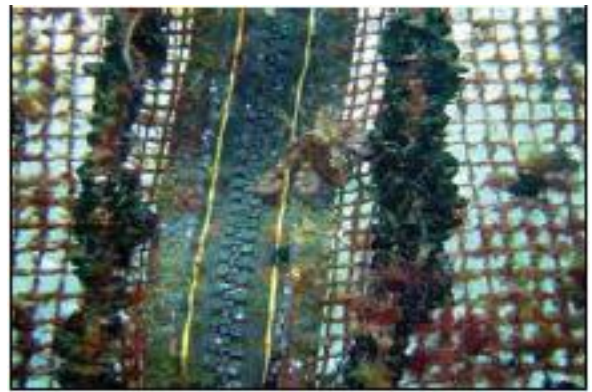
حلقه‌های طناب متقاطع اصلی در مرکز پایه تور قرار دارند که در آنجا طنابهای متقاطع اصلی به هم متصل می‌شوند (عکس ۶۷). طناب‌های متقاطع با پیچیدن یا تسمه‌بندی به حلقه طناب وصل می‌شوند. یک حلقه طناب اضافی یا حلقه فولادی هم ممکن است به صورت حلقه داخلی یا حلقه بیرونی نصب شود. حلقه بیرونی برای اتصال وزنه تعادل مورد استفاده قرار می‌گیرد تا یک شکل پایه مخروطی را ایجاد کند، در حالی که از حلقه داخلی می‌توان برای طناب جمع‌کننده ماهی مرده استفاده کرد (عکس ۳۷). هم حلقه‌های مرکزی داخلی و هم حلقه‌های بیرونی برای بالا بردن تور در زمان جمع‌آوری ماهی‌ها یا نصب یا تعویض تور مفید هستند.

حلقه‌ها

از حلقه‌ها چه بیرونی چه داخلی، می‌توان به عنوان نقاط اتصال اضافی به طناب‌های تور، استفاده کرد. برای مثال، روی طناب عمودی (در سمت بیرونی قفس)، حلقه‌ها می‌توانند تور را به خطوط وزنه نگهدار، محکم کنند. حلقه‌ها از پلاستیک، فولاد ضدزنگ و یا فولاد گالوانیزه اندودکاری شده ساخته می‌شوند و می‌توانند بر طبق اولویت پرورش دهنده ماهی، در موقعیت‌های گوناگونی روی قفس قرار بگیرند (عکس ۶۸).

زیپ‌های دریایی

در سال‌های اخیر، استفاده از زیپ‌های دریایی بزرگ در قفس پرورش به دلایل متفاوتی افزایش یافته است (عکس ۶۹). زیپ‌ها برای محکم کردن بخش‌های قفس، تورهای ماهیگیری و بعنوان دریچه‌های دستیابی سریع و ایمن به قفس، مفید می‌باشند. زیپ‌های مورد استفاده معمولاً زیبایی با قالب پلاستیکی و دندان‌های پلاستیکی هستند که بطور قابل توجهی بزرگتر از زیپ‌هایی هستند که معمولاً برای پوشاک استفاده می‌شوند (عکس ۷۰).



عکس ۷۰. جزئیات یک زیپ (نصف اندازه چشمه تور عکس ۷۱. زیپ مورد استفاده برای در غوطه‌وری غواص‌ها ۱۸ میلی‌متر است).



عکس ۷۲. تور بالایی قفس که با یک زیپ در یک قفس شناور ثابت شده است

در برخی از قفس‌های بزرگ، تورها ممکن است با یک زیپ به دو نیمه مساوی تقسیم شوند تا جابجایی قفس توری در طول نصب (وزنی که باید جابجا شود نصف می‌شود) و صید و برداشت آسان شود. زمانی که قفس جدیدی نصب شد، دو نیمه بیرون تور قدیمی قرار می‌گیرند و سپس یک غواص در طول دکمه بست زیپ حرکت می‌کند و بدین طریق تور جدید را می‌بندد.

زیپ‌های دریایی حداقل تحمل بار (BL) بالای ۵/۹ تن / متر دارند.

برای پاکسازی یک تور جرم گرفته، بدون اینکه زیپ را باز کنیم مواد لغزنده را از یک سمت زیپ پاک نموده و سپس می‌توان تور را به آسانی و به سرعت، تنها با کشیدن دو سر زیپ از هم باز کرد (همانند زمانی که زیپ یک لباس درست کار نمی‌کند).

در مورد بستن زیپ که دو نیمه قفس را به هم متصل می‌کنند، محکم کردن زیپ با اتصالات کابلی اضافی که زیپ را در فاصله هر یک متری محکم می‌کنند، شیوه خوبی است.

همچنین زیپ‌ها بمنظور دستیابی خواص‌ها به قفس‌های شناور برای بازرسی استفاده می‌شوند (عکس ۷۱). دریچه بطور عمودی در وسط طول دیواره تور قرار گرفته و معمولاً به طول چند متر است تا امکان دسترسی خواص را میسر سازد. همچنین، شیوه درست این است که همیشه مسیر زیپ، بعد از هر بازرسی از قفس با گره‌های کابلی محکم شود.

در قفس‌های شناور، زیپ‌ها برای متصل کردن تور بالایی قفس به دیوار قفس در سطح طناب بالایی هم مورد استفاده قرار می‌گیرند (عکس ۷۲).

دو محدودیت اصلی در مورد استفاده از زیپ بدین شرح هستند: ۱) هزینه بالای تجهیزات (در حدود ۷۰ دلار آمریکا/هر متر)؛ و ۲) زمانی که تورها را جابجا می‌کنیم نیاز به مراقب بالایی است تا مطمئن شویم که دندان پلاستیکی زیپ آسیب ندیده است، چرا که دندان‌های شکسته ریسک بدکاری زیپ را افزایش می‌دهند. یک جعبه تعمیرات برای جایگزینی دندان شکسته زیپ در بازار تجاری موجود است.

روش اتصال متناوب

طناب‌های عمودی ممکن است بجای اتصال حلقه‌های طناب با چشمی‌ها، ۲-۱/۵ متر سرهای آزاد در سطح حلقه طناب بالایی (برای بستن تور روی نرده) و در تور پایه (برای ثابت کردن تور به سیستم وزنه نگهدار) داشته باشند. اینکار حداقل تحمل بار طناب را حفظ می‌کند زیرا هیچ گره یا اتصالی وجود ندارند و مشکل نصب کمتر خواهد شد. اینکار ممکن است در طول ساخت اولیه امکان‌پذیر نباشد اما ارزش توجه دارد.

ابعاد تور

شکل

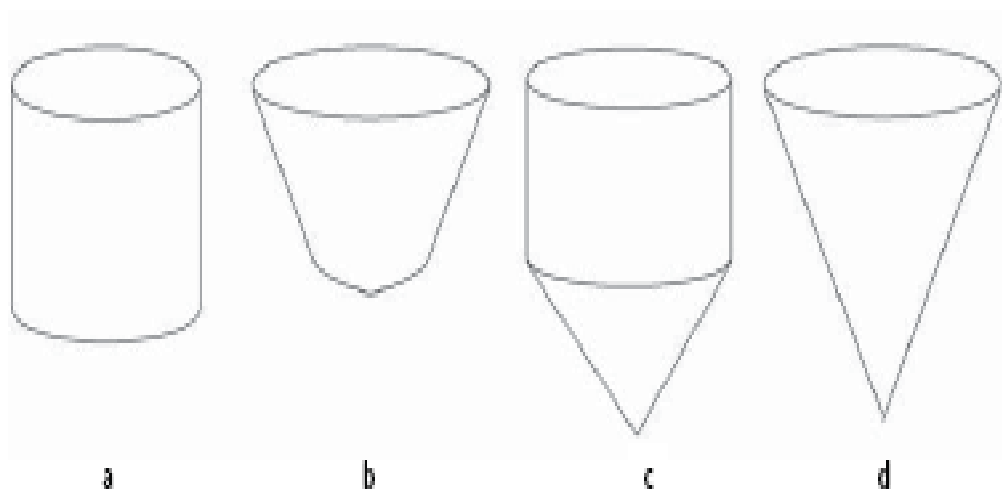
تورها ممکن است شکل استوانه یا مخروط ناقص وارونه داشته باشند که به اندازه تور پایه بستگی دارد. بنابراین قفس تا حدودی استوانه‌ای شکل خواهد بود (شکل ۴۱a)؛ و اگر یک از سطوح کوچکتر باشد، بشکل یک مخروط ناقص وارونه خواهد بود (شکل ۴۱b). یک استوانه با پایه مخروطی، دیواره‌ای عمودی دارد که در نهایت به یک نقطه در مرکز گذرگاه منتهی می‌شود

(شکل ۴۱c). پایه مخروط برعکس قفس جمع‌آوری ماهی‌های مرده را آسان‌تر می‌سازد (ماهی‌های مرده روی سر مخروط شناور خواهند شد). یک شکل استوانه‌ای حجم قفس توری را به حداکثر

می‌رساند، در حالی که تورهای با شکل مخروطی ناقص وارونه ممکن است در مکان‌هایی با جریان‌های قوی‌تر مناسب‌تر باشند.

در تورهای استوانه‌ای، عمق تور معادل با عمق دیواره از سطح خط آب تا طناب پایه بعلاوه ارتفاع پایه تور مخروطی است. توصیه می‌شود که این عمق برابر با کمتر از یک سوم عمق آب محل پرورش باشد.

توری پرش از سطح آب تا نرده، باید حداقل ۵۰ درصد بالاتر از پایه باشد. پایه‌ها معمولاً یک متر ارتفاع دارند، بنابراین تور پرش باید ۱/۵ متر ارتفاع داشته باشند.



شکل ۴۱. شکل‌های تور قفس

حجم

محاسبه حجم تور برای دانستن ظرفیت ذخیره سازی و سرعت تبادل آب مهم است. حجم به شکل شیء بستگی دارد. در این رابطه برخی فرمول‌های کلی و یک مثال ارائه می‌شود.

فرمول‌های محاسبه حجم‌ها:

$$V = \pi r^2 h$$

شکل استوانه‌ای

$$V = \frac{1}{3} \pi h (r^2 + Rr + R^2)$$

شکل مخروط ناقص

$$V = \frac{1}{3} (\pi r^2 h)$$

شکل مخروطی تیز

که

$$V = \text{حجم}$$

$$\pi = 3/14$$

h = ارتفاع دیواره تور (بدون توجه به تور پرش)

r = شعاع تور (نصف محیط تور تقسیم بر $3/14$)

R = شعاع تور پایه

تور پایه ممکن است یک شکل مخروطی داشته باشد (شکل ۴۱c)، که حجم کلی قفس را افزایش می‌دهد. در این مورد، حجم مخروط وارونه نیز باید به حجم استوانه اضافه شود تا کل حجم قفس را نشان دهد.

فرمول‌هایی برای محاسبه حجم مخروط معکوس شکل گرفته توسط تور پایه

$$V = \frac{1}{3}(\pi R^2 h)$$

که

V = حجم

$$\pi = 3/14$$

h = عمق مخروط

R = شعاع تور پایه

فرمول‌ها برای محاسبه شعاع (R) و قطر (D)

$$D = C / \pi$$

$$R = D / 2$$

که

D = قطر

C = محیط

$$\pi = 3/14$$

محیط تور باید تا حدودی کمتر از محیط طوقه قفس باشد طوری که زمانی که نصب شد در تماس با طوقه دور قفس نباشد و امکان هر آسیب ایجاد شده ناشی از سائیدگی کم گردد. بنابراین محیط قفس باید حداقل یک متر کمتر از محیط طوقه دور قفس باشد. اینکار تور را در حدود ۱۵ سانتی‌متر دور از طوقه قفس نگه خواهد داشت.

مثال:

محیط طوقه قفس = ۶۰ متر

$$\text{قطر طوقه قفس} = \frac{60}{3/14} = 19/1 \text{ متر}$$

محیط قفس توری = ۵۹ متر

$$\text{قطر قفس توری} = \frac{59}{3/14} = 18/7 \text{ متر}$$

تفاوت در قطرها = $19/1 - 18/7 = 0/31$ متر = ۳۱ سانتی متر

$$\text{فاصله تور قفس از طوقه قفس} = \frac{31}{2} = 15/5 \text{ سانتی متر}$$

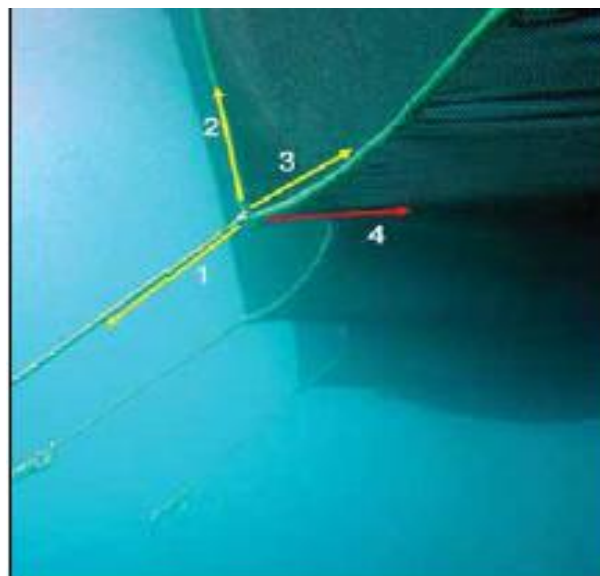
جزئیات ساختاری

در مکان‌های باز، قطعات اضافی را می‌توان در طول فرایند تولید اضافه کرد تا ایمنی قفس توری را افزایش داده و ریسک خرابی تور را به حداقل رساند.

یک پنل ضد سائیدگی که در سطح خط آب اضافه شده از سائیدگی تور با طوقه پلاستیکی و هر نوع جرم‌گیری شدید احتمالی روی تور جلوگیری خواهد کرد (شکل ۳۷).

این پنل روی سمت بیرونی تور تعبیه شده و معمولاً از جنس توری ساخته می‌شود که اندازه چشمه و تعداد رشته‌های آن بیش از تور داخلی است. پنل ضد سائیدگی بطور کامل روی تور قفس را از خط بالایی تا حداقل ۰/۵ متر بالای طناب خط آب، خواهد پوشاند. علاوه بر این، از تور ضد سائیدگی می‌توان دور پایه استفاده کرد، بویژه زمانی که از تور جمع آورنده ماهی مرده استفاده می‌شود. در این مورد، این پنل از همان این تور اصلی یا این توری مشابه ساخته می‌شود.

یک نقطه حیاتی برای قفس توری، طناب پایه است که تور پایه و تور کناری را به هم متصل می‌کند. اینجا همانجایی است که سیستم وزنه نگهدار به طناب پایه متصل می‌شود. چهار نوع بار در این ناحیه وجود دارند (عکس ۷۳: ۱) بار عمودی، که در طول طناب عمودی از روی تور کناری عبور می‌کند؛ (۲) بار افقی تانژانتی در طول طناب پایه؛ (۳) بار رو به پایین-بیرونی که در طول خط متصل به سیستم نگهدار عبور می‌کند و (۴) بار افقی-داخلی که در طول شبکه تور پایه عبور می‌کند. نیروی این چهار جزء بار در طول طناب‌ها (طناب عمودی، طناب پایه و طناب به سیستم وزنه نگهدار) و در طول شبکه (تور پایه) توزیع شده است. اگر مقدار نیروی استثنایی (برای مثال، در طول یک طوفان یا جریان قوی‌تر از نرمال) به این نقطه اعمال شود، شبکه تور پایه منطقه ضعیفی خواهد بود که ممکن است آسیب ببیند.



عکس ۷۴. پنل تور داخل قفس، در سطح طناب پایه

عکس ۷۳. چهار جزء بار در طناب پایه. اجزای زرد رنگ روی طناب‌ها قرار دارند، جزء قرمز بر روی شبکه اعمال شده که ممکن است در این نقطه خراب شود. برای کسب توضیحات بیشتر به متن مراجعه نمایید.



عکس ۷۶. ریسک خرابی شبکه طناب‌های متقاطع بخاطر بارهای موجود (که در عکس ۷۳ نشان داده شد) بالاتر است. شبکه گاهی اوقات روی طناب‌ها در نقطه اتصال دوخته نشده، تا بارها را روی نقاط چندگانه توزیع کند و پتانسیل خرابی را به حداقل برساند.

عکس ۷۵. پنل ضد سائیدگی (شبکه سفید) نصب شده در سطح بیرونی تور پرش

برای جلوگیری از فرار ماهی‌ها در هنگام خرابی تور، یک پنل توری داخلی اضافی (که پنل تقویت کننده نامیده می‌شود) را می‌توان به نزدیک طناب پایه قفس اضافه کرد (عکس ۷۴). این پنل تقویت کننده روی پایه تور و دیواره تور، در مناطقی در حدود ۵۰ سانتی‌متری از طناب پایه دوخته می‌شود. این پنل معمولاً از توری مشابه با توری قفس ساخته شده است. برای کاهش بیشتر ریسک آسیب به تور می‌توان از یک روش دوخت ویژه استفاده کرد. بخش کوچکی از تور، در حدود ۲۰ سانتی‌متری گوشه تور کف، روی مسیر طناب تا گوشه که طناب‌ها به هم می‌رسند، دوخته نمی‌شود (عکس ۷۶). اینکار سبب توزیع نیروهای بار بر روی یک منطقه بزرگتر از تورها می‌شود که توسط این نقاط اتصال صورت می‌پذیرد.

عمل‌آوری تور- مواد ضد جرم‌گیری و محافظ در برابر UV

جرم‌گیری زیستی یکی از موضوع‌های مهم در مدیریت آبی‌پروری است و اگر به درستی به آن پرداخته نشود، یک تهدید جدی را برای یک توری قفس ایجاد می‌کند. جرم‌زیستی شامل جلبک‌های درشت گوناگون، صدف‌های دوکپه (از جمله صدف باریک یا خوراکی)، مرجان‌ها، خارپوستان دریایی (توتیاها)، اسفنج‌ها و سایر ارگانیسم‌های غیرمتحرک دیگر است. همه این موارد رشد پلانکتونها را روی تورها و سازه‌های محل پرورش تثبیت می‌کنند.

جرم‌گیری زیستی بطور مستقیم یا غیرمستقیم به تور آسیب وارد می‌کند. آسیب مستقیم توسط صدف‌ها یا سایر اعضای سخت بی‌مهرگان ایجاد می‌شود که روی شبکه توری و طناب‌ها ایجاد سائیدگی نموده و بدین طریق باعث آسیب‌هایی نظیر سوراخ‌ها در شبکه توری یا بریدگی طناب‌ها می‌گردند. این خرابی ساختاری، اغلب با خود عملکرد ساینده موجودات مذکور ربط دارد و عمدتاً در پنل‌های شبکه توری رخ می‌دهد. آسیب غیرمستقیم هم می‌تواند با خرابی ساختاری شبکه یا طناب‌های مربوطه بر اثر افزایش بارها بر روی قفس ایجاد شود.

علاوه بر این، جرم‌گیری زیستی شدید، تبادل آب را در قفس کاهش می‌دهد، و در نتیجه کیفیت و کمیت ضعیف آب برای ماهی را در پی دارد (عکس ۷۱). تأثیر مهم‌تر و خطرناک‌تر جرم‌گیری زیستی شدید، تهی‌سازی اکسیژن محلول موجود در قفس است. این موضوع ممکن است اثرات مختلفی بر ماهی‌ها داشته باشد، که می‌تواند از کاهش تصادفی مصرف مواد غذایی تا افزایش وقوع موجودات بیماری‌زا و شیوع بیماری، تا از دست رفتن کل گروه ماهی‌ها بخاطر بی‌اکسیژنی متغیر باشد.

ماهی‌های انگ‌شت‌قد در قفس‌های توری با اندازه چ‌شمه کوچک، بیشتر در معرض تلفات فاجعه‌آمیز هستند، بویژه اگر دوره‌های آبی کم جریان یا بدون جریان در مکان قفس رخ دهند.

برای جلوگیری از ته‌نشینی اجرام زیستی، انواعی از پوشش‌های ضد جرم را می‌توان روی توریها قرار داد تا از جمع شدن ارگانیسم‌های دریایی جلوگیری نموده و بدین طریق احتمال آسیب را کاهش داد. توره‌های عمل‌آوری شده با مواد ضد جرم‌گرفتگی، اغلب کمتر از بقیه توره‌ها تغییر می‌کنند که این مطلب هزینه نیروی کار را کاهش می‌دهد.

مواد ضد جرم‌گیری همچنین می‌تواند طول عمر تور را با کاهش تجزیه پلیمرهای ایجاد شده با نور UV و با کاهش فرسودگی و سائیدگی که در طول پاکسازی پیش می‌آید، افزایش دهد. اگرچه تأکید بر این نکته هم مهم است که پوشش‌های ضد جرم می‌توانند حداقل تحمل بار شبکه توری را کاهش دهند.

معمولاً یک عملیات ضد جرم‌گیری باید از ۹ تا ۱۲ ماه طول بکشد که به شرایط دریا بستگی دارد. اکثر رنگ‌های ضد جرم که امروز در صنعت پرورش ماهی استفاده می‌شوند، شامل اکسید مس به عنوان ماده تشکیل دهنده فعال هستند. فعالیت ضد جرم‌گیری مواد حاوی مس، بکمک اکسید مس (Cu_2O) انجام می‌شود که جدا می‌شود تا یون مسی کوپروس (Cu^+) را آزاد کند. سپس این یون به شکل یون مسی کوپریک (Cu^{++}) اکسید می‌شود، که عمده‌تأ مسؤل سمیتی است که از رشد ارگانیسم‌های عامل جرم‌گیری زیستی جلوگیری می‌کند. اگرچه سموم زیستی برپایه فلز روی هم مورد استفاده قرار می‌گیرند.

نگرانی اصلی استفاده از مس و روی، دوام‌پذیری این فرآورده‌ها در محیط است، زیرا این مواد شیمیایی به عنوان آلوده‌کننده‌های مهم و دائمی به محیط دریایی اضافه می‌شوند. برخی از ماهی‌های گازگیر (مثلاً ماهی سیم دریایی) می‌توانند این یون‌های فلزی سنگین را با گاز گرفتن توری‌ها ببلعند. بدین طریق ریسک آلودگی فلزی در ماهی‌ها ایجاد می‌شود. براین اساس، پروتکل‌ها یا قواعد گوناگون تولیدات آبی‌پروری (برای مثال قواعد تولیدات آبی‌پروری در ایتالیا)، استفاده از ضد جرم‌گیرها را در تورها ممنوع می‌سازند.

پوشش‌های ضد جرم مورد استفاده در آبی‌پروری عمده‌تأ در آب انحلال‌پذیر هستند. چند رنگ ضد جرم تجاری مورد استفاده در آبی‌پروری به شرح زیر می‌باشند:

Netrex AF - تولید شده توسط Net Kem، یک رنگ واکسی شامل ۳ درصد اکسید مس است. این داروی شیمیایی را می‌توان بر روی توره‌های خیس اعمال کرد. تورها باید در حدود هشت ساعت قبل

از استفاده در دریا، خشک شوند. بعد از عمل‌آوری و خشک شدن تور، وزن تور نایلونی تا ۲۰-۱۰ درصد افزایش می‌یابد. این وزن افزایش یافته اصطلاحاً «رشد تور» نامیده می‌شود.

Flexgard — تولید شده توسط Flexbar، یک داروی شبکه مانند است که ممکن است تا ۱۰۰ درصد غلظت اصلی فرمول در آب رقیق شود. تورها باید قبل از عمل‌آوری با دارو، تمیز شده باشند. در مرحله بعد سه روز در دارو خیسانده می‌شوند و سپس ۲۰ دقیقه برای خشک شدن در آفتاب رها می‌شوند. بعد از ۷۲ ساعت دیگر می‌توان ماهی‌ها را وارد قفس کرد. بعد از عمل‌آوری، رشد تور (افزایش وزن)، ۳۰-۳۵ درصد برای توری نایلون و ۴۵-۴۰ درصد برای توری HPPE است.

Aquasafe — تولید شده توسط Steen- Hansen، یک ضد جرم "آب بنیاد" است که در نروژ ساخته شد. این ماده یک فرآورده بدون بو، با اجزاء بازی اکسید مس است. رشد تورهای عمل‌آوری شده با این فرآورده در حدود ۳۵ درصد است.

تورها از طریق غوطه‌وری در رنگ ضد جرم و خشک شدن، با رنگ ضد جرم پوشانده می‌شوند (عکس ۷۷). کل تور در یک مخزن پر از رنگ ضد جرم غوطه‌ور شده (نکته: دانستن مقدار کافی از رنگ برای پوشاندن درست یک تور ضروری است)، برای چند دقیقه در مخزن رها شده و سپس برای چندین ساعت آویزان می‌شود تا خشک گردد. این عمل‌آوری توسط تولیدکنندگان تور در ساختمان‌های اختصاصی انجام می‌شود، که تورها عمل‌آوری شده و در هوای آزاد آویزان می‌شوند تا خشک شوند.



عکس ۷۸. فرو بردن تور در یک مخزن ضد جرم



عکس ۷۷. یک کارخانه عمل‌آوری تور

علاوه بر مواد تثبیت‌کننده تور در برابر جرم‌گرفتگی زیستی که در طی فرایند تولید تور باید به الیاف اضافه شوند، فرآورده‌های خاصی هم وجود دارند که می‌توانند بعد از تولید از تور در مقابل نور UV محافظت کنند. همانند عمل‌آوری‌های ضد جرم، اعمال این پوشش‌ها باید با غوطه‌وری و خشک شدن تور انجام شود. برای مثال Flexdip™، یک پوشش مشکی تور است که از نایلون در مقابل تجزیه ناشی از UV محافظت می‌کند و پاکسازی تور را آسان‌تر می‌سازد، بطوری که ارگانسیم‌های عامل جرم‌گیری قادر نیستند تا در الیاف تور نفوذ کنند و بنابراین نمی‌توانند به یک تکیه‌گاه ثابت روی تور دست پیدا کنند. در حال حاضر اثبات شده است که این پوشش در جلوگیری از آسیب یا زخمی کردن ماهی‌هایی همانند سیم ماهی سرطلایی و ماهی کاد مؤثر است. اینکار نه تنها هر طناب شلی که ممکن است ماهی را جذب کند را محکم به هم متصل می‌کند، بلکه از فرسودگی سرطناب‌های شل شده هم جلوگیری می‌کند. در شبکه توری عمل‌آوری نشده، فرسایش تور توسط ماهی‌ها بیشتر دیده می‌شود که منجر به توسعه سریع حفره‌های بزرگ در تور می‌شود.

برخی پوشش‌های مورد استفاده برای پرورش ارگانیک معمولاً بصورت مجاز در بازار ارائه می‌شوند. این فرآورده‌ها برای تسهیل پاکسازی تور در جاهایی طراحی می‌شوند که استفاده از پوشش‌های ضد جرم مجاز نیستند. این پوشش‌ها (برای مثال Flexdip یا Ecopolish) را می‌توان با غوطه‌ور کردن توری در ماده مذکور استفاده کرد (عکس ۷۸). توری بعد از خشک کردن، لغزنده می‌شود و لذا امکان اتصال اجرام زیستی را ضعیف‌تر می‌سازد، طوری که تور را میتوان آسان‌تر تمیز کرد. این پوشش‌ها شامل هیچ فلز سنگینی در فرمول‌شان نیستند.

از برخی فرآورده‌ها هم می‌توان به عنوان پوشش‌های «آسترمانند» استفاده کرد تا جذب آب توسط الیاف مصنوعی را کاهش داده و در نتیجه رشد اجرام زیستی را کاهش دهند.

تورهای ضد شکارچی

قفس‌های توری حاوی ماهی‌های زنده یا مرده، شکارچیان زیادی از جمله پرندگان، شیرهای دریایی و یا کوسه‌ها را جذب می‌کنند. شکارگری یکی از فاکتورهای غیرقابل کنترل در تعادل ذخایر ماهیها است (فصل ۷)، شکار منجر به کاهش یک مقدار غیرقابل سنجش از توده زیستی گله ماهی‌ها می‌شود. شکارچی‌ها برای دستیابی به شکارشان، ممکن است به تور نیز آسیب برسانند و بدین طریق باعث تلف شدن ماهیهای بیشتری بشوند. قفس باید در مقابل این نوع حملات محافظت شود، چراکه اگر باعث آسیب به تور شوند می‌تواند گران‌تر از خود شکارگری تمام شود.



عکس ۸۰. پایه شناور نگهدارنده تور پرندگان، آماده



عکس ۷۹. قفس حفاظت شده با تور پرندگان



عکس ۸۱. تور ضدپرنده که با میله از سطح آب بیرون
عکس ۸۲. تورهای ضدکوسه نصب شده زیر تور پایه
نکته: برای نصب. طناب‌های متعددی مورد استفاده قرار می‌گیرند تا آن را در مرکز قفس ثابت کند.
قفس. در این مورد، این یک پتل توری Dyneema
ساده است که برای محافظت از پایه تور نصب شده

تورهای ضد پرندگان

باکالان‌ها، مرغ‌های نوروزی و سایر پرندگان شکارچی ممکن است تهدیدی برای ماهی‌های پرورشی باشند. این شکارچی‌ها می‌توانند ماهی‌های کوچک زیادی را صید کنند. باکالان‌ها یک مشکل ویژه هستند زیرا برای دوره‌های طولانی مدت در اطراف قفس‌های تازه ذخیره سازی، شده قرار می‌گیرند. علاوه بر این، پرندگان می‌توانند باعث آسیب به ماهیان اندازه بازارپسند شوند، بنحوی که دیگر امکان فروش ماهی نباشد.

کارآمدترین روش برای جلوگیری از شکار کردن پرندگان، پوشاندن سر باز قفس با یک تور ضدپرندگان است (عکس ۷۹). این تور باید اندازه چشمه بزرگ (یعنی ۱۰۰ میلی‌متر) داشته باشد و بکمک یک طناب که در طول محیط دور قفس عبور کرده، نصب می‌شوند. ممکن است برای افزایش استحکام آنها، طناب‌های مورب قطری اضافی هم افزوده شود.

تور ضدپرندگان باید خارج از سطح آب نگه داشته شود. برای نیل به این هدف، تور باید به صورت ایمن روی نرده نصب و تثبیت شود. اگر محیط قفس خیلی بزرگ باشد، تور ضدپرندگان ممکن است به قدر کافی محکم بسته نشده در آب مرکزی قفس بیفتد. از این موضوع باید پیشگیری کرد، زیرا ماهی در زمان تغذیه ممکن است با نخ تور ضدپرنده آسیب ببیند. علاوه بر این، ممکن است تور جرم گرفته و جابجایی آن دشوارتر شود. تور ضدپرندگان را باید هر زمانی که ماهی‌ها جمع‌آوری می‌شوند برداشته و مجدداً نصب کرد.

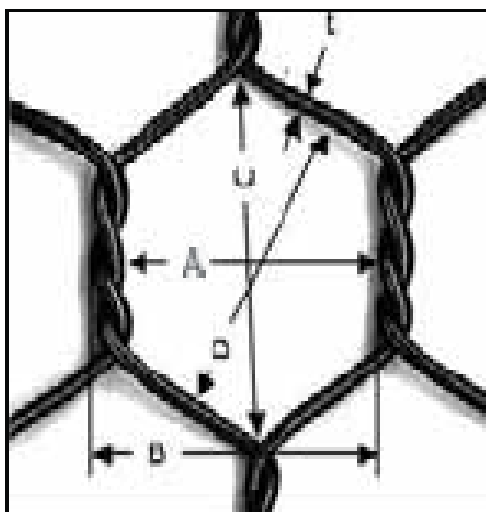
پایه‌های ویژه‌ای برای بالا نگه‌داشتن تور ضدپرنده خارج از آب ساخته شده‌اند. مدل‌های متفاوتی از پایه‌های ساخته شده از لوله‌های HDPE وجود دارند، اما پرکاربردترین سازه، از یک طوقه شناور تشکیل یافته که با پایه‌های عمودی به یک طوقه کوچک‌تر در بالا متصل می‌شود و تور ضدپرندگان را نگه می‌دارد (عکس ۸۰).

تورهای ضدپرندگان را همچنین می‌توان با چوب‌های ثابت روی لوله‌های محیط قفس و در بیرون از آب نگه‌داشت. چندین میله چوبی دور قفس روی پایه‌ها ثابت می‌شوند و تور پرندگان بکمک سیستمی متشکل از طناب‌ها و قرقره‌ها از بالای این چوب‌ها آویزان می‌گردد.

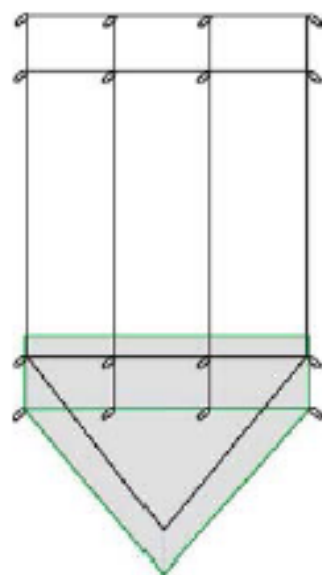
تورهای ضدکوسه

آسیب ناشی از ماهی (شکارچیان بزرگ نظیر کوسه‌ها) یا فک‌ها می‌تواند بسیار جدی باشد. شکارچیان زیر آب عموماً جذب ماهی‌های مرده‌ای می‌شوند که روی کف تور پایه می‌افتند. آنها سعی می‌کنند این ماهی‌ها را از روی تور بخورند که باعث پارگی تور می‌شوند. سپس این اتفاق می‌تواند منتج به فرار ماهی از سوراخ‌های ایجادشده در تور شود.

تورهای ضدشکارچی زیرآبی در مکان‌هایی مورد استفاده قرار می‌گیرند که این مشکل می‌تواند رخ دهد (عکس ۸۲ و شکل ۴۲). DyneemaTM ماده خوبی برای استفاده در تور ضدشکارچی است که دارای نوعی ماده سبک و بسیار مستحکم است و برای مقاومت در مقابل شکارچی‌های بزرگ نظیر فک‌ها و کوسه‌ها، به قدر کافی محکم است. طراحی تورهای ضدشکارچی زیرآبی به طرح قفس بستگی دارد و معمولاً قبلاً توسط تولیدکننده تور توضیح داده می‌شود. تور پایه مهم‌ترین بخش توری است که باید حفاظت شود و بنابراین اغلب یک تور بیرونی اضافی، خارج از تور پایه تعبیه می‌شود (عکس ۸۲).



با تشکر از حسن نیت اکواگروپ



شکل ۴۲. طراحی پیشرفته یک تور ضدکوسه

پستانداران دریایی

یک تور ضدشکارچی که شامل کل بخش زیرآبی تور قفس می‌شود (نه فقط بخش کف) می‌تواند راه‌حلی در مقابل شکار پستانداران دریایی (فک‌ها و شیرهای دریایی) باشد. شیرهای دریایی این توانایی را دارند که با فشار آوردن و بالا رفتن از نرده‌ها برای رسیدن به تور حفاظت هوایی، امکان دستیابی به

ماهی را از بالای دست قفس پیدا کنند. بنابراین در مناطقی که شیرهای دریایی وجود دارند، حافظت از محیط اطراف هم در دستورکار است تا حیوان نتواند خود را به لوله‌های قفس برساند.

تورهای تک رشته‌ای PET

اخیراً، استفاده از تورهای تک رشته‌ای PET (پلی اتیلن تترافتالات) در مقابل شکارچیان در حال افزایش است. تورهای PET مقاومت خوب و در ضمن وزن نسبتاً پایینی دارند. خود رشته‌ها یکپارچه هستند و سطح سخت ماده تور مقاوم‌تر از نایلون استاندارد است. از آنجائیکه تور نسبتاً سخت است، اندازه چشمه و دهانه تور، عموماً شکل اصلی خود را حفظ می‌کنند و جریان آب را از طریق قفس توری ممکن می‌سازند. در مقایسه با تور استاندارد تولید شده از نایلون که طول عمر آن بطور نرمال ۴-۶ سال است، تورهای تک رشته PET اگر بطور مناسبی نگهداری شوند، تا ۱۴ سال طول عمر دارند.

تورهای تک رشته‌ای PET از یک چشمه شش ضلعی با رشته‌هایی به ضخامت تقریبی ۳ میلی‌متر و عرض چشمه مختلف (اندازه چشمه) که از ۴۰ میلی‌متر تا بیشتر است، ساخته می‌شوند. وزن آنها در حدود $500-600 \text{ g/m}^2$ است. نمونه اندازه چشمه‌های موجود برای تورهای تک رشته‌ای PET در جدول ۳۰ آورده شده است.

جدول ۳۰. اندازه‌های تور تک رشته‌ای PET

اندازه چشمه	t(mm)	A(mm)	B(mm)	C(mm)	D(mm)	وزن
کوچک	۲/۵	۳۵	۴۰	۴۳	۳۷	570 g/m^2
بزرگ	۳	۴۵	۵۰	۷۱	۵۹	590 g/m^2
بسیار بزرگ	۳/۵	۷۳	۸۰	۱۰۰	۸۵	450 g/m^2

۶. نگهداری و کنترل

در این فصل به انواع آسیب‌های عمده ممکن در یک محل پرورش قفس توری و شناسایی منبع مشکلات و مراحل ضروری نگهداری برای مدیریت خوب محل پرورش، پرداخته خواهد شد. از جمله آسیب‌های ساختاری می‌توان به زیان‌های عمده اقتصادی، از طریق هزینه‌های مواد، صرف زمان برای اصلاح مشکلات مختلف کارگران واجد شرایط و مهمتر از همه، از دست دادن ذخایر باتوجه به فرار ماهیها اشاره کرد.

اولین اصلی که باید توسط افراد مسئول پرورش در قفس توری انجام شود، توجه به نصب و نگهداری همه اجزای مکان پرورش است. علاوه بر این، نقص‌ها یا بی‌نظمی‌های کوچک در اجزاء نباید نادیده گرفته شود و در عوض باید به سرعت اصلاح شوند. خرابی یکی از اجزاء می‌تواند بازخوردهایی روی کل سازه داشته باشد.

محیط دریایی مقدار زیادی نیروی فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی و تعداد بالایی متغیرهای درگیر دارد که دائماً در حرکت هستند و این حرکت بر هر چیز معلق یا روی سطح آب تأثیر می‌گذارد. نیروهای فیزیکی که بر یک قفس توری تأثیر می‌گذارند به دو نوع کلی دسته‌بندی می‌شوند: نیروهای ایستا شامل جاذبه (که براساس جرم توده رو به پایین فشار می‌آورد) و شناوری اجزا موجود در مکان (که براساس چگالی رو به بالا فشار می‌آورد).

— نیروهای دینامیک (متحرک) که عمده‌تاً افقی هستند و به باد، امواج و جریانات وابسته هستند. در هر دو مورد، این نیروها که با هم کار می‌کنند بر کل ساختار محل پرورش تأثیر می‌گذارند که بدین طریق دائماً اصل کنش و واکنش تکرار می‌شود. این فرایندها می‌توانند باعث سائیدگی و شکستگی اجزای گوناگون شوند.

قفس‌های توری همچنین در معرض فرایندهای شیمیایی و بیولوژیکی هستند که شامل: - اکسیداسیون بخش‌های فلزی (زنجیرها، قلاب‌ها، حلقه‌ها یا صفحات کنکتور) که مواد را می‌خورند و آنها را نازک و ضعیف می‌سازند.

— تجزیه شیمیایی ناشی از محیط شوردریا که بر روی پلیمرهای پلاستیکی طناب‌ها و توری‌ها اثر گذاشته، حداکثر تحمل بارشان را کاهش می‌دهد.

— فعالیت بیولوژیکی، بویژه ارگانیک‌های دریایی و جرم‌گرفتگی زیستی (صدف‌ها، کرم‌ها و غیره). جرم‌گرفتگی زیستی بطور قابل توجهی به وزن سازه‌ها افزوده و در مورد تورها سبب افزایش مقاومت در برابر حرکت جریانات آبی می‌شود.

نگهداری سوابق و نقشه مکان

برای مدیریت بهینه محل قفس پرورش شناور، باید پروتکل‌های قابل اعتماد نگهداری سوابق وجود داشته باشد. باید «نقشه مکان» بطور ایمن در یک آرشیو نگهداری شود. این سوابق باید شامل مبدأ تولید قطعات گوناگون، زمانی که هریک از آنها نصب شدند، هرگونه عدم تطابق احتمالی که تشخیص داده شده باشد، و تعمیر و بازسازی این قطعات باشد.

این سوابق به پرورش دهنده اجازه می‌دهد فعالیت‌های تعمیر و نگهداری و جابجایی همه قطعات را با گذشت زمان ثبت کند. این سوابق همچنین برای برنامه مدیریت مکان پرورش مفید خواهند بود و آن را با خصوصیات این مکان خاص سازگار می‌سازد. حتی اگر رویه نگهداری طبق شرایط استاندارد باشند، بازهم هر مکان، خصوصیات خاص خودش را دارد و چنین رویه‌هایی باید برای هر مکان تعدیل شوند.

گزارش روزانه

جدول‌های ۳۱ و ۳۲ مثالی از یک گزارش روزانه بازرسی را ارائه می‌دهند که می‌توانند برای بازرسی قفس و بازرسی خط مهاربندی استفاده شوند. تعداد قفس‌ها و خطوط مهاربندی، همچنین اقلام مورد بررسی باید با طراحی هر مزرعه و مدل هر محل پرورش در قفس توری تطابق داده شوند. هریک از این جنبه‌ها در جدول زیر توضیح داده می‌شود.

جدول ۳۱. مثال گزارش روزانه بازرسی قفس

شرایط آب و هوا	اپراتور					تاریخ
یادداشت‌ها/ تطبیق نیافته						
	ثبت شده به (۱-۲-۳)	ثبت (X)	تطبیق نیافته (X)	تطبیق یافته (X)	بزرسی شده (X)	
						قفس ۱
						نرده‌ها
						تور ضد پرندگان
						براکت‌ها
						طوقه قفس
						زنجیر مهار

طناب‌های عمودی						
تور						
لوله وزنه نگهدار						
مرگ و میر						
بیماری						
غذای خورده نشده						
قفس ۲						
نرده‌ها						
تور ضدپرنده‌گان						
براکت‌ها						
طوقه قفس						
زنجیر مهار						
طناب‌های عمودی						
تور						
لوله وزنه نگهدار						
مرگ و میر						
بیماری						
غذای خورده نشده						
قفس ۳						
نرده‌ها						
تور ضدپرنده‌گان						
براکت‌ها						
طوقه قفس						
زنجیر مهار						
طناب‌های عمودی						
تور						
لوله وزنه نگهدار						
مرگ و میر						
بیماری						

جدول ۳۲. مثال گزارش روزانه بازرسی قفس

تاریخ	اپراتور					شرایط آب و هوا
	بزرسی شده (x)	تطبیق یافته (x)	تطبیق نیافته (x)	ثبت (x)	ثبت شده به (اولویت ۱-۲-۳)	یادداشت‌ها/ تطبیق نیافته
لنگر ۱						
قید لنگر						
خط سفر						
بویه‌های غوطه‌ور						
خط مهار						
خط مهار - مهار صفحه						
لنگر ۲						
مهار لنگر						
خط سفر						
بویه‌های غوطه‌ور						
خط مهار						
خط مهار - مهار صفحه						
لنگر ۳						
مهار لنگر						
خط سفر						
بویه‌های غوطه‌ور						
خط مهار						
خط مهار - مهار صفحه کنکتور						

بازرسی‌های دوره‌ای

اجرای مختلف یک قفس پرورش ماهی در معرض درجات مختلف نیروهای فوق‌الذکر هستند. چندین پارامتر نشان می‌دهند که اجزاء هر به چند وقت یکبار باید بازرسی شوند. موقعیت و عملکرد اجزاء در سازه، همچنین تراکم نسبی (مواد و ضخامت)، تعیین می‌کنند که این نیروهای گوناگون تا چه مقدار بر هر قطعه خاص تأثیر می‌گذارند. به این دلیل، برخی از قطعات باید روزانه در محل پرورش بررسی شوند و بقیه هم باید هر هفته، ماهیانه یا هر شش ماه یکبار بازرسی شوند. نوع، تعداد دفعات و نتیجه کل نظارت باید در فرم‌های مدیریت فنی ویژه ثبت شوند. سپس این‌ها را می‌توان بعنوان مرجعی برای آینده، بررسی، تحلیل و نگهداری کرد.

بازرسی‌های سازه‌های زیرآبی توسط غواص‌ها انجام می‌شود. کار زیرآبی خطرناک است. همه پیشگیری‌های ایمنی باید به دقت دنبال شوند. در کل از فعالیت‌های بسیار خطرناک باید بطور کامل اجتناب کرد و برخی از عملیات غواصی عمیق ممکن است به پیمانکاران متخصص مهندسی دریایی نیاز داشته باشند.

بازرسی‌های شش ماهه

خطوط مهاربندی

بعید است که لنگرها و زنجیرهای پایینی متصل به کیسه وزنه اگر که بطور دستی نصب شوند، آسیبی ببینند. اندازه و ضخامتشان، آنها را بسیار محکم ساخته و ازینرو معمولاً در عمقی بیشتر از ۲۰-۳۰ متر قرار دارند. در این اعماق، برخلاف آنچه در آب‌های کم عمق‌تر دیده می‌شود، امواج بطور مستقیم روی اجزاء اثر نمی‌گذارند. در حقیقت، نیروها در سراسر شبکه طنابهای مهاربندی، زنجیرها و بویه‌ها توزیع می‌شوند که می‌توانند به عنوان ضربه گیر عمل کنند. بازرسی‌ها می‌توانند بخاطر عمق زیاد دشوار باشند و غواصی عمیق ممکن است غواص‌ها را در معرض خطرهای زیادی قرار دهد و لذا زمان پایین ماندن غواص محدود خواهد بود. به این دلایل، بازرسی‌های بصری را می‌توان هر شش ماه یکبار و پس از رویدادهای جوی و موجی شدید انجام داد.

در این بررسی‌ها، مهم است تحقیق شود که:

— لنگر عمودی است و به درستی در بستر دریا تعبیه شده است. لنگری که در طول بستر دریا کشیده شده به آسانی برای یک غواص قابل تشخیص است، زیرا اندازه آن کوچکتر شده و یا تغییر شکل یافته و شیاری را پشت خود به جا می‌گذارد.

— قلاب (شگل) فرسوده یا شل نشده و میخ لولا وجود داشته باشد.

- زنجیر قلاب بستر قرار داشته و اتصالات فرسوده نشده باشند.
— قلابی که زنجیر لنگر کف را به چشمی متصل می‌کند فرسوده یا شل نبوده و میخ لولا وجود داشته باشد.

- طنابی که زنجیر را به صفحه کنکتور (یا حلقه) متصل می‌کند، هیچ سائیدگی نشان نداده و بیش از حد با ارگانایسم‌های جرم‌گیر زیستی پر نشده باشد.

بویه‌های شاخص

در بازرسی بویه‌های شاخص باید تحقیق شود که:

- بلوک بتنی کشیده نشده باشد.
- حلقه چشمی بلوک بتنی و قلاب متصل به آن بدرستی عمل کرده و فرسوده نشده باشند.
- زنجیر فرسوده نشده و / یا بیش از حد مملو از ارگانایسم‌های جرم‌گیر زیستی نشده باشد.
- قلاب و صفحه آهنی در بخش معلق پایینی بویه فرسوده نشده و به درستی کار می‌کنند.
- بخش غوطه‌ور بویه پر از ارگانایسم‌های جرم‌گیر زیستی نشده باشد.

بازرسی ماهانه

لامپ‌های بویه شاخص

هر ماه بازرسی لامپ‌های بالای بویه‌های شاخص مهم است. این لامپ‌ها معمولاً از یک پنل خورشیدی کوچک تغذیه می‌شوند که با باتری‌هایی در طول روز شارژ می‌شوند و در تاریکی و شرایط کم نور فعال هستند.

لامپ‌های بویه شاخص باید از خشکی دیده شوند. یک روش بازرسی بویه، پو شانیدن بخش بالایی بویه با یک پارچه تیره (شبیه‌سازی تاریکی) است و بعد مشاهده شود که آیا این لامپ‌ها فعال هستند یا خیر. اگر دستگاه لامپ کار نکند، باز کردن آن از بالای بویه و بررسی مجدد آن در خشکی ضروری است.

در طول بازرسی، بخش برآمده بویه باید برای پیشگیری از خراش‌ها یا آسیب به رنگ محافظ ضدزنگ بررسی شود. مدفوع پرندگان یا سایر موانع باید از روی لامپ و پنل‌های خورشیدی پاک شوند.

بازرسی هفتگی

سیستم شبکه

توصیه می‌شود که همه اجزای سیستم شبکه هر هفته بررسی شوند.
این قطعات در عمق توسط زنجیر درازی به زیر شناور شبکه متصل می‌باشند.

معمولاً، اتصالات بین طناب‌ها، زنجیرها، حلقه‌ها یا صفحات و بویه‌های سطحی با قلاب‌هایی ساخته می‌شوند که نقطه ضعف اولیه در کل ساختار قفس هستند.

در بازرسی‌های هفتگی، غواص‌ها باید تأیید کنند که:

- همه قلاب‌ها به درستی قفل می‌شوند و میخ لولای آنها حضور دارند.
- زنجیرهای بویه فرسوده یا خورده نشده‌اند و پر از ارگانسیم‌های جرم‌گیر زیستی نیستند.
- حلقه‌ها یا صفحات، تمام قطعات خود را به ترتیب دارند.
- حلقه‌ها نباید فرسایش یا سائیدگی دیگری را نشان دهند و پر از ارگانسیم‌های جرم‌گیر زیستی باشند.
- بویه‌ها نباید هیچ ترکی در پوشش بیرونی Prc خود داشته باشند و نباید پر از ارگانسیم‌های جرم‌گیر زیستی باشند.

طوقه و خطوط مهاربندی

قطعات بالای سطح آب شامل طوقه دور قفس هم باید بررسی شوند. بازرسان باید تأیید نمایند که:

- قاب پلاستیکی قفس آسیب ندیده (در بخش‌های غوطه‌ور، همچنین بخش‌های بیرون زده) و همه اجزای آن نظیر حلقه‌های قفس اصلی، براکت‌ها و نرده به درستی کار می‌کنند.
- خطوط زنجیر مهار قفس محکم بوده و گره‌ها ایمن هستند. این خطوط زنجیر مهار ممکن است بر اثر قایق‌های خدماتی آسیب ببینند.

بازرسی روزانه

تورها

هر قفس باید هر روز در محل پرورش بررسی شود، و مهمتر از آن تورها باید بررسی شوند. تورها از موادی ساخته شدند که کمتر از سایر اجزاء قفس محکم هستند و می‌توانند با برخی عوامل آسیب ببینند.

همانند سایر اجزاء، تورها هم در معرض نیروهای ایستا و هم متحرک هستند. آنها ممکن است بیشتر از سایر اجزاء از جرم‌گیری زیستی آسیب ببینند. تورها هم می‌توانند توسط ماهیانی که در آنها ذخیره شده و هم با جانوران دریایی محیط اطراف آسیب ببینند. تورها همچنین ممکن است بر اثر سرقت یا خرابکاری عمدی آسیب ببینند. سارقان ممکن است برای دستیابی به ماهیان داخل تور، توری را ببرند که فرار تعدادی از ماهی‌ها را هم در پی دارد.

در طول بررسی تورها، غواص باید همه بخش‌های ساختاری قفس، لوله وزنه نگهدار یا وزنه‌های نگهدار و خطوط مرتبط با آنها را بررسی کند.

این بازرسی‌ها باید تأیید کنند که:

- هیچ سائیدگی یا آسیب روی تورها یا طناب‌ها مشهود نیست.
- تورها بیش از حد مملو از ارگانسیم‌های جرم‌گیر زیستی نیستند.
- تورها بخوبی نصب هستند و طناب‌های اتصال فرسوده یا بسیار جرم گرفته نیستند و به درستی کار می‌کنند.

— سیستم وزنه نگهدار در جای مناسبی قرار گرفته و خطوطی که آن را نگه می‌دارند فرسوده نشده یا بیش از حد پر از ارگانسیم‌های جرم‌گیر زیستی نیستند.

عدم تطابق

در جدول ۳۳ برخی از متداول‌ترین عدم تطابق‌ها و اقدامات اصلاحی مرتبطشان بطور مفصل شرح داده می‌شوند.

جدول ۳۳. بررسی مهاربندی دوره‌ای؛ اقدامات احتمالی عدم تطابق و اصلاحات

اقدامات اصلاحی	نتایج	عدم تطابق
استقرار مجدد لنگرها و محکم کردن خط مهاربندی	خطوط مهاربندی تحت تنش بار نیستند	لنگرها یا زنجیرهای وزنه کف، جای درستی قرار نگرفته اند
جابجایی قلاب خط مهاربندی	خط مهاربندی ممکن است جدا شود	فرسایش قلاب خط مهاربندی
تعویض قلاب بویه	رهاشدن بویه	فرسایش قلاب بویه
تعویض بویه	بویه ممکن است درآب فرو رود که منجر به عدم تعادل در شبکه میشود	بویه آسیب دیده
تعویض قلاب خط زنجیر مهار	خط زنجیر مهار ممکن است از صفحه کنکرتور جدا شود	فرسایش قلاب متصل به خط زنجیر مهار
تعویض خط	خط مهار ممکن است بشکند	سائیدگی‌های روی خط مهاربندی
تمیز کردن خطوط مهاربندی و شبکه	سازه ممکن است بار بیش از حد تحمل کند و تعادلات دینامیک تغییر یابند.	جرم‌گیری بیش از حد روی اجزاء مهاربندی
تغییر دادن یا تمیز کردن تور با شوینده آب- جت پرفشار	چشمه تور مسدود میشود، نیروهای بار و کشش تغییر میکنند، تضعیف تور و ممانعت از تبادل آب	جرم‌گیری اضافی روی تورها

روش های جابجایی اجزاء

بسیاری از اقدامات اصلاحی تخصصی نیاز به دانش مفصلی از اصول مهم، قواعد و روشهای ایمنی برای کار مهندسی دریایی، همچنین دانش بکارگیری برخی از تکنیک های استفاده از تجهیزات تخصصی و مواد را دارند. مشکل اصلی که در زمان جابجایی اجزاء شبکه مهاربندی با آن روبرو خواهند بود، این است که همه اجزاء زیر بار سنگینی هستند که عمدتاً بخاطر تنش خطوط مهاربندی و نیروهای کششی است.

اگر هر یک از این عناصر باز شوند، برای یکپارچگی سیستم شبکه مهاربندی مخاطره آمیز خواهد بود. سرهای شل نقاط انفصال، توسط نیروهای متضاد کشیده خواهد شد که ممکن است اتصال مجدد آنها دشوار باشد.

علاوه بر این، برای جداسازی یا شل کردن یک گره، باید در ابتدا تنش روی قلاب یا گره کم شود. اینکار با استفاده از یک میله قرقره و قرقره و یک طناب کمکی انجام شود که موقتاً باعث می شود کشش اجزاء کاهش یافته و از جدا شدن دو جزء منفصل جلوگیری می کند.

نکته: تکنیک های شرح داده شده ممکن است بر طبق موارد زیر تغییر یافته و یا یکپارچه شوند:

(۱) شایستگی یا تجربه اپراتورها؛ (۲) در دسترس بودن ابزارها و (۳) خصوصیات هیدرودینامیک مکان پرورشی.

تغییر موقعیت لنگر و محکم کردن خط مهاربندی

اگر لنگر وارونه بچرخد یا روی بستر دریا کشیده شود، تنظیم مجدد لنگر بصورت درست ضروری است. لنگری که به درستی قرار نگرفته قابلیت نگهداری خود را از دست خواهد داد.

برای اجرای عملیات تنظیم مجدد، طناب سفر (که طناب تاج یا طناب پاشنه هم نامیده می شود) باید در دسترس بوده و بمنظور ایمنی به پشت لنگر متصل شود. اگر هیچ طناب سفری وجود نداشته باشد، باید یک طناب دیگر متصل شود.

اول، قایق خدماتی طناب سفر لنگر را از شناورهای سطحی باز کرده و آن را به یک زنجیر مهار V شکل متصل می سازد.

در ابتدا، لنگر باید هم جهت با قفس طوری کشیده شود و معمولاً آزادانه بطور کامل در بستر دریا ۳۰-۲۰ متر کشیده می شود. ضروری است که یک محدوده مانوردهی بزرگتر در طول فاز محکم سازی وجود داشته باشد که قرارگیری مجدد و بهتر لنگر را ممکن می سازد.

بعد از اینکه لنگر آزاد شد، قایق بتدریج از قفس دور شده و مهاربندی را محکم می‌کند. طناب سفر زمانی آزاد می‌شود که سیستم شبکه بطور درستی تحت فشار قرار بگیرد (بویه‌های سطحی دقیقاً همراه شده و غواص‌ها (مجهز به سیستم تنفسی)، علت تنشها را به درستی بررسی نموده و سپس لنگر به بستر دریا برگردانده شود)، وگرنه این عمل تکرار می‌شود.

جابجایی قلاب خط شبکه به صفحه کنکتور

قایق خدمات مجهز به کشنده طناب هیدرولیک است که روی بویه بالای صفحه کنکتور مهار شده است. یک خط کمکی از مرکز صفحه کنکتور کشیده می‌شود که از قلاب موقتی عبور می‌کند و سپس با یک «گره متوقف کننده» به طنابی که باید از روی آن عبور کند، وصل می‌شود (شکل ۴۳). سر دیگر خط کمکی روی جرثقیل بالای وسیله نقلیه پیچانده می‌شود.

زمانی که جرثقیل وینچ درگیر می‌شود، این طناب کشیده خواهد شد که تنش را روی طناب بین صفحه کنکتور و گره متوقف کننده کم می‌کند. سپس غواص می‌تواند قلاب فرسوده را باز و جابجا کند. بعد از آن این طناب کمکی به آرامی رها می‌شود، طوری که خطوط شبکه به میزان تنش اصلی خود باز می‌گردند. گره متوقف کننده باز شده و طناب کمکی روی عرشه قایق، تعمیر و بازیافت می‌شود.

نکته: اگر سیستم شبکه تحت فشار بالایی نباشد، طناب کمکی هم ممکن است با یک بالابر تور کیسه‌ای توسط یک غواص کشیده شود؛ کیسه بالابر یک نیروی مستقیم رو به بالا را اعمال می‌کند.

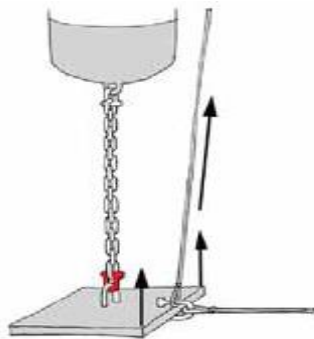
جابجایی قلاب بویه به صفحه کنکتور

همان اصول کلی که در پاراگراف فوق شرح داده شدند، برای جابجایی قلاب بویه به صفحه کنکتور اعمال می‌شوند. در این مورد، عملیات آسان‌تر است، زیرا تنش کمتر است، قلاب کوچکتر است و نیروی اعمال شده فقط عمودی است.

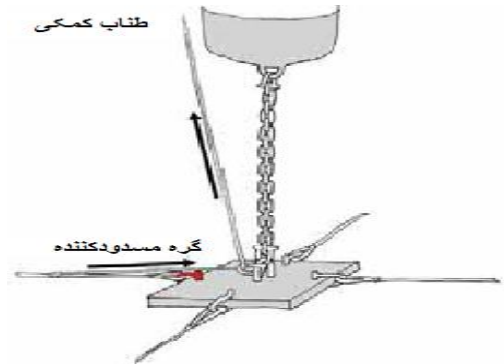
بویه‌ها از طول زنجیر به صفحات کنکتور شبکه متصل می‌شوند. این زنجیر از طریق دو قلاب به بویه و به صفحه کنکتور ثابت می‌شود: یکی بین زنجیر و بویه و دیگری بین زنجیر و صفحه کنکتور.

برای جابجایی قلاب بین زنجیر و صفحه کنکتور (شکل ۴۴)، یک غواص یک سر طناب کمکی را به یکی از قلاب‌های خط شبکه روی همان صفحه کنکتور گره می‌زند (با استفاده از یک گره کمری). سر دیگر طناب کمکی روی جرثقیل قایق پیچانده می‌شود. زمانی که جرثقیل شروع به کار کرد، یک نیروی رو به بالا روی صفحه کنکتور اعمال می‌شود، که صفحه کنکتور را بالا برده و تنش روی زنجیر را کم می‌کند. سپس غواص می‌تواند قلاب فرسوده را باز کرده و آن را جابجا کند. زمانی که این قلاب جابجا

شد، طناب کمکی آزاد شده، صفحه به موقعیت اصلی خود باز می‌گردد و دوباره به زنجیر فشار وارد می‌شود. سپس گره کمری روی قلاب باز شده و طناب روی عرشه قایق بازبینی می‌شود.



شکل ۴۴. جابجایی قلاب خط بویه به صفحه کنکتور



شکل ۴۳. جابجایی قلاب خط شبکه به صفحه کنکتور



عکس ۸۴. بخش شبکه پاک شده با یک شوینده آب-جت پرفشار پنل توری ضد سائیدگی (نارنجی). پشت تور تمیز شده دیده می‌شود.



عکس ۸۳. استفاده از یک بالابر اهرمی دستی (یا وینچ کابلی) برای کاهش تنش روی خط مهاربندی.



عکس ۸۵. پاکسازی زیر آبی دیواره توری یک قفس با شوینده آب-جت پرفشار. به نوارهای عمودی توجه کنید.

جابجایی قلاب بین زنجیر و بویه

یک غواص یک خط کمکی را به زنجیر یک متری زیر بویه محکم می‌کند. سپس خط کمکی به کنار قایق متصل شده و زنجیر تا آنجا که ضرورت دارد بالا می‌رود تا تنش را روی قلابی که باید جابجا شود، کم نماید. بویه به قایق محکم شده و قلاب جابجا می‌شود. سپس خط کمکی به دقت باز شده و بازبینی می‌شود.

جابجایی بویه

یک غواص با استفاده از یک گره کمری، یک خط کمکی را روی قلاب خط محکم می‌کند که به همان زنجیر - صفحه متصل است (شبهه ۴۴). سر دیگر خط کمکی روی دوار (وینچ) قایق پیچیده می‌شود. زمانی که وینچ درگیر شد، صفحه بالا می‌رود و بدین طریق زنجیر را شل می‌کند. در این نقطه، غواص می‌تواند قلاب قدیمی را باز کند. بویه آسیب دیده خارج شده و یک بویه جدید جایگزین آن می‌شود. طناب کمکی آزاد و بازیابی می‌شود.

جابجایی قلاب زنجیر مهاربندی

برای جابجایی محل اتصال یک خط زنجیر مهار شده به صفحه کنکتور، تنها کافی است که گره روی طوقه دور قفس روی سر مخالف زنجیر مهار را باز کنیم. یک غواص می‌تواند به راحتی این کار را انجام داده و یک قلاب فرسوده را تعویض کند.

جابجایی خط شبکه

خطوط شبکه فرسوده باید به محض امکان تعویض شوند. یک خرابی شبکه سبب بار اضافی روی طوقه پلاستیکی شده و در نتیجه انحراف بار روی خطوط زنجیر مهار اعمال خواهد شد. برای جابجایی یکی از خطوط شبکه بین دو صفحه شبکه، قایق روی بویه بالای یکی از دو صفحه مورد نظر مهار می‌شود. یک غواص از یک سر خط کمکی روی صفحه کنکتور عبور می‌کند و سر خط را از طریق یک قلاب موقتی به صفحه سمت مخالف محکم می‌کند. زمانی که وینچ قایق درگیر می‌شود، دو صفحه به هم نزدیکتر خواهند شد. همانطور که دو صفحه به هم می‌رسند، تنش از خط شبکه‌ای که باید جایگزین شود رها و طناب شل می‌شود. سپس غواص‌ها می‌توانند هر دو قلاب را از روی صفحات یا از روی یک سر خط شبکه باز کنند و طناب پوسیده را تعویض کنند.

نکته: می‌توان یک اهرم دستی بالابر که وینچ همراه هم نامیده می‌شود (عکس ۸۳) را بمنظور کاهش تنش روی اجزایی که باید جابجا شوند، جایگزین وینچ قایق نمود. بالابر را می‌توان رو یا دور نقطه‌ای که تنش کاهش یافته است، نصب و ثابت کرد. بالابر اهرمی دستی معمولاً به کار دستی بیشتری نیاز داشته و انجام کار را طولانی‌تر می‌سازد، اما می‌توان در استفاده از قایق صرفه‌جویی کرد و زمانی که یک قایق با وینچ هیدرولیک موجود نیست، از آن استفاده کرد. بالابر باید در سطحی از بنزین یا نفت سبک فرو رفته و مدتی نگهداری شود تا از زنگ زدن آن در زمانی که استفاده نمی‌شود جلوگیری شود (قبل از استفاده از بالابر، باید به ماده روان‌کننده آغشته گردد).

حذف جرم‌گیری زیستی

پاکسازی خطوط مهاربندی و شبکه

همه خطوط سیستم‌های مهاربندی و شبکه بایستی بطور منظم از ارگانیسم‌های جرم‌گیر پاک شوند. اجرام زیستی سازه را سنگین‌تر ساخته، روی خطوط فشار آورده و بر تعادل سیستم بین وزنه‌ها، بارها و بویه‌ها تأثیر می‌گذارند.

برای نگهداری، خواص قلابی با سایز مناسب را به یک خط کمکی دور قفسی که باید تمیز شود محکم می‌کند. خط کمکی به یک قایق کاری کوچک متصل شده و زمانی که قایق در طول این خط حرکت می‌کند، قلاب در طول خط عبور کرده و ارگانیسم‌های جرم‌گیر بزرگتر را پاکسازی می‌کند.

این تکنیک بسیار ساده روی همه خطوط سیستم مهاربندی که شامل طنابها و زنجیر مهاربندی می‌باشند، اعمال می‌شود تا تنش روی لنگرها را بکاهد.

پاکسازی تورها

شبکه توری جرم گرفته با چشمه‌های مسدود شده، تبادل آب را به داخل قفس کاهش می‌دهد و بنابراین نیاز است که پاک شود (عکس‌های ۸۴ و ۸۵). اگر تعویض تور امکان‌پذیر نباشد، تور باید تمیز می‌شود تا کارکرد خود را حفظ کند.

یک روش احتمالی برای پاکسازی یک تور نصب شده استفاده از شوینده آب-جت پرفشار است. پاکسازی توسط خواص با استفاده از تلمبه پاکساز زیرآبی صورت می‌پذیرد در حالی که موتور و کمپرسور روی قایق باقی می‌ماند.

بهتر است که غواص تور را از داخل تمیز کند و اجرام زیستی را از خارج با جت آب بشوید. همچنین بهترین شیوه، پاکسازی نوارهای عمودی تور به اندازه فاصله بین دو طناب عمودی است. این شیوه پاکسازی سریع‌تر کل محیط دور تور را سب می‌شود که تبادل سریع آب در قفس را ممکن می‌سازد. چندین مدل پاک‌کننده تور با دیسک‌های چرخشی وجود دارند، که بطور ویژه مخصوص پاکسازی تور طراحی شده‌اند و می‌توانند در سطح کار کنند. این انواع شستشو دهنده‌ها زمان و زحمت پاکسازی را در مقایسه با سایر مدل‌های استاندارد شستشو دهنده مجهز به یک درجه سنجش و نازل آب و غواص‌ها اجرا کننده کاهش می‌دهند.

توصیه‌های اضافی برای پاکسازی تور

دستگاه‌های پخش کننده غذا

زمانیکه دستگاه‌های پخش کننده غذا طراحی شدند به کاهش چشمگیری در وقوع گرفتگی سوراخ‌ها در توری منجر گردید. با استفاده از طناب‌ها (قطر ۱۲-۸ میلی‌متر $\times$ طول دیوار تور) چندین ریشه تور در طول طناب ثابت می‌شوند (تقریباً یک ریشه در هر متر) (عکس ۸۶) که نتایج خوبی حاصل شد. طناب‌ها به اندازه طول دیواره تور هستند، که سربالایی هر طناب بر روی نرده محکم شده و سرپائینی با یک کابل پلاستیکی در بخش پائینی دیواره تور ثابت می‌شود. یک روش دیگر اینکه، یک وزنه ۲kg غوطه‌ور به سرپائینی طناب متصل شده باشد. تعداد طناب‌ها در هر قفس نصف تعداد پایه‌هاست (یعنی یک طناب برای هر دو پایه).

ریشه‌های توربافی همانند جاذب‌هایی برای باقیمانده تغذیه ماهی عمل می‌کنند و این موضوع اثر ضایعات تغذیه ماهی در توری قفس را کاهش داده و در نتیجه تعداد سوراخ‌های ایجاد شده توسط ماهی‌ها کمتر می‌شود.

لوله‌های خودشوی

طوقه‌های دور قفس که اغلب همانند پیاده‌روهایی برای کارگران استفاده می‌شوند در معرض جرم‌گیری زیستی هستند. صدف‌ها و سایر ارگانیزم‌های سخت پوست روی بخش غوطه‌ور لوله جای می‌گیرند، اگرچه جرم زیستی جلبک‌های لغزنده در بخش بیرونی لوله‌ها بسیار شایع‌تر است. این جرم‌گیری تهدیدی هم برای کارگرانی است که ممکن است روی جلبک لیزخورده و در آب بیافتند و هم برای تورها که می‌توانند توسط صدف‌های سخت یا بی‌مهرگان سائیده و فرسوده شوند. بنابراین، نیاز است که این لوله‌ها هم بطور منظم پاک شوند.



عکس ۸۷. یک حلقه طناب (پیکان قرمز) نصب شده روی بخش لوله داخلی بین دو براکت. به عدم حضور حلقه طناب روی لوله خارجی و تفاوت در جایگیری جرم زیستی بین لوله‌های بیرونی و داخلی توجه کنید.

عکس ۸۶. ریشه توربافی ثابت شده روی طناب. توجه کنید که نخ سائیده شده توسط ماهی سیم جویده میشود.

یک روش آسان و موثر برای پاکسازی این لوله‌ها نصب حلقه‌های طناب دور لوله‌های قفس است (عکس ۸۷). این حلقه‌ها از طنابهایی با قطر ۲۰-۳۰ میلی‌متر ساخته شده که آزادانه دور لوله‌ها بسته می‌شوند. بدین ترتیب حلقه‌های طناب دور و در طی لوله با حرکت موج حرکت می‌کنند. حرکت آنها امکان استقرار جرم را از بین می‌برد، زیرا طناب‌ها دائماً روی لوله‌ها را پاک می‌کنند. بنابراین برای هر بخش لوله بین هر براکت قفس یک حلقه طناب نیاز است.

تعویض تور

تعویض تور یک فعالیت عادی برای نگهداری تور است که باید بطور کارآمد برنامه‌ریزی و سازماندهی شود.

باید یک دفتر گزارش روزانه با تعداد روزهای کاری (تعداد روزها در آب) برای هر تور نگهداری شود. براساس خصوصیات جرم‌گیری مکان تعریف شده باید یک محدوده برای تعداد روزهایی که هر تور داخل دریا قرار میگیرد در نظر گرفته شده و به دقت پیگیری شود.

هر تور باید در زمان رسیدن به محل پرورش یک کد منحصر بفرد دریافت کند. اطلاعات اصلی که باید در دفتر گزارش روزانه تور ثبت شوند به شرح زیر هستند:

- شماره کد: کد برای هر تور

- طرح: شکل (برای مثال اگر اشکال قفس غیرمدور در محل پرورش ماهی استفاده شوند)،

- تعداد طناب‌های عمودی و سایر جزئیات مرتبط.

- اندازه: حجم، محیط، عمق دیواره، عمق مخروط پایه.

- تأمین‌کننده: تولید کننده تور.

- زمان تحویل.

- خصوصیات چشمه تور: اندازه چشمه، شکل چشمه، حداکثر تحمل بار، جنس مواد و رنگ.

- ضد جرم‌گیری: آیا تور عمل‌آوری ضد جرم‌گیری شده، تاریخی که این عمل‌آوری انجام شد.

- روزهای داخل آب: تعداد روزهای کاری تور، اگر بیشتر از یکبار مورد استفاده قرار گرفته است.

- تعمیرات و وصله‌ها: هر تعمیر مرتبط انجام شده روی تور.

- تاریخ و نتیجه آزمایش: زمان آخرین آزمایش مقاومت اجرا شده و حداقل تحمل بار باقیمانده تأیید شده تور.

- موقعیت جریان: موقعیت تور، اینکه اخیراً روی کدام قفس نصب شده و موقعیت آن در انبار.

یک یا چند خواص معمولاً برای تغییر تورهای بزرگ نیاز هستند. تورهای کوچکتر ممکن است تنها با استفاده از خدمه در سطح آب تعویض شوند. بسته به اندازه تور و میزان جرم‌گرفتگی، ممکن است یک قایق با یک جرثقیل با اندازه مناسب مورد استفاده قرار گیرد. یک متر مربع تور اگر به موقع تعویض نشود، می‌تواند ۱۰-۱۵ کیلوگرم وزن داشته باشد (خارج از آب). جرم‌گرفتگی شدید بویژه زمانی امکان‌پذیر است که تورها با ضد جرم‌گرفتگی‌ها عمل‌آوری نشده باشند.

اقدامات مقدماتی در تعویض تور

یک تور جدید باید بطور کامل روی خشکی بازرسی شود تا خطاهای تولید کننده یا اشتباهات تعمیر بررسی شوند. هیچ امتیاری در تعویض یک تور کثیف با یک تور معیوب وجود ندارد.

- خطوط اتصالی باید بررسی شده و روی حلقه‌های اتصال بسته شوند.

- همه تجهیزات مورد نیاز باید به دقت بررسی شوند (خطوط جرثقیل، ابزارغواصی، بندهای طناب و غیره).

- ازجایی که تور تعویض می‌شود، تورهای ضد شکارچی باید از قبل از روی قفس برداشته شده باشند.

- جداسازی تور

نقاط اتصال روی تور جرم گرفته طبق مراحل زیر از قفس باز می‌شوند:

- وزنه‌های نگهدار

- لوله وزنه

- اتصالات در طی طناب‌های وزنه نگهدار

- نقاط اتصال به طوقه قفس

نکته: تور اکنون فقط از طریق طناب بالایی به نرده محکم شده است.

تعیین موقعیت تور جدید

- تور جدید از سمت جریان بالای قفس به آب انداخته شده است.

- کف تور جرم گرفته با یک بالابر کیسه تور، بالا می‌رود (شکل ۴۵).

- غواص‌ها تور جدید را به زیر تور جرم گرفته می‌کشند.

- تور جدید بتدریج توسط خدمه سطح آب و غواص‌های زیر آب بالا کشیده می‌شود. کارگران سطح

می‌توانند با کشیدن تور بر روی خطوط به غواص‌ها برای کشیدن تور جدید زیر تور جرم گرفته کمک

کنند (شکل ۴۶).

- زمانی که تور جدید زیر تور جرم گرفته قرار گرفت، خدمه سطح آب، خطوط اتصال تور جدید را روی

نرده محکم می‌کنند.

در انتهای این فاز، هم تور جدید و هم تور جرم گرفته تنها به نرده قفس متصل هستند. ماهی‌ها به طور

کامل توسط هردو تور احاطه شده اند. قبل از برداشتن تور قدیمی، باید مطمئن شویم که تور جدید

خوب اتصال پیدا کرده است.

جداسازی تور جرم گرفته

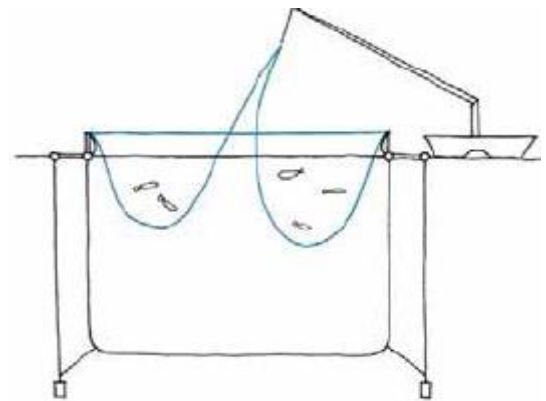
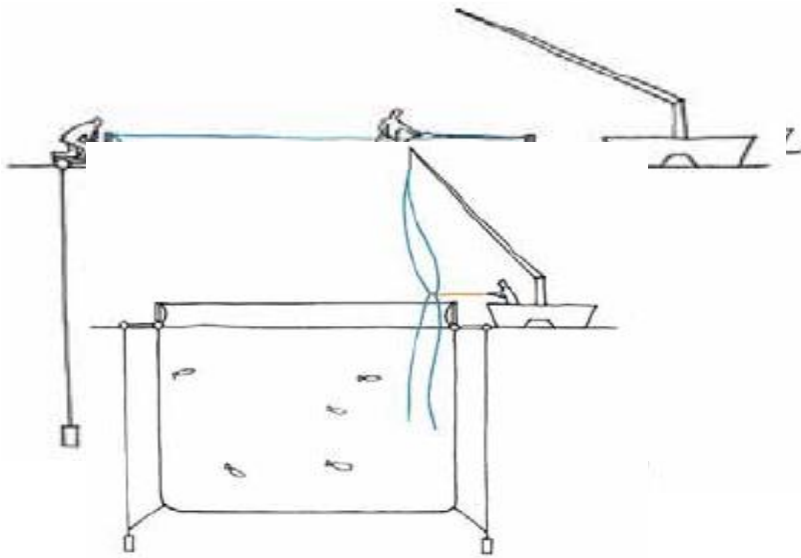
- پایه تور جرم گرفته از آب بیرون آورده شده و با یک زنجیر به قلاب جرثقیل متصل می‌شود (شکل

۴۷).

- با استفاده از وینچ (دوار)، زنجیر دیگری به پایه تور و زیر زنجیر اول بسته می شود.

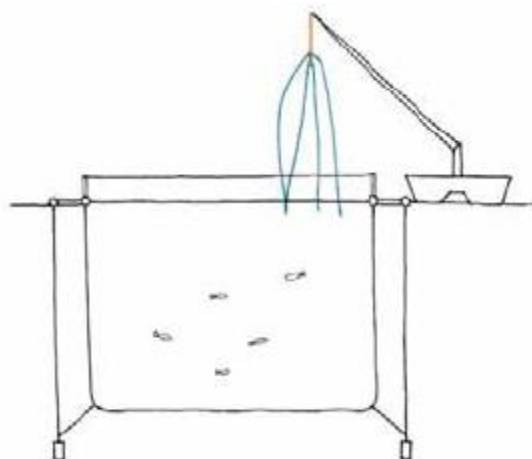
شکل ۴۵. جابجایی تور - مرحله ۱

شکل ۴۶. جابجایی تور - مرحله ۲



شکل ۴۷. جابجایی تور - مرحله ۳

شکل ۴۸. جابجایی تور - مرحله ۴



شکل ۴۹. جابجایی تور - مرحله ۵



عکس ۸۹. استفاده از اتصالات مدور برای جابجایی تور (در این مورد یک تور برداشت صید نشان داده شده است).



عکس ۸۸. یک تور کثیف روی عرشه قایق کاری. توجه کنید که اتصال مورد استفاده برای بالا بردن تور هنوز به قلاب جرثقیل متصل است.



عکس ۹۱. یک انبار تور برای نگهداری و تعمیرات تورها



عکس ۹۰. برداشتن یک تور جرم گرفته از قفس با استفاده از یک زنجیر شبکه

- زمانی که بخش بزرگی از تور جرم گرفته خارج از آب است، تور پرش از نرده باز میشود. (شکل ۴۸).
 - سپس تور جرم گرفته از آب بیرون کشیده شده و روی عرشه قایق کاری پهن می شود، توجه شود که هیچ ماهی در تور جرم گرفته، گیر نیافتاده باشد (شکل ۴۹ و عکس ۸۸).
 پاکسازی تور جرم گرفته

استفاده از تسمه بافته و یا تسمه مدور برای امکان جابجایی یا برداشتن بهتر تور توصیه شده است (صفحات ۸۹ و ۹۰). تسمه مدور را می‌توان با اتصال دو سر یک طناب به هم ایجاد نمود، و یا می‌توان اتصالات مدور تجاری تولید شده را خریداری کرد.

نکته: تعویض یا نصب تور نباید در طول شرایط آب و هوایی یا جریان‌ات آبی نامساعد انجام شود.

اتصال تور جدید

این عملیات معمولاً توسط غواص‌هایی انجام می‌شود که تور پایه را به سیستم وزنه نگهدار متصل می‌کنند. اگر زمان ایجاد اتصالات، یک جریان قوی آبی در مکان پرورش ایجاد شود، تور زیر بار خواهد بود و ایجاد اتصالات دشوار و مسئله‌ساز خواهد گردید.

نگهداری تور در خشکی

زمانی که تور از قفس برداشته شد، به خشکی منتقل می‌شود.

تور قبل از اینکه با یک پاک‌کننده پرفشار تمیز شود، باید اول خشک شود. تور جرم گرفته در یک فضای آزاد، ترجیحاً روی زمین پهن می‌شود تا خشک شود. اگر تور با استفاده از ماشین شستشوی تور تمیز شود، خشک شدن آن ضروری نیست ولی ترجیح داده می‌شود.

استفاده مکرر یا طولانی پاک‌کننده‌های پرفشار ممکن است در طی زمان به تورها آسیب برساند. تعمیرات تور از جمله تعویض طناب‌ها در صورت نیاز بعد از پاکسازی تور انجام خواهد شد که شامل برداشتن همه بندهای پلاستیکی و تعمیر تور خواهند بود.

آزمایش مقاومت باقیمانده تور باید با استفاده از درجه (گیج) سنجش مقاومت تور انجام گردیده و داده‌های به روز شده در دفتر گزارش روزانه تور ثبت شود. اگر مقاومت باقیمانده تور کمتر از ۶۰٪ میزان حداقل تحمل بار اولیه باشد، تور باید تعویض شود.

در پایان این فرایند، تور چندتا شده و در یک انبار نگهداری می‌شود تا از قرارگیری آن در معرض مستقیم نور خورشید جلوگیری شود (عکس ۹۱).

ماشین شستشوی تور

ماشین‌های شستشوی تور زمانی برای پاکسازی تورهای کثیف قفس مورد استفاده قرار می‌گیرند که تورها از قفس‌ها برداشته شوند (عکس‌های ۹۵-۹۲). مدل‌ها و اندازه‌های بسیاری از ماشین‌های شستشوی تور وجود دارند، اما اصل همیشه یکسان است: عمل پاکسازی از طریق اصطکاک ناشی از

حرکت تورها انجام می‌شود. در حالیکه استوانه می‌چرخد، تنها آب بداخل اضافه می‌شود و هیچ صابون یا فراورده پاک کننده اضافی مورد نیاز نیست. فاضلاب ایجاد شده شامل ارگانسیم‌های جرم‌گیری مرده جدا شده از تور، قبل از اینکه به دریا برگردانده شود، حداقل باید از طریق یک مخزن ته‌نشینی تصفیه شود. بهتر است که تورهای کثیف قبل از شسته شدن خشک شوند، زیرا این کار عمل پاکسازی را



موثرتر می‌سازد.

عکس ۹۳. دریچه روی این سمت استوانه بزرگ است، بنابراین انتقال تور را به داخل استوانه و خارج از آن آسان می‌سازد.

عکس ۹۲. یک ماشین بزرگ شستشوی تور (با عرض ۴ متر و ارتفاع ۲/۵ متر). واحد موتور و کلکتور فاضلاب به ترتیب در سمت راست و چپ تجهیزات قابل مشاهده هستند.



عکس ۹۵. یک قایق catamaran مجهز به یک ماشین شستشوی تور فایبر گلاس روی ماشین شستشو با یک موتور هیدرولیک



عکس ۹۴. بخاطر وزن تورها، استفاده از تجهیزات بالابر (نظیر جرثقیل) برای تکان دادن تورها ضروری است. عرشه.

کار می‌کند

که به سیستم محرک هیدرولیک وسیله نقلیه متصل

است که جرثقیل را هم به کار می‌اندازد.

ماشین‌های شستشوی تور معمولاً از فولاد ضد زنگ ساخته می‌شوند و شامل عناصر اصلی زیر هستند:

- قاب اصلی که از محور استوانه‌ای پشتیبانی می‌کند. ممکن است یک مخزن فولاد ضد زنگ اضافی زیر استوانه روی قاب نصب شود تا فاضلابی را که از استوانه به بیرون می‌ریزد جمع کند (عکس ۹۲).
- این مخزن معمولاً به شکل یک نصف استوانه است و نیمه پائینی استوانه را شامل نمی‌شود.

- بشکه چرخنده: این استوانه حجم بزرگی (چندین مترمکعب) دارد، که مناسب بزرگترین تورهای پرورش ماهی است (نکته: جرم‌گیری زیستی حجم و وزن تورها را به طرز چشمگیری افزایش می‌دهد).
- یک در بزرگ قفل شدنی داشته و با سرعت ۵-۸ دور در دقیقه (rpm) می‌چرخد. تورهای کثیف معمولاً با جرثقیل داخل استوانه چرخنده قرار می‌گیرند (عکس ۹۴).

- واحد موتور: موتور می‌تواند الکتریکی یا هیدرولیکی باشد. موتور از طریق یک سیستم دنده به استوانه متصل شده و قدرت موتور را در حالی افزایش می‌دهد که rpm استوانه کاهش می‌یابد. موتورهای هیدرولیک زمانی ترجیح داده می‌شوند که ماشین شستشوی تور روی یک قایق نصب می‌شود. چرا که موتور هیدرولیک می‌تواند به سیستم محرک هیدرولیک قایق متصل شود (عکس ۹۵). یک پل کنترل با یک سوئیچ ایمنی به واحد موتور متصل می‌شود.

- یک منبع آب. منبع آب از طریق یک لوله متصل به یک پمپ اختصاصی است. پمپ اختصاصی از طریق ورودی آب به استوانه، آب را فراهم می‌کند. ورودی آب معمولاً حفره‌ای در محور استوانه و مخالف محور موتور است.

۷- ذخیره‌سازی ماهی: ماهی‌های انگشت قد و بچه ماهی‌ها

کیفیت بچه‌ماهی‌هایی ذخیره‌سازی شده در قفس پرورشی یک عامل کلیدی موثر در رشد موفق ماهی‌ها در قفس‌ها می‌باشد، زیرا بر کیفیت محصول نهایی، هزینه فرایند تولید و شکل کلی محصول تأثیر می‌گذارد. بنابراین استفاده از ماهی‌های انگشت قد با کیفیت، اغلب یک پیش‌نیاز است که معیارهای مشخص کیفی را می‌طلبد.

کیفیت دسته ماهی‌ها

بررسی کیفیت ماهی‌های انگشت قد باید قبل از تحویل ماهی و از محل تخم‌ریزی انجام شود. اندازه ماهی باید بررسی شود و گوناگونی دامنه اندازه باید تعیین گردد. انجام این فرایند ضروری است تا تضمین کند که توری که ماهی در آن رها شده اندازه چشمه مناسب با اندازه بچه ماهی دارد (جدول ۲۳)، طوری که هیچ بچه ماهی در توری قفس گیر نیفتد و یا از آن نگریزد.

اندازه ماهی

گوناگونی اندازه ماهی را می‌توان با نمونه‌گیری از ماهی‌ها و وزن کردن آنها بطور جداگانه تعیین کرده و سپس «ضریب تغییر» (CV) محاسبه می‌شود. این پارامتر یک مقیاس تغییر استاندارد شده است. CV به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$CV = \sigma / \mu$$

که σ = انحراف استاندارد

μ = وزن میانگین

این مقدار را می‌توان با یک درصد ($CV \times 100$) نشان داد که انحراف استاندارد نسبی (RSD) نامیده می‌شود.

مقادیر کم RSD (برای مثال بین ۳ و ۱۰ درصد در سیم‌ماهی‌ها) معمولاً مجموعه‌های همگن را نشان می‌دهند. مقادیر زیاد RSD (بیش از ۲۰ درصد) نشانگر یک تنوع اندازه گسترده در ماهی‌ها است؛ به عنوان مثال وجود ماهی‌هایی در اندازه کوچک تا بزرگ، و حضور نمونه‌هایی از ماهی که احتمالاً برای اندازه چشمه تور بیش از حد کوچک هستند. RSD بالا نیز نشان می‌دهد که اندازه خوراک پلت، تعیین شده براساس وزن متوسط ماهی، ممکن است برای همه افراد گله ماهی مناسب نبوده باشد. بنابراین، اندازه خوراک پلت ارائه شده باید به دقت و براساس نیازهای ماهی ارزیابی شود.

بیماری

بررسی کیفیت نمونه ماهی‌ها باید شامل موارد زیر هم باشند:

- کمیت درصد ماهی تغییر یافته براساس نمونه‌برداری تعیین شود (عکس ۹۶). یک نمونه ۲۰۰-۱۰۰ عددی ماهی از مخزن جمع‌آوری شده، بی‌حس شده و بررسی شوند تا درصد ماهی تغییر شکل یافته را تعیین کنند. معمولاً، سطح تغییر شکل ۳ درصدی یک حد قابل قبول است. دامنه زیادی از تغییر شکل‌های ماهی وجود دارد، اما معمولاً بطور شایع به ساختار استخوانی ماهی‌ها ربط دارد. در محل پرورش، یک بررسی مقدماتی را می‌توان انجام داد، اما به انجام تحلیلی دقیق‌تر توسط دستگاه اشعه X توصیه شده تا هر تغییر شکل پنهانی احتمالی را هم نشان می‌دهد.

- یک بررسی بیماری-شناسی با ارسال نمونه به یک آزمایشگاه انجام شود. در یک نمونه‌برداری در حدود ۳۰ ماهی جمع‌آوری شده (اگر مجموعه شامل بیشتر از یک مخزن باشد، یک نمونه از هر مخزن) و برای تشخیص آسیب‌شناسی ماهی به آزمایشگاه فرستاده شود.

ماهی باید از لحاظ ابتلا به بیماریهای ویروسی، انگلی و باکتریایی بررسی شوند و خیلی مهم است که اینکار باید قبل از انتقال ماهی به محل پرورش صورت پذیرد. این ارزیابی تشخیص هر بیماری پنهان احتمالی را ممکن ساخته و درضمن ریسک شیوع بیماری در مجموعه و نیز ورود عامل بیماریزا (پاتوژن) به محیط که می‌تواند منجر به انتقال احتمالی بیماری‌ها به جمعیت‌های ماهیان حیات وحش شود، را به حداقل می‌رساند (کالرنی، ۲۰۰۲).

شمارش تعداد ماهی‌ها

چرخه تولید در قفس‌ها ممکن است چند ماه طول بکشد و به روزرسانی اطلاعات توده زیستی هر قفس برای مدیریت ذخایر ماهی‌ها ضروری است. این ارزیابی توده زیستی برای محاسبه درست تعداد دفعات تغذیه مورد نیاز و برای ارزیابی زمان برداشت، فروش و برنامه‌های بعدی ذخیره‌سازی ضروری است. هیچ ابزاری موجود نیست که قادر باشد امکان شمارش تعداد دقیق ماهی‌ها را در یک قفس فراهم کند. بنابراین بهترین روش حفظ آمار ماهیها، ثبت دقیق تعداد ماهی‌های ذخیره شده و برداشته شده از محل نگهداری و به حداقل رساندن هر تغییر کنترل نشده‌ای در این تعداد است.

توده زیستی یک مجموعه با ضرب کردن تعداد ماهی‌ها در وزن متوسط ماهی بدست می‌آید. وزن میانگین ماهی را می‌توان با گرفتن نمونه از مجموعه قفس تعیین کرد. اگرچه، برای تخمین کل زیست توده، نیاز است تعداد ماهی‌ها در لحظه نمونه‌گیری مشخص شود.

یک ارزیابی نادرست از تعداد ماهی‌ها منتج به چندین خطای مرتبط با توده زیستی خواهد شد، که می‌تواند برای محاسبات شرکت و همچنین محیط‌زیست اطراف مضراتی بدنبال داشته باشد.

تخمین بیش از حد زیست توده ماهی منجر به غذادهی بیش از حد خواهد شد، که به معنی افزایش غذای تلف شده در این مکان، با تأثیرات منفی بر محیط و یک FCR بالاتر (یعنی هزینه‌های تولید بیشتر) است. از طرف دیگر، تخمین کمتر منتج به مقدار کمتر غذای ارائه شده به ماهی‌ها خواهد شد. تغذیه کمتر باعث کاهش میزان رشد خواهد شد که کل چرخه تولید را طولانی می‌کند. همچنین می‌تواند به سرکوب سیستم ایمنی ماهی بر اثر استرس منجر شود. علاوه بر این منجر به افزایش پتانسیل شیوع بیماری و کاهش ارزش ماهی و یا کاهش ضریب بازماندگی ماهی‌ها گردد.

برآورد دقیقی از زیست توده اجازه می‌دهد تا برنامه‌ریزی و ارزیابی مناسبی از تولید آینده مزرعه داشته و همچنین امکان پیگیری رشد دسته‌های مختلف ماهی را فراهم می‌کند.

برای کاهش ریسک خطاهای توده زیستی، ضروری است که:

- (۱) ورود ماهی‌های جدید را به درستی ثبت کنیم؛
 - (۲) مرگ و میرها، نمونه‌گیری و برداشت را ثبت کنیم؛
 - (۳) تأثیرات خروجی کنترل نشده همانند فرارها، دزدی، شکارگری و هم‌نوع خواری را به حداقل برسانیم.
- هر یک از عناوین به طور مفصل‌تر توضیح داده شده است.



عکس ۹۶. یک دسته ماهی کوچک نمونه‌گیری شده و بررسی شده در کارگاه برای بررسی بدشکلی‌ها

ورودی‌های ماهی

تعداد اولیه ماهی را می‌توان به چندین روش تعیین کرد.

- شمارش دستی: بعد از اینکه ماهی‌های انگشت‌قد بی‌حس شدند، آنها را می‌توان یک به یک شمرد. از این روش می‌توان تنها برای گله‌های کوچک ماهی استفاده کرد. این یک روش وقت‌گیر است، اما تعداد دقیقی را نشان می‌دهد.

- شمارش الکترونیکی خودکار: چندین دستگاه شمارش خودکار ماهی در دسترس هستند، اما گران هستند و معمولاً در مکان‌های تخم‌ریزی موجود نیستند. یک خطای حدوداً سه درصدی را می‌توان در زمان استفاده از این دستگاه‌ها پیش‌بینی کرد.

- تخمین آماری: این روش پرکاربردترین روش است و براساس محاسبه وزن میانگین یک ماهی انگشت‌قد از یک نمونه و کل وزن ماهی‌های بدست آمده از محل تخم‌ریزی است. برای نمونه‌گیری، چندین ماهی انگشت‌قد به تور افتاده را در سطرها یا حوضچه‌هایی که به مقدار معینی آبگیری شده‌اند، قرار می‌دهند. یک تعداد مشخص ماهی اضافه می‌شود و وزن تور هم محاسبه و ثبت می‌شود. تفاوت بین وزن نهایی و وزن اولیه، وزن کل همه ماهی‌ها خواهد بود، که با تقسیم بر تعداد ماهی، میانگین وزن هر ماهی محاسبه می‌شود. در طی عملیات بارگیری باید چندین برآورد وزن میانگین صورت گیرد. در کل، نمونه‌های بزرگتر نتایج صحیح‌تر و دقیق‌تری را نشان خواهند داد. بسته به روش اندازه‌گیری، ۱-۳ درصد باید کسر شود تا وزن آب به دست آید.

خروجی ماهی کنترل شده

مقدار خروجی‌های کنترل شده را می‌توان با شمارش یا تخمین ساده تعداد ماهی‌هایی تعیین کرد که عمداً یا بصورت کاری از قفس پرورشی برداشته می‌شوند. کنترل خروجی‌ها در زمان ثبت مرگ و میر ماهی و در طول انتقال ماهی، نمونه‌گیری‌ها و برداشت‌ها امکان‌پذیر است.

- مرگ و میر: ماهی‌های مرده باید بطور دوره‌ای از قفس برداشته شده، شمرده شده و به عنوان ضایعات خاص دور ریخته شوند. هر تغییری در الگوی ثابت مرگ و میر می‌تواند شیوع یک بیماری را نشان دهد و باید به بررسی فوری بیماری‌شناسی، تشخیص و درمان یا هرگونه واکنش مرتبط بیانجامد. درصد پیش‌بینی شده و قابل قبول مرگ و میر به نوع گونه‌ها، محیط و شرایط پرورش بستگی دارد.

- انتقال، نمونه‌گیری و برداشت: ثبت همه ورودی‌ها و خروجی‌های انتقال‌های ماهی برای هر مجموعه ضروری است. بدین منظور تدوین یک گزارش بروز شده موجودی دوره‌ای ماهی، برای هر قفس مفید است.

خروجی ماهی کنترل نشده

دلایل تلفات کنترل نشده ماهی باید تا حد امکان به حداقل برسد:

- گریزهای تصادفی ممکن است بطور شگرفی با استفاده از یک برنامه کنترل و نگهداری تورها و قفس کاهش یابند. تورها باید بطور منظم تعویض شده و یا با یک پاک‌کننده پرفشار تمیز شوند. اینکار از افزایش جرم‌گیری زیستی که تورها را سنگین‌تر می‌سازد، جلوگیری نموده و بنابراین دلیل بالقوه خرابی تور را برطرف می‌نماید. افزایش کنترل در زمانیکه گونه‌های ماهی‌های گازگیرنده را پرورش می‌دهیم ضروری است، زیرا ریسک ایجاد شکاف در تور در نتیجه گاز گرفتن تور بالاتر می‌رود.

- باید با استفاده از تورهای ضدشکارچی از شکارگری جلوگیری کرد.

ممکن است که ماهیهای شکارچی بزرگ (مثل آمبرجک) در طی جابجایی یک دسته ماهی بین قفس‌های مجاور، بطور ناخواسته وارد قفس گردند. در این موارد، این شکارچی‌ها را باید از قفس بیرون کرد تا ریسک تلفات ماهی کاهش یابد.

- هم نوع خواری: یک رفتار طبیعی در بسیاری از گونه‌هاست که آن را می‌توان با کاهش دامنه اندازه ماهی به حداقل رساند و تا حد امکان از اندازه هماهنگ ماهیها اطمینان حاصل کرد. کاهش تنوع اندازه ماهی‌ها با اطمینان از اینکه ماهی‌های انگشت قد قبل از ترک محل تخم‌ریزی بررسی و معاینه می‌شوند، به‌مراه مدیریت صحیح تغذیه در مکان پرورش ماهی امکان‌پذیر است.

- سرعت خروجی را می‌توان از طریق نظارت بر مکان، توسط انسان یا تجهیزات ویدیویی کاهش داد. نظارت بر محل پرورش ماهی بسیار توصیه می‌شود.

انتقال و ذخیره‌سازی ماهی

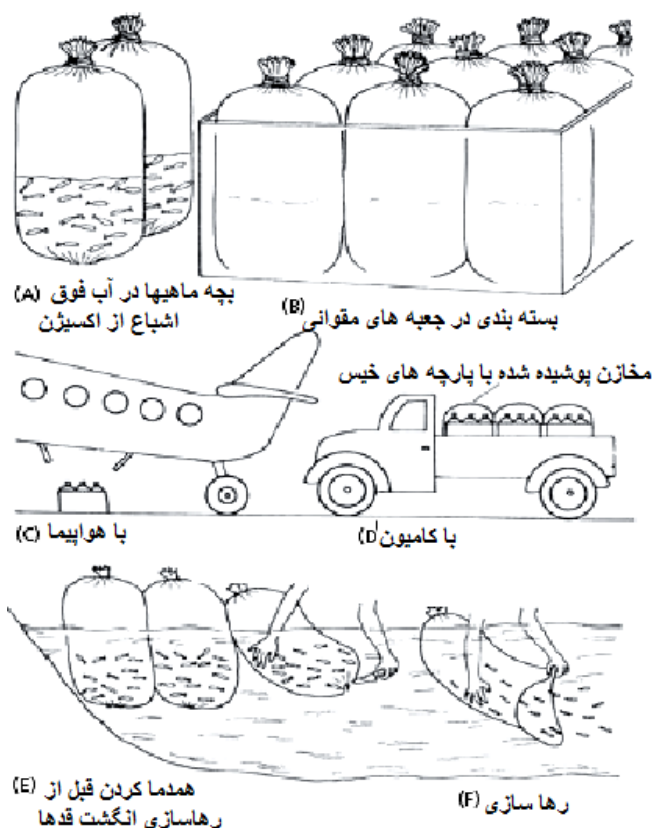
برای انتقال بچه‌ماهی‌ها از محل تخم‌ریزی تا اسکله محل پرورش و سپس از اسکله به قفس برای ذخیره‌سازی نهایی، به فرایند انتقال ماهیان زنده نیاز است. بسته به تعداد و اندازه ماهی‌های انگشت قد، ممکن است ماهی‌ها با مخازن حمل و نقل یا کیسه‌های پلاستیکی پر از آب و اکسیژن جابجا شوند. این مرحله می‌تواند زمان حساسی برای ماهی‌ها بوده فلذا برای جلوگیری از مرگ و میر و استرس غیرضروری، باید احتیاط زیادی کرد.

کیسه‌های پلاستیکی

این گزینه برای حمل و نقل تعداد کم ماهی و یا اندازه‌های کوچک ماهی در اولویت است. اگر ماهی کوچک‌تر از ۱ گرم باشد، ذخیره‌سازی نهایی در قفس باید به تأخیر بیافتد. ذخیره‌سازی ماهی‌های

کوچکتر از ۱-۲ گرم در قفس‌ها توصیه نمی‌شود. زیرا محیط قفس برای ماهی‌های بسیار کوچک مناسب نیست. تغذیه را نمی‌توان بدرستی کنترل کرد؛ جریان‌های قوی ممکن است بر ماهی‌های کوچک فشار آورده و باعث مرگ آنها شوند. علاوه بر این، شکارچیان ممکن است ماهی‌های زیادی را کشته یا زخمی کنند و شمردن ماهی‌های مرده کوچک دشوارتر است.

بنابراین، ماهی‌های در حدود ۱-۲ گرم باید در ابتدا برای یک دوره پیش-رشدی در تأسیسات مناسب پرورش مجهز به مخزن‌ها، جریان آب، سیستم تهویه، سیستم تصفیه خروجی و یک سیستم مخازن گرمایشی/سرمایشی آبی روی خشکی نگهداری شوند. ماهی‌های انگشت‌قدی که در کیسه‌های پلاستیکی حمل و نقل می‌شوند (شکل ۵۰) قبل از اینکه در قفس‌ها یا مخازن ذخیره سازی شوند، باید به دقت با شرایط سازگار شوند. کیسه‌های پلاستیکی باید بصورت شناور در آب تازه رها شوند تا دمایشان تعدیل شود. سپس کیسه‌ها باید بگونه‌ای باز شوند که آب داخلی و بیرونی به آرامی با یکدیگر ترکیب شوند. همان طور که تبادل آب بیشتر می‌شود، ماهی بطور کامل با محیط پیرامونی سازگار شده و بنابراین می‌تواند در قفس یا مخزن رها سازی شود.



شکل ۵۰. حمل و نقل ماهی‌های انگشت‌قد در کیسه‌های پلاستیکی

اگر ماهی‌های جوان به قدر کافی بزرگ باشند تا بطور مستقیم در قفس‌ها آزاد شوند، آنها را می‌توان توسط مخزن‌های حمل و نقل منتقل کرد (معمولاً مخزن‌های نصب شده روی کامیون‌های ویژه کف صاف). برای انتقال ماهی‌های انگشت‌قد به قفس ممکن است از روش‌های مختلفی استفاده شود که شامل استفاده از یک قفس حمل و نقل یدک‌کشی شده با قایق یا یک قایق مجهز به مخازن است.

یدک‌کشی قفس

قفسی که باید در آب آزاد شود از سیستم مهاربندی باز شده و سپس تا یک اسکله نزدیک بکسل می‌شود. در اسکله، ماهیان انگشت‌قد از کامیون به قفس منتقل می‌شوند. سپس قفس مجدداً به عقب کشیده شده و در موقعیت نهائیش مهار می‌گردد.

اگر یک قفس بکسل شود، اقدامات زیر باید مورد توجه قرار گیرند:

- جایی که اسکله واقع شده بررسی شود. یک تحقیق زیرآبی انجام شود تا عمق محل و حضور سنگ‌ها یا موانعی که می‌توانند به تور آسیب برسانند، بررسی شود.

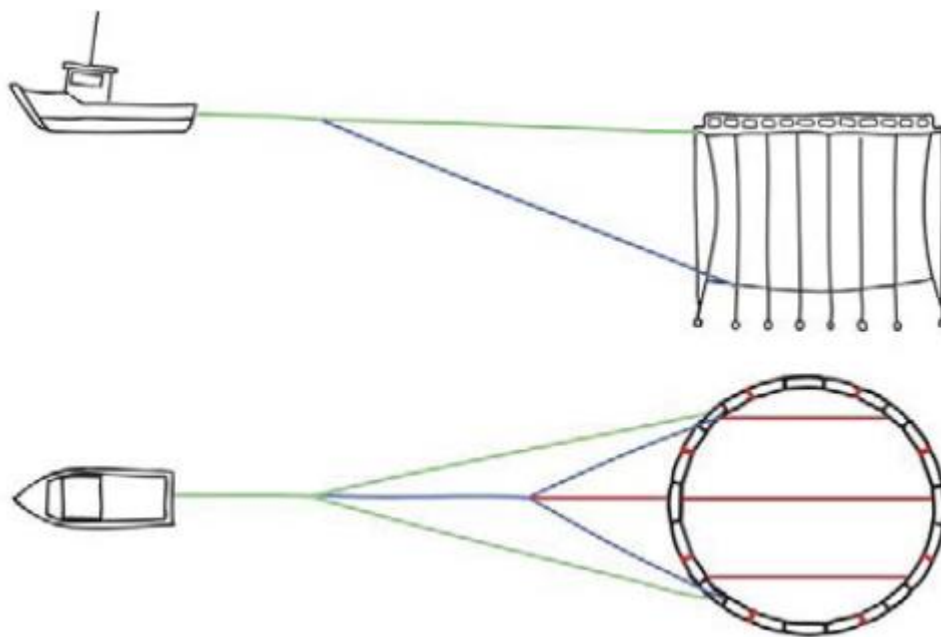
- عمق تور (تور را کم عمق کنید) و طول وزنه‌های نگهدار را بر طبق عمق آب در جلوی اسکله کاهش دهید.

- وزن وزنه‌های نگهدار را در سمت جریان بالادست قفس (جلو، یا لبه‌برجسته) افزایش دهید.

- دو یا سه خطوط یدکی اضافی را به وزنه‌های نگهدار واقع در مسیر جریان بالادست یا سمت جلویی قفس ثابت کنید. این خطوط می‌توانند به کاهش تغییر شکل تور و حفظ حجم موجود داخل قفس کمک کند (شکل ۵۱).

- ماهی‌های انگشت‌قد را به آهستگی منتقل سازید. یک سرعت آب بین ۱-۲ فوت توصیه می‌شود. جریان‌ات آبی را در نظر بگیرید.

- ماهی‌های انگشت‌قد را در حالیکه می‌کشید بطور منظم بررسی کنید. یک غواص باید در فواصل زمانی منظم، بررسی کند که ماهی‌های جوان در مقابل جریان پائین تور خسته نشده و یا بر آنها فشار وارد نشده باشد. چنین حالاتی نشان می‌دهد که قایق قفس را بسیار تند می‌کشد.



شکل ۵۱. شماتیک سیستم یدک کش قفس

- توجه کنید که در زمان وقوع جریانات آبی یا درمورد قفس های بزرگ، نیروی کشش روی تور قفس می تواند بسیار قدرتمند باشد و وسیله نقلیه ممکن است قدرت کافی برای کشیدن قفس را نداشته باشد، بنابراین استفاده از وسایل نقلیه بزرگ با قدرت اسب بخار کافی برای انجام این نوع عملیات توصیه می شود.

ممکن است یک قفس حمل و نقل کوچکتر (عکس ۹۷) به جای یک قفس پرورش بزرگ مورد استفاده قرار گیرد، اینکار از جدایی قفس بزرگ از شبکه جلوگیری می کند. علاوه بر این، بکارگیری یک قفس حمل و نقل کوچک، سبک تر و آسان تر است، به نقطه مهاربندی ثابت نیاز ندارد و می تواند زمانی که مورد استفاده قرار نمی گیرد به آسانی در خشکی نگهداری شود. اگرچه، اگر یک قفس حمل و نقل مورد استفاده قرار بگیرد، نیاز است که در نهایت ماهی های انگشت قد به قفس رشد در مکان پرورش منتقل شوند. این روند انتقال بستگی به طراحی قفس حمل و نقل خواهد داشت.

غالباً، راحت‌ترین روش استفاده از یک قفس حمل و نقل مشابه با آنچه که در عکس ۹۸ نشان داده شده است، می‌باشد. این قفس هیچ پایه‌ای ندارد و یک درپوش دارد که با یک زیپ بسته می‌شود. این به قفس اجازه می‌دهد زیر طوقه قفس پرورش کشیده شده یا به زور هل داده شود. زمانی که قفس داخل تور قرار گرفت، ماهی‌ها را می‌توان فوراً آزاد کرد و سپس قفس حمل و نقل را با جرثقیل قایق از داخل قفس رشد بلند کرد. انجام این کار در قفس رشد باید با پائین آوردن قسمت بالای تور به زیر آب و برداشتن برخی از وزنه‌های نگهدار از سمتی که قفس حمل و نقل وارد آن خواهد شد مقدمه سازی شود.



عکس ۹۷. قفس حمل و نقل آماده برای ذخیره‌سازی نزدیک عکس ۹۸. قفس حمل و نقل با طوقه لوله‌ای اسکله. کامیون روی اسکله آب را تعویض می‌کند تا قبل از دوبل و بدون پایه. سطح رویی قفس با یک تور ذخیره‌سازی ماهی‌ها در قفس حمل و نقل، آنها را با شرایط بالایی ثابت پوشانده می‌شود که از طریق یک زیپ قابل برداشتن است. از دو بویه ضربه‌گیر قابل تورم برای حفاظت از تور بالایی روی سطح استفاده می‌شود.

اگر قرار باشد از یک قفس با پایه بعنوان قفس حمل و نقل استفاده گردد، باید یک فرایند متفاوت دنبال شود:

- دو طوقه قفس را با هم با یک طناب ببندید.
- چند متری از تور قفس پرورش را از نرده و از طوقه باز کنید.
- چند متری از تور قفس حمل و نقل را باز کنید.

- با استفاده از اتصال‌های کابل پلاستیکی در زیر طوقه قفس، طناب بالایی تور قفس رشد را به طناب بالایی تور قفس حمل و نقل زیرآبی وصل کنید.

- بنابراین دو تور زیر دو طوقه قفس به هم متصل می‌شوند و یک محل عبور برای حمل و نقل ماهی‌ها با شنا کردن آنها از یک محل پرورش تا محل بعدی در دسترس خواهد بود.

- به آرامی تور حمل و نقل را با دست یا با استفاده از جرثقیل بلند کنید، حجم داخل تور را بتدیج کاهش داده و ماهی‌های جوان را مجبور به شنا کردن به آن سوی تور رشد کنید.

مخازن انتقال ماهی

مخازن انتقال ماهی باید مجهز به یک سیستم انتشار هوا، دریچه‌ها برای جریان ورودی و خروجی آب و یک دریچه بزرگ نزدیک کف باشد. مخزن باید براساس شرایط محیطی عایق کاری شود. مدل‌های زیادی در بازار موجود هستند، اما ساخت یک نمونه با استفاده از مخازن پلاستیکی بزرگ برای انتقال آب هم امکان‌پذیر است (همانند مخازن آب خانگی).

روی در بزرگ پائینی، یک کشوی ویژه را می‌توان برای ذخیره‌سازی آسان ماهی ثابت کرد. یک لوله انعطاف‌پذیر پلاستیکی را هم می‌توان روی این دریچه تثبیت کرد. نیاز است یک قایق حامل مخازن ماهی به موارد زیر مجهز باشد:

- اکسیژن: استفاده از سیلندره‌های اکسیژن مورد استفاده برای مشعل برش دهنده اکسی استیلن یا آنهایی که برای اهداف پزشکی استفاده می‌شوند، امکان‌پذیر است. تعداد و اندازه سیلندرها را باید براساس تعداد مخازن به کار رفته، کارایی توزیع‌کننده هوا، فاصله سیلندرها تا محل قفس، دمای آب و شرایط گونه‌های خاص برآورد کرد.

- پمپ آب: اگر مخازن حمل و نقل مجهز به سیستم‌های گردش آب باز باشند، آب برای بیرون ریختن آخرین ماهی دسته و پاکسازی و در صورتیکه نیاز به حمل و نقل بیش از یک دسته ماهی در هر روز باشد، نیاز به پر کردن مجدد مخازن خواهد بود.

- اکسیژن سنج: یک اکسیژن سنج دستی مورد نیاز خواهد بود که همچنین باید با یک دماسنج همراه باشد.

- تنظیم کننده فشار اکسیژن: بخاطر وزن آب در مخازن حمل و نقل، حداکثر ظرفیت بارگیری قایق یک عامل محدودکننده خواهد بود. تعداد و حجم مخازن موجود روی قایق یک عامل مهم در بهینه‌سازی عملیات حمل و نقل است. اگر در یک کامیون حامل ماهی با یک تراکم (توده زیستی در هر مترمکعب) مناسب، انتقال ماهی بارگیری شده یک یا چند روز طول می‌کشد، تراکم ماهی منتقل شده روی عرشه وسیله نقلیه ممکن است دو برابر یا حتی سه برابر شود، مشروط بر اینکه در طول این عملیات، آب در

مخزن حمل و نقل احیاء شده باشد (این همان آب داخل کامیون نیست) و حمل و نقل به قفس چند ساعت یا دقیقه طول می کشد.

جدول ۳۱ نمونه ای از محاسبات قایق دارای مخازن حمل و نقل، شامل تعداد سفرها، زمان مورد نیاز برای انتقال هر دسته ماهی و زمان مورد نیاز برای عملیات کلی که نیاز است در زمان حمل و نقل ماهی های جوان به قفس ها در نظر گرفته شود، رانشان می دهد. در مثال ارائه شده (جدول ۳۴)، چگالی ماهی های منتقل شده به مخازن روی عرشه قایق سه برابر چگالی ماهی ها در مخازن روی کامیون هاست.

جدول ۳۴. مثال محاسبات انتقال ماهی های انگشت قد به قفس های پرورش

منبع	توصیف اقلام	کمیت مثال	محاسبه
a	تعداد مخازن روی قایق	۲	
b	حجم هر مخزن (m^3)	۲	
c	کل حجم مخزن روی قایق (m^3)	۴	$a \times b$
d	کل تعداد ماهی های جوان منتقل شده (no.)	۱۸۰,۰۰۰	
e	وزن میانگین یک ماهی (g)	۱۰	
f	کل وزن همه ماهی ها (kg)	۱,۸۰۰	$d \times e \div 1000$
g	تراکم حمل و نقل روی کامیون (kg/m^3)	۵۰	
h	تراکم حمل و نقل روی عرشه (kg/m^3)	۱۵۰	$g \times 3$
i	حجم مورد نیاز روی عرشه (m^3)	۱۲	$h \div F$
j	تعداد دسته های ماهی که حمل میشوند (مکان ← اسکله)	۳	$i \div C$
k	تعداد کل سفرها (رفت و برگشت)	۶	$j \times 2$
l	فاصله بین اسکله و مکان قفس (nm)	۲/۵	
m	سرعت قایق (kn)	۷/۵	
n	زمان هر سفر (دقیقه)	۲۰	$l \div m \times 60$
O	زمان برای بارگیری قایق (دقیقه)	۴۰	
p	زمان برای ذخیره سازی ماهی (دقیقه)	۲۰	
q	طول مدت سفر برگشت (دقیقه)	۱۰۰	$(n \times 2) + O + p$
r	کل زمان برای کل عملیات حمل و نقل (دقیقه)	۳۰۰	$q \times J$

در زمان افزایش تراکم ماهی در مخازن حمل و نقل قایق مراقبت اضافی نیاز است. انجام سفرهای اضافی برای جلوگیری از تنش و مرگ و میر ترجیح داده شده است. حمل و نقل متراکم ماهی نباید افزایش یابد اگر:

- ماهی در طول حمل و نقل جاده‌ای تحت فشار قرار گرفته باشد؛
- سرعت مرگ و میر از یک مقدار قابل قبول تجاوز کند؛
- کامیون بیش از حد بار زده شده و تراکم ماهی بسیار بالا باشد (مثلاً برای اینکه محل تخم‌ریزی به محل پرورش بسیار نزدیک است).

عملیات انتقال ماهی از کامیون به قایق

- بررسی کنید که تفاوت ارتفاع بین اسکله و سطح دریا به حد کافی باشد که انتقال ماهی از کامیون به قایق را براساس جاذبه ممکن سازد. همچنین باید توجه کرد آیا خروجی ماهی در کامیون در بخش پائینی مخازن است یا دهانه مخازن روی قایق‌ها در بالا قرار گرفته باشند. اگر سطح قایق بالاتر از کامیون باشد، ماهی‌ها را نمی‌توان بکمک جاذبه منتقل کرد و لذا باید سیستم‌های تنش‌زاتر دیگری اعمال شود (برای مثال، تور دسته‌دار، پمپ‌های ماهی).

- کامیون را در هنگام ورود بررسی کنید و وضعیت سلامت ماهی را تأیید کنید.

- آب را در مخازن کامیون با استفاده از آب دریا تعویض کنید تا ماهی‌های انگشت‌قد را با شرایط آبی جدید (برای مثال دما، شوری و اکسیژن) سازگار کند و تنش را کاهش دهد (عکس ۹۷). معمولاً، کامیون‌ها پمپی برای اجرای این گونه عملیات دارند. وگرنه، نیاز است یک پمپ برای انتقال آب از دریا به مخازن کامیون در اسکله موجود باشد. زمان مورد نیاز تبادل آب بازای هر درجه سلسیوس تفاوت دما، باید حداقل یک ساعت باشد (برای مثال در صورتیکه دمای آب مخزن کامیون 27°C و دمای آب دریا 24°C باشد، تبادل آب باید سه ساعت طول بکشد). باید تضمین شود که آب نزدیک اسکله عاری از آلوده‌کننده‌ها است.

- مخازن قایق را پر از آب کنید، سیستم تهویه را روشن و سطوح اکسیژن را بررسی کنید (عکس ۱۰۱).

- ماهی را از طریق یک لوله یا سرسره و براساس جاذبه به قایق منتقل کنید (عکس‌های ۹۹ و ۱۰۰). برای جلوگیری از برخورد ماهی‌ها به دیوارهای مخازن ذخیره سازی ماهی باید دقت شود. لوله انتقال انگشت‌قد‌ها مستقیماً به مخزن وارد شده و خروجی مخزن باید در جهت جریان آب قرار داشته باشد نه دیواره مخزن.

عملیات انتقال ماهی با قایق از اسکله به مکان قفس:

- همه دهانه‌های مخزن را محکم کنید.
- سطوح اکسیژن حل شده را بطور منظم بررسی کنید.
- اگر اکسیژن محلول به زیر سطح ایمنی ($2-3\text{ ppm}$) کاهش یابد، فشار اکسیژن را در سیستم افزایش دهید (عکس ۱۰۱).

عملیات‌ها ذخیره‌سازی ماهی در محل پرورش:

- قایق را روی طوقه قفس یا نرده بطور ایمن مهار سازید.
- سراسره مخزن را نصب می‌کنند و سر انعطاف‌پذی لوله انتقال را روی قفس قرار دهید.
- سطح آب را در مخزن انتقال با استفاده از دریچه خروجی پائین آورید.
- زمانی که سطح آب در حدود یک سوم حجم کل مخزن رسید، دریچه مخزن را باز کرده و همه ماهی‌ها را بیرون بریزید. ممکن است از یک جارو برای بیرون ریختن آخرین باقیمانده ماهی‌ها از مخزن استفاده شود (عکس ۱۰۲).
- در پایان عملیات حمل و نقل، همیشه یک بررسی غواصی برای تأیید میزان مرگ و میر، برداشتن ماهی‌های مرده و تعیین آسیب‌دیدگی تور اجرا می‌شود.



عکس ۱۰۰. یک قایق کاری کوچک مجهز به دو مخزن، هر یک با حجم 2 m^3 .



عکس ۹۹. ماهی‌های جوان با عبور از یک لوله سخت از کامیون به قایق منتقل می‌شوند.



عکس ۱۰۲. بیرون ریزی آخرین ماهی های انگشت قد در مکان پرورش. توجه کنید که سرسره بیرونی روی دریچه مخزن تعبیه شده و لوله انعطاف پذیر قرمز روی سرسره ای قرار دارد که تا قفس ادامه می یابد.



عکس ۱۰۱. یک مخزن بزرگ اصلاح شده برای حمل و نقل ماهی. در پیش زمینه تصویر، شکل اکسیژن سنج را می توان دید.

۸- تغذیه ماهی

تغذیه مهم ترین وظیفه مدیریت بهینه سازی است و برای افزایش کارایی فرایند تولید ضروری است. هدف اولیه اکثر پرورشگاه های ماهی تولید ماهی با کیفیت با پائین ترین هزینه است. تغذیه معمولاً بالغ بر ۷۵-۵۰ درصد هزینه های اجرایی یک محل پرورش کارآمد است. اگر هزینه های تغذیه کمتر از این درصد باشد، این احتمال می رود که سایر هزینه ها بسیار بالا بوده و ناکارآمدی هایی در عملیات مختلف وجود دارند.

قفس های متفاوت در مکان رشد به فرایندهای تغذیه ای متفاوتی نیاز خواهند داشت. مدیریت ضعیف تغذیه می تواند منجر به موارد زیر شود:

-افزایش هزینه های تولید (FCR بالاتر، چرخه رشد طولانی تر، هزینه های مدیریتی بیشتر و غیره).

- اثرات زیست محیطی بیشتر ناشی از غذای خورده نشده.
- اگر خوراک‌ها در سیلوها نگهداری نشوند، باید در انباری نگهداری شوند که وجود خصوصیات زیر در آن تضمین شوند:
- انبار باید انحصاراً به نگهداری خوراک اختصاص یابد.
- رطوبت پائین (خوراک باید خشک نگه داشته شود).
- دمای هوا نباید از ۴۰°F تجاوز کنند.
- بدون آفت باشد.
- همه سطوح باید قابل پاکسازی باشند.
- ورودی فقط برای کارکنان قانونی مجاز باشد.
- انبار خوراک باید خصوصیات فیزیکی هم داشته باشند تا جابجایی خوراک را تسهیل کنند، از جمله:
- امکان دسترسی به جرثقیل چنگک‌دار
- به اندازه کافی بزرگ تا امکان حرکت پالت‌ها باشد.
- نگهداری خوراک باید سازماندهی شود تا اولویت با خوراک‌های «قدیمی‌تر» باشد.
- طبق یک ضرب المثل «هرکه اول وارد شود، اول خارج می‌شود». این یعنی زمانی که یک برنامه جدید تغذیه ارائه می‌شود، خوراک قدیمی‌تر باید به جایی منتقل شود که آماده استفاده و در دسترس بوده و پشت غذای جدید نگهداری نشود.
- اگر تغذیه شل در محل پرورش مورد استفاده قرار گیرد، سیلوها برای نگهداری فله ای غذا در نظر گرفته می‌شوند. سیلوها جابجایی و توزیع تغذیه را تسهیل می‌کنند. اما بخاطر سطح پیشرفته‌تر مکانیزه‌سازی مورد نیاز برای جابجایی، تعیین کمیت و توزیع تغذیه، به سرمایه‌گذاری بیشتری از نظر تجهیزات تغذیه نیاز دارند.
- اگر یک سیستم تغذیه متمرکز مورد استفاده قرار نگیرد، پس یک قایق (یا قایق‌های) تغذیه اختصاصی باید مورد توجه قرار گیرند. اندازه، تعداد و خصوصیات قایق‌های تغذیه به اندازه محل پرورش، استراتژی‌های تولید و تغذیه بستگی دارند. ظرفیت بارگیری قایق‌های تغذیه باید بر طبق حداکثر نیازهای تغذیه‌ای که باید توزیع شود تعیین شود.

تأسیسات محلی (اسکله، پایه، بندر) هم باید برای بارگیری خوراک در نظر گرفته شوند. تأسیسات بارگیری آسان در قایق این عملیات را ساده خواهد کرد و زمان و هزینه‌های کل فعالیت غذادهی را پائین خواهد آورد.

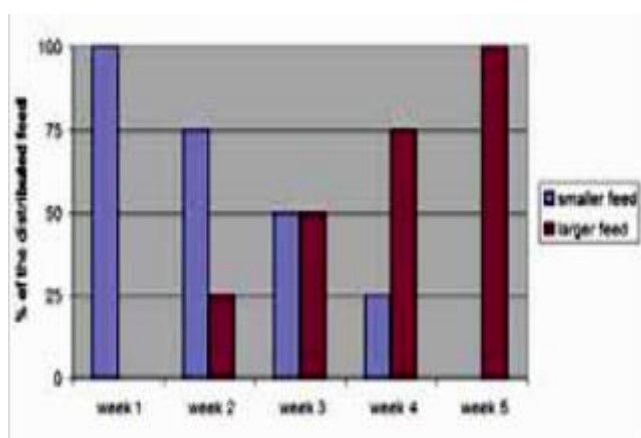
شرایط تغذیه و ضرایب تبدیل تغذیه براساس شرایط در حال تغییر محیطی (اکسیژن، دما، کیفیت آب، سرعت جریان، سرعت نور، طول روز)، متغیر هستند. بهره‌برداری از خوراک نیز طبق کیفیت رژیم غذایی و عوامل فیزیولوژیکی ماهی از جمله سن/اندازه، مرحله زندگی، سطح تنش و چرخه‌های زیستی و ساعت بیولوژیک درونزا تغییر می‌کند. همه این عوامل بر عدم اطمینان در مورد تعداد دقیق دفعات غذادهی و زمان‌بندی صحیح تغذیه تأثیرگذار می‌باشند. این موضوع ممکن است به تغذیه کمتر یا بیشتر ماهی‌ها و عملکرد اقتصادی ضعیف در عملیات پرورش ماهی بیانجامد.

برای تعیین میزان تغذیه روزانه (شکل ۵۲)، که براساس درصد وزن بدن در هر روز بیان می‌شود، پارامترهای اصلی که باید مورد توجه قرار گیرند به شرح زیر هستند:

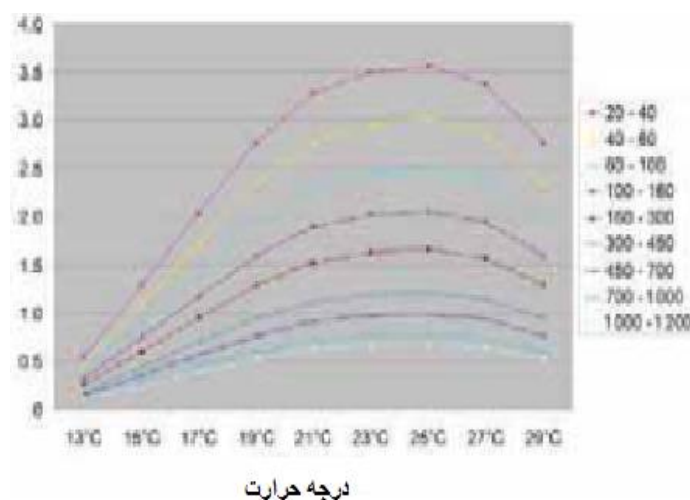
- اندازه ماهی؛

- دمای آب؛

- ترکیب خوراک (نیازهای تغذیه‌ای)



شکل ۵۳. تغییر اندازه پلت غذا



شکل ۵۲. میزان تغذیه روزانه برای سیم ماهی سرطلایی

(*Sparus aurata*)



شکل ۵۴. برچسب کیسه تغذیه

جداول تغذیه (جدول ۳۵) معمولاً توسط تولیدکنندگان خوراک برای هر نوع خوراک تجاری و هرگونه ماهی پرورشی در دسترس هستند. از این جدول‌ها باید به عنوان منبعی برای برآورد میزان واقعی تغذیه روزانه استفاده شود. اگرچه، عوامل دیگری نیز باید مورد توجه قرار گرفته و میزان تغذیه بر طبق آنها تعدیل یابد. این عوامل به شرح زیر هستند:

- اشتهای ماهی؛
 - سطح اکسیژن حل شده در آب (جریانات و حضور/ عدم حضور جرم روی تور)؛
 - بیماری‌ها؛
 - شرایط دریا؛
 - رویدادهای تنش‌زا (دستکاری، برداشت و غیره).
- هر جدول تغذیه، قابلیت کاربرد یک غذای خاص و گونه ویژه (مثال سیم ماهی سرطلایی در مورد جدول ۳۵)، مقدار غذایی که باید بین ذخایر ماهی توزیع شود، همراه با اندازه مناسبتر پلت غذای مصرفی را نشان می‌دهد.

مقادیر داخل جدول به صورت درصدی از توده زیستی که باید تغذیه شود بیان می‌شود.

جدول ۳۵. مثال یک جدول تغذیه روزانه به صورت درصدی از وزن بدن زنده

اندازه ماهی (گرم)	اندازه پلت (mm)	دما (°C)							
		۱۳	۱۵	۱۷	۱۹	۲۱	۲۳	۲۵	۲۷

۲۰	۴۰	۰/۵۵	۱/۲۹	۲/۰۳	۲/۷۷	۳/۲۸	۳/۴۹	۳/۵۶	۳/۳۷	۲/۷۷
۴۰	۶۰	۰/۴۷	۱/۰۹	۱/۷۲	۲/۳۴	۲/۷۷	۲/۹۵	۳/۰۱	۲/۸۵	۲/۳۴
۶۰	۱۰۰	۰/۳۹	۰/۹۱	۱/۴۲	۱/۹۴	۲/۳۰	۲/۴۵	۲/۴۹	۲/۳۶	۱/۹۴
۱۰۰	۱۶۰	۰/۳۲	۰/۷۵	۱/۱۷	۱/۶۰	۱/۸۹	۲/۰۱	۲/۰۵	۱/۹۴	۱/۶۰
۱۶۰	۳۰۰	۰/۲۶	۰/۶۰	۰/۹۵	۱/۲۹	۱/۵۳	۱/۶۳	۱/۶۶	۱/۵۷	۱/۲۹
۳۰۰	۴۵۰	۰/۱۹	۰/۴۴	۰/۷۰	۰/۹۵	۱/۱۲	۱/۲۰	۱/۲۲	۱/۱۵	۰/۹۵
۴۵۰	۷۰۰	۰/۱۵	۰/۳۶	۰/۵۷	۰/۷۷	۰/۹۲	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۹۴	۰/۷۷
۷۰۰	۱۰۰۰	۰/۱۲	۰/۲۹	۰/۴۵	۰/۶	۰/۷۳	۰/۷۷	۰/۷۹	۰/۷۵	۰/۶۱
۱۰۰۰	۱۲۰۰	۰/۱۱	۰/۲۵	۰/۳۹	۰/۵۳	۰/۶۳	۰/۶۷	۰/۶۸	۰/۶۴	۰/۵۳

مثال: دسته ۱۰۰,۰۰۰ تایی ماهی، $ABW=150\text{g}$ (۱۵,۰۰۰ کیلوگرم توده زیستی)، دمای آب 23°C

$\text{Kg} 301/5 = 15000 \times 2/101 =$ کمیت توصیه شده تغذیه روزانه

اندازه پلت = $4/5$ میلی متر

ماهی های بزرگتر باید از پلت های بزرگتر تغذیه کند که به تضمین بهترین FCR احتمالی کمک خواهد کرد. همان طور که ماهی رشد می کند، به پلت های بزرگتر نیاز دارند. جایگزینی غذای بزرگتر باید در یک طی دوره حدود یک ماهه و به آرامی صورت پذیرد. هم پلت های کوچک و هم بزرگ باید در طی دوره جایگزینی ارائه شوند، بدین ترتیب میزان تغذیه از پلت کوچکتر در حال کاهش و میزان پلت بزرگتر بتدریج افزایش می یابد (شکل ۵۳). این به ماهیها اجازه خواهد داد تا تدریجاً با اندازه تغذیه جدید سازگار شوند. ماهیهای کوچکتر دسته زمان بیشتری برای افزایش اندازه بطوری که بتوانند پلت های بزرگتری را بلعند، نیاز دارند. در زمان تغذیه در ابتدا، پلت های بزرگتر و سپس پلت های کوچکتر باید توزیع شوند.

از یک دفترچه ثبت اطلاعات باید برای ثبت تغذیه برای هر قفس استفاده شود. این دفترچه ثبت اطلاعات باید شامل موارد زیر باشد:

- میزان تغذیه، که به کیلوگرم و/یا تعداد کیسه ها بیان می شود.
- نوع تغذیه، از جمله برند/ نام و اندازه پلت
- طبق اشتها و رفتار ماهی تغذیه توزیع شده موجود باید ثبت شود.
- تعداد دسته ماهی های ID (کددار) تغذیه شده (شکل ۵۴) هم باید ثبت شود تا از قابلیت ردیابی محصول در طی کل چرخه مطمئن شویم.

سیستم های تغذیه

توسعه تجهیزات کارآمد و فن‌آوریها و روالهای همیشگی غذادهی، یک اولویت برای ارتقاء موفقیت فنی و مالی است، بویژه ازیئرو که هزینه تغذیه درصد بالایی از بودجه عملیاتی را شامل می‌شود.

در سیستم‌های قفسی بزرگتر، انتخاب استراتژی‌های تغذیه و سیستم تغذیه یکی از موضوعات عملیاتی اصلی است. بنابراین سرمایه‌گذاری‌ها در سیستم‌های تغذیه موثر و ثابت باید به سرعت بهبود یابند.

تغذیه کارآمد هم می‌تواند تأثیرات محیطی را کاهش دهد. بویژه زمانی که یک محیط پرورش قفسی در یک مکان نسبتاً باز باشد، عملیات ایمن و قابل اطمینان سیستم‌های تغذیه مهم می‌شود.

عوامل حیاتی که برای این نوع سیستم تغذیه مورد استفاده در محل پرورش ماهی، به شرح زیر هستند:

- هزینه‌های کار، آسانی عملیات،
- گونه‌های پرورش یافته؛
- مقیاس و نوع عملیات محل پرورش؛
- مقیاس تأسیسات نگهداری؛
- نوع و کمیت خوراک؛
- استراتژی‌های تغذیه محل پرورش؛
- در معرض قرار گرفتن، قابلیت اطمینان؛
- تأثیر توزیع غذا در سیستم نگهداری؛
- میزان تغذیه‌ای که در یک وعده غذایی می‌تواند ارائه شود.

رایج‌ترین گزینه‌ها برای توزیع خوراک، تغذیه دستی، لوله‌های تغذیه، غذاده‌های خودکار و غذاده‌های خودکار متمرکز هستند (عکس‌های ۱۰۳-۱۱۰). درمورد هر یک از اینها بصورت جداگانه در بخش‌های بعدی بحث می‌شود.



عکس ۱۰۴. لوله تغذیه با دمنده هوایی یکپارچه
که توسط یک موتور بنزینی کار می‌کند.



عکس ۱۰۳. یک کرجی با یک جرثقیل که برای
جابجایی پلت‌های غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



عکس ۱۰۶. مته زیر محفظه خوراک نصب شده است،
که خوراک را به مجرای هوا منتقل می‌کند
(سمت چپ)



عکس ۱۰۵. لوله تغذیه با دمنده هوایی یکپارچه که
با یک موتور بنزینی کار می‌کند. در این مورد، خوراک
از طریق یک مته خودکار الکتریکی به دمنده منتقل
می‌شود.



کارکنان محل پرورش ماهی باید به چندین جنبه مختلف را مورد توجه قرار دهند:

- جریان‌ها: تغذیه باید از سمت جریان بالای قفس توزیع شود.
- باد: باد می‌تواند غذاها را به خارج از قفس ببرد.
- اشتها ماهی: باید بطور دقیقی کنترل شود و میزان توزیع خوراک باید بر طبق آن تعدیل شود.
- جریان‌های القاء شونده: در زمان تغذیه، ماهی‌ها اغلب می‌توانند در یک جریان مدور تغذیه کنند.
- نوع خوراک تغذیه شده: میزان زیادی از کیسه‌ها در قایق می‌توانند سبب سردرگمی و اشتباهات کارگران شوند.

تغذیه دستی

مزیت اصلی تغذیه دستی این است که پرورش دهندگان می‌توانند بطور دقیقی اشتها ماهی‌هایشان را کنترل کنند و در نتیجه می‌توانند میزان مواد غذایی فراهم شده را تعدیل کنند. تغذیه دستی همچنین توجه کارگران پرورش ماهی را به رفتار ماهی افزایش می‌دهد، که می‌تواند به شیوع بیماری احتمالی یا سایر مشکلات در مرحله قبلی اشاره کند.

تغذیه دستی پرزحمت و زمان‌بر است، بنابراین ممکن است در محل‌های پرورش بزرگ بسیار دشوار یا از نظر هزینه‌های نیروی کار پرهزینه باشد.

تغذیه دستی زمانی ترجیح داده می‌شود که ماهی‌های جوان برای اولین بار وارد قفس می‌شوند تا کنترل بهتر رفتار تغذیه و توزیع بهتر تغذیه را در این مرحله اولیه حیاتی تضمین کنند. علاوه بر این، پلت‌های کوچک اندازه ممکن است به آسانی در تجهیزات تغذیه خودکار آسیب ببینند. نتایج حاصل از تغذیه دستی به قابلیت اطمینان و پشتکار کارکنان بستگی دارد. تغذیه دستی ممکن است در قفس‌های بزرگ دشوار باشد و در صورت مشاهده شرایط بد قفس، مزیت‌های تغذیه دستی به حداقل می‌رسند.

لوله‌های تغذیه

لوله‌های تغذیه، کار پرسنل درگیر در تغذیه دستی را کاهش می‌دهند. این حالت را می‌توان یک سیستم تغذیه نیمه خودکار در نظر گرفت، خوراک اغلب با دست داخل لوله‌های تغذیه ریخته می‌شود، در حالی که توزیع مکانیزه است.

ساده‌ترین سیستم‌ها شامل یک قیف کوچک تغذیه (۵۰ لیتر) مجهز به یک دمنده هوا (صفحات ۱۰۶-۱۰۴) یا پمپ آب (صفحات ۱۰۷ و ۱۰۸) هستند که با یک موتور دیزل، بنزینی و یا هیدرولیکی کار می‌کنند و غذاها را توزیع می‌کنند. بسته به اندازه موتور، پراکنش غذا را می‌توان تا ۳۰ متر گسترش داد. ظرفیت توزیع غذا معمولاً بین ۲۵ و ۱۵۰ کیلوگرم/دقیقه تغییر می‌کند. خوراک دهنده‌های لوله‌ای متحرک در اندازه‌های زیادی در دسترس هستند که اکثر آنها را یک نفر می‌تواند اداره کند.

لوله‌های تغذیه رفتارهای مشابه سیستم تغذیه دستی دارند (جریان‌ها، باد، اشتها ماهی و غیره). نگهداری دستگاه و تامین سوخت آن هم جنبه‌های دیگری هستند که باید مورد توجه قرار گیرند. لوله‌های تغذیه که معمولاً از جنس فایبرگلاس یا HDPE هستند را هم می‌توان در قایق‌های مخصوص تغذیه نصب کرد (عکس ۱۰۹). اندازه قایق تحویل غذا وابسته به میزان خوراک (معمولاً در شکل پلت‌های خشک) است که باید تحویل داده شود.

غذاده‌های خودکار

غذاده‌های خودکار سیستم‌های کاملاً خودکاری هستند که یک دوز مشخص خوراک را به یک قفس خاص در زمان‌های مشخص ارائه می‌دهند. آنها عموماً سه جزء اصلی دارند:

- محفظه خوراک؛

- دستگاه توزیع و تقسیم؛

- یک دستگاه زمان‌بندی؛

برندها و مدل‌های زیادی از غذاده‌های خودکار موجود هستند. آنها ظرفیت‌ها و اندازه‌های گوناگونی دارند و مکانیزم‌های تقسیم و توزیع متعددی دارند. عکس ۱۱۱ مثالی از یک غذاده خودکار شناور را نشان می‌دهد.

غذاده‌های الکتریکی یا خودکار باتری‌خور با تایمرهایی کنترل می‌شوند که در طول مدت تغذیه، فاصله زمانی بین خوراک‌ها را تنظیم می‌کنند. مثلاً از یک کنترلگر منفرد می‌توان برای یک غذاده تکی استفاده کرد، ولی با یک سیستم کنترل مرکزی می‌توان چندین غذاده را اداره کرد. این نوع تجهیزات معمولاً برای نصب در مکان‌های باز خارج از ساحل مناسب نیست، زیرا معمولاً اقلام تجهیزات سبک برای تحمل دریا‌های خشن طراحی نمی‌شوند.



عکس ۱۰۷. لوله تغذیه متصل به پمپ آب. پمپ آب با سیستم هیدرولیک قایق کار می‌کند.

عکس ۱۰۸. لوله تغذیه با پمپ آب یکپارچه، با یک موتور بنزینی کار می‌کند.



عکس ۱۰۹. قایق با یک خوراک دهنده لوله نیمه خودکار. در این مورد، لوله با یک محفظه خوراک بزرگ برای نگهداری خوراک توده‌ای فراهم شده است. میزان خوراکی که باید برای هر قفس توزیع شود توسط کاپیتان قایق کنترل شده، با استفاده از کنترل‌های الکترونیکی روی پل.

سیستم‌های تغذیه متمرکز

یک سیستم تغذیه متمرکز برای کنترل تعداد زیادی قفس که بطور همزمان و از یک مکان تغذیه می‌شوند، به کار می‌رود. این سیستم‌ها یک معیار اقتصادی دارند. همان طور که میانگین اندازه واحدهای آبی پروری رشد کرده، فشار برای کارایی هم افزایش یافته است و در نتیجه این سیستم‌های تغذیه ظرفیت توسعه یافته تری داده‌اند. در نتیجه این سیستم‌ها امکان کنترل بیشتر محل پرورش و پایش پیشرفته‌تری را برای پرورش دهنده فراهم می‌کند.

یک سیستم تغذیه خودکار عموماً شامل: بخش‌های نگهداری فله ای خوراک (سیلوها یا کرجی شناور) (عکس ۱۱۰)، واحد دمنده، دریچه‌های چرخنده، سیستم توزیع خوراک و سیستم کنترل غذاده هستند (عکس‌های ۱۱۴-۱۱۱).

خوراک در یک یا چند سیلوی مرکزی نگهداری شده و از آنجا از طریق یک مته به یک واحد تقسیم منتقل شده (عکس ۱۰۶) و سپس به یک واحد تزریق خوراک منتقل می‌شوند. پس از آن، این خوراکها از طریق لوله اصلی انتقال خوراک و سپس از طریق یک دریچه توزیع و هریک از لوله‌های تغذیه، جداگانه به قفس‌های مقصد دمیده می‌شوند (صفحات ۱۱۲ و ۱۱۳).

سیستم‌های تغذیه متمرکز تا حد زیادی میزان نیروی کار مورد نیاز برای تغذیه را کاهش می‌دهند (که از نظر سنتی بسیار پر زحمت است)، اما آنها نیز به صرف هزینه و سرمایه بالا نیاز داشته و ممکن است برای سایت‌های که به طور گسترده‌ای گسترش یافته و یا دور از ساحل هستند، مناسب نباشد.

سیستم‌های مبتنی بر سکو با سیلوهای شناور بزرگ بطور فزاینده‌ای برای قفس‌های خارج از ساحل استفاده می‌شوند (عکس ۱۱۴).



عکس ۱۱. غذاده‌های خودکار



عکس ۱۱۰. تأسیسات روی خشکی: سیلوها برای نگهداری فله‌ای خوراک روی لبه عرشه واقع می‌شوند تا بارگیری آسان خوراک را در قایق ممکن سازند.



عکس ۱۱۳. لوله‌های انتقال خوراک به قفس‌ها،

به سیستم خوراک متمرکز



عکس ۱۱۲. جزئیات یک سیستم تغذیه متمرکز.

متصل

دو واحد توزیع خوراک قابل رویت هستند که چندین لوله HDPE خوراک را به قفس‌ها می‌رسانند.



عکس ۱۱۴. سیستم تغذیه متمرکز روی یک کرجی ویژه

سیستم‌های تغذیه متمرکز شامل اجزاء زیر هستند:

- سیلوهای تغذیه خوراک را نگهداری می‌کنند و در ظرفیت‌های گوناگون موجود هستند. امنیت اپراتور و راحتی انتقال خوراک عوامل کلیدی هستند که باید مورد توجه قرار گیرند.
- دمنده‌های هوا خوراک را از طریق لوله‌ها منتقل می‌کنند و ممکن است با نیروی الکتریکی دیزلی یا هیدرولیک کار کنند.
- دریچه‌های چرخنده همزمان با قراردادن قیف در جریان هوا، خوراک را در سیلوها اندازه‌گیری می‌کنند. سرعت چرخش ثابت یا متغیر است. کنترل سرعت متغیر، میزان خوراکی را که به لوله توزیع منتقل می‌شود، تنظیم می‌کند. دسترسی راحت مهم است زیرا این دریچه‌ها نیاز به تعمیر و نگهداری منظم دارند.
- سیستم‌های توزیع (یا چند راهه‌ها) امکان ایجاد چندین خروجی غذاده را از یک ورودی فراهم می‌کنند. این شیوه، تغذیه چندین قفس را با استفاده از خروجی‌های تغذیه چندگانه در یک قفس بزرگتر ممکن می‌سازد.
- لوله‌های انتقال خوراک: تعیین موقعیت دقیق لوله‌های انتقال خوراک آسیب به پلت خوراکی را به حداقل می‌رساند. لوله‌های انتقال اکثراً از HDPE ساخته می‌شوند. دماهای بالا ($>50^{\circ}\text{C}$) بطور قابل توجهی مقاومت و سائیدگی لوله را کاهش می‌دهد.
- سیستم کنترل خوراک دهنده با کامپیوتری کار می‌کنند که دائماً وضعیت سیستم را کنترل می‌کند.

این سیستم‌ها همه با کامپیوتر کنترل می‌شوند. ارزش این سیستم‌ها در صورتیکه با سیستم‌های کنترل‌کننده بازخورد یا سیستم‌های ارتقاء یافته کنترل اشتها که مصرف واقعی خوراک در ماهی را کنترل می‌کنند همراه باشد، تا حدود زیادی بیشتر خواهد شد.

چندین نوع سیستم کنترل اشتها از جمله دوربین‌های ویدیویی و شمارشگر پلت وجود دارند. دوربین‌های ویدیویی زیرآبی را می‌توان داخل هر قفس نصب کرد. سیگنال ویدئو به یک واحد کنترل مانیتورینگ (یک صفحه نمایش) منتقل می‌شود و پرسنل مسئول کنترل عملیات تغذیه می‌توانند بررسی کنند که آیا اتلاف خوراک رخ داده و می‌توانند بر طبق آن میزان تغذیه را کاهش دهند.

۹- مدیریت ذخیره‌سازی ماهی

توصیه‌هایی در مورد موضوعات مدیریتی از جمله نیازهای تغذیه‌ای، مدیریت بیماری و دستکاری بدون توجه به سیستم پرورشی مورد استفاده (قفس‌ها، آبگیرها، مخازن و غیره) وجود دارند. به این دلیل، اطلاعاتی که ممکن است دقیقاً به آبی‌پروری قفسی ربط نداشته باشند در این فصل ارائه شده است.

کنترل و ارزیابی توده زیستی

تحلیل پارامترهای زیست‌شناسی برای ارزیابی رشد ماهی، صرف نظر از فن‌آوری مورد استفاده، یکسان می‌باشد. ماهی‌های پرورش یافته در آبگیرهای داخل خشکی یا قفس‌های دور از ساحل ممکن است با استفاده از همان روش (برای ارزیابی رشد) و پارامترها (برای شرایط رشد) ارزیابی شوند. برخی از مفیدترین شاخص‌ها برای تحلیل در زیر توضیح داده می‌شوند که شامل FCR، SGR و شاخص شرایط (CI) هستند.

- ضریب تبدیل تغذیه (FCR): نسبت بین وزن خوراک داده شده به ماهی ها و افزایش وزن ماهی است. این یک اندازه گیری از تبدیل کارآمد غذای یک ماهی به توده بدنی (یعنی افزایش وزن) است. بنابراین یعنی، برای FCR به اندازه ۲/۸ مقدار ۲/۸ کیلوگرم خوراک برای تولید ۱ کیلوگرم وزن ماهی زنده مورد نیاز است.

$$FCR = \frac{\Sigma \text{Feed}}{W_1 - W_0}$$

که

- خوراک Σ مقدار خوراک توزیع شده در طول یک فاصله زمانی دقیق t_0 - t_1 است؛

- W_0 توده زیستی ماهی در t_0 (شروع دوره)

- W_1 توده زیستی ماهی در t_1 (پایان دوره)

میزان رشد ویژه (SGR): یک مقیاس از رشد سریع ماهی در یک فاصله زمانی مشخص است. رشد ماهی که افزایش وزن نامیده می شود، بندرت یک الگوی خطی را دنبال می کند و بنابراین از لگاریتم طبیعی (ln) برای تبدیل داده ها استفاده شده است.

$$SGR = 100 \frac{\ln W_1 - \ln W_0}{t_1 - t_0}$$

که t_1 - t_0 دوره زمانی (تعداد روزها) است؛

- W_0 توده زیستی ماهی در t_0 است؛

- W_1 توده زیستی ماهی در t_1 است؛

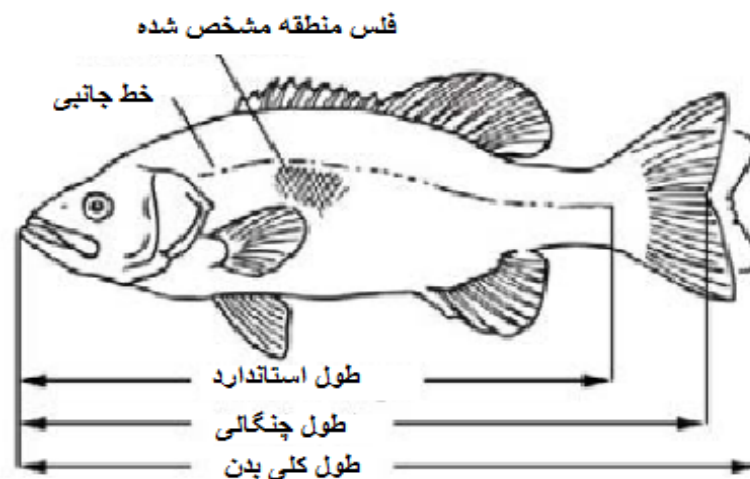
ضریب شرایط (k) یا شاخص شرایط (CI) واحدسنجه ای برای تعیین چگونگی وزن گرفتن یک ماهی در طی رشد طولی است. ماهی سریع تر از افزایش طول، افزایش وزن دارد، ولی اساساً همان طور که درازتر می شود «چاق تر» می شود. ضریب شرایط روشی را برای مقایسه سلامت نسبی گروه های ماهی فراهم می کند. گونه های مختلف نمای مختلفی دارند، اما اکثراً یکی از حدود سه را دارند.

$$K = \frac{W}{SL^3}$$

که

- W وزن ماهی است؛

- SL طول استاندارد ماهی است.



شکل ۵۵. اندازه‌گیری‌های اصلی طول ماهی

طول استاندارد از نوک دهان ماهی تا پایه دم اندازه‌گیری شده و شامل باله دم نیست، که می‌تواند در اندازه‌های متغیر باشد. شکل ۵۵ پرکاربردترین اندازه‌گیری‌های ماهی را فراهم می‌کند. ثبات در روش اندازه‌گیری برای مقایسه نتایج بین دسته‌ها و با گذشت زمان مهم است، بنابراین کارکنان باید در مورد روش‌های دقیق اندازه‌گیری آموزش ببینند.

ردیابی قفس‌ها و دسته ماهی‌ها

تنها زمانی می‌توان از قابلیت ردیابی در یک محل پرورش قفسی اطمینان حاصل کرد که اطلاعات ثبت شده بر طبق دسته ماهیها سازماندهی شده باشند و نه براساس قفس‌ها. شمارش قفس باید به وضعیت هر قفس در شبکه مهاربندی هم اشاره داشته باشد، در حالی که دسته‌های ماهی ممکن است در طی چرخه تولید از یک قفس به قفس دیگری منتقل شوند.

یک کد ID منحصر بفرد باید بای هر دسته جدید ماهی که وارد قفس می‌شوند، اختصاص یابد. از این کد برای ثبت همه اطلاعات مرتبط برای تضمین قابلیت ردیابی استفاده خواهد شد. جدول ۳۶ مثالی از کدگذاری دسته‌ها نشان می‌دهد. یک کد گونه‌ای دوحرفی به هر گونه پرورشی اختصاص دارد و سپس تعداد هر دسته شامل کد گونه‌ها (دو حرف)، سال ذخیره‌سازی (دو سال) و تعداد بعدی برای دسته‌هایی از آن گونه خواهد بود. مثال زیر به دسته SB1105 ربط دارد که پنجمین دسته سیم ماهی ذخیره شده در این محل پرورش در سال ۲۰۱۱ است.

جدول ۳۶. مثال شمارش دسته‌های ماهی

شمارش دسته	کد گونه	سال آزادسازی	عدد پیشرونده
	SB	۱۱	۰۵

گزارش ذخیره‌سازی ماهی

برای مدیریت ذخیره‌سازی، تهیه یک گزارش ذخایر، یک ابزار کنترل اصلی دسته‌های ماهیان مختلف را فراهم خواهد کرد. این گزارش باید شامل همه پارامترهای بیولوژیکی مرتبط و اطلاعات دسته باشند که برای ارزیابی سریع وضعیت هر دسته می‌توانند مفید باشند. هر گزارش به یک دوره خاص یک هفته (ترجیحاً) یا یک ماه اشاره دارد، و اطلاعات راجع به هر دسته وجود دارند.

یک گزارش جامع ذخیره‌سازی می‌تواند شامل نوع اطلاعات نشان داده شده در جدول ۳۷ باشد. همچنین این گزارش می‌تواند شامل اطلاعاتی در مورد هر نمونه ماهی باشد که در طول دوره گزارش گرفته می‌شود. اطلاعات هر نمونه‌گیری باید شامل: تعداد ماهیان دسته، تاریخ، تعداد ماهی‌های نمونه‌گیری شده، میانگین وزن پیش‌بینی شده، وزن محاسبه شده در مشاهده عینی، ضریب تغییر باشند (اگر جداگانه نمونه‌گیری شوند).

جدول ۳۷. لیست اطلاعاتی که باید در گزارش آزادسازی دوره ماهی برای کنترل مدیریت برای هر دسته ماهی گنجانده شوند

منبع	اطلاعات	توصیف
۱	دوره	دوره زمانی منبع گزارش: تاریخ شروع (T1) و تاریخ اتمام (T2)
کلی		
۲	تعداد ماهیان دسته (no.)	همان طور که در جدول ۳۵ شرح داده شد.
۳	قفس	وضعیت دسته، یعنی تعداد قفس‌هایی که دسته ماهی‌ها در آنها آزاد شد
a	تعداد دریچه (no.)	تعداد ماهی در T1 (داده‌ها از گزارش قبلی)
b	مرگ و میر (no.)	تعداد ماهی مرده
c	نمونه و انتقال (no.)	تعداد «نمونه» ماهی نمونه‌برداری شده یا منتقل شده از قفسی به قفس دیگر
d	تعداد نهایی (no.)	تعداد ماهی در T2 (a-b-c-v)
e	وزن میانگین (kg)	وزن میانگین در T2

f	توده زیستی اولیه (kg)	توده زیستی در T1 (داده‌ها از گزارش قبلی)
g	توده زیستی نهایی (kg)	توده زیستی در T2 (exd)
h	رشد ماهی (%)	$(g-f) / f \times 100$
i	آخرین نمونه برداری (تاریخ)	آخرین تاریخ نمونه گیری
تغذیه		
j	خوراک ارائه شده (kg)	خوراک توزیع شده در دوره‌های T1-T2
k	تغذیه روزانه (%)	میزان میانگین تغذیه برای دوره $(j/n) / ([F+g]/2) \times 100$
m	کل تغذیه انباشته (kg)	کل میزان تغذیه ارائه شده از تاریخ ذخیره‌سازی (m از دوره قبلی j+)
n	روزهای تغذیه (no.)	تعداد روزهای تغذیه در دوره
مرگ و میر		
o	مرگ و میر (%)	$(b/a) \times 100$
p	مرگ و میر در دوره گزارش قبلی	داده‌ها از گزارش قبلی
q	میزان مرگ و میر (روند)	روند مرگ و میر در مقایسه با دوره گزارش فعلی و قبلی (بالا، پائین‌تر، ثابت)
R	مرگ و میر تجمعی (no.)	تعداد تجمعی ماهی‌های مرده ثبت شده از تاریخ ذخیره‌سازی (p+b)
S	مرگ و میر تجمعی (%)	$(r/c) \times 100$
t	مرگ و میر تجمعی به صورت توده زیستی (kg)	توده زیستی ماهی‌های مرده (bxe)، به t قبلی اضافه شد (مرگ و میر تجمعی به صورت توده زیستی [kg]).
برداشت		
v	جمع‌آوری در دوره گزارش (no.)	تعداد ماهی جمع‌آوری شده در طول دوره گزارش
w	جمع‌آوری در دوره گزارش (%)	توده زیستی جمع‌آوری شده در طول دوره گزارش
x	جمع‌آوری (صید) تجمعی (no.)	کل تعداد ماهی‌های جمع‌آوری شده از تاریخ ذخیره‌سازی تا T2
y	جمع‌آوری (صید) تجمعی (kg.)	کل توده زیستی جمع‌آوری شده از تاریخ جمع‌آوری تا T2
منشأ		
z	تاریخ آزادسازی (تاریخ)	
A	تعداد روزهای در رشد (no.)	تعداد روزها از تاریخی ذخیره‌سازی تاکنون (Z-T2)
B	محل تخم‌ریزی	محل تخم‌ریزی که برای ماهی فراهم شده

C	تعداد آغازین (no.)	تعداد ماهی‌های دریافت شده از محل تخم‌ریزی
D	توده زیستی آغازین (kg)	$(C \times E)$
E	میانگین وزن آغازین (kg)	وزن میانگین در زمان زمان ذخیره‌سازی
SGR و FCR		
F	SGR انباشته	SGR محاسبه شده از تاریخ آزادسازی (Z) تا T2 $(\ln[g+y+t] - 100[D]/A \times 100)$
G	SGR در دوره گزارش	SGR محاسبه شده از T1 تا T2 $100 \times (\text{دوره} / \text{تعداد روزها}) (\ln(g+w) - \ln(f))$
H	FCR انباشته، اقتصادی	FCR محاسبه شده از ذخیره‌سازی به T2 $(m/[g+y-D])$
I	FCR انباشته، بیولوژیکی	همانند FCR اقتصادی است، البته با توجه میزان مرگ و میر گروهی $(m/[g+y+t-D])$
J	FCR دوره	FCR محاسبه شده از T1 تا T2 $(j/[g-f])$
تراکم		
K	کیلوگرم بر مترمکعب	تراکم بیان شده به کیلوگرم در هر مترمکعب (g/حجم قفس)
L	کیلوگرم به مترمربع	تراکم بیان شده به کیلوگرم در هر مترمربع (g/مساحت قفس)
غیره		
M	جابجایی	نکات در مورد رویدادهای بیرونی موثر بر ماهی (برای مثال، نمونه‌گیری، تعیین موقعیت تجهیزات، صید و برداشت)
N	بیماری شناسی	نکاتی در مورد بیماری‌ها و درمان‌های احتمالی در طول دوره گزارش

نمونه‌گیری از ماهی‌ها

اکیداً توصیه می‌شود که پرورش‌دهندگان بصورت دوره‌ای از هر دسته از ماهی‌ها نمونه‌گیری کنند تا میزان رشد را بررسی نموده و و یا مشاهداتی در مورد سلامت ماهی صورت گیرد. زمانی که یک نمونه ماهی را در نظر می‌گیریم، چندین رویکرد متفاوت ممکن است اتخاذ شود، از جمله:

۱. نمونه‌گیری زنده در داخل قفس. ماهی را بگیرید و روی عرشه قایق مشاهداتی صورت دهید، و سپس ماهی را به قفس برگردانید (صفحات ۱۲۰-۱۱۵). این به‌کارآمدترین روش از لحاظ زمانی بهره‌وری از زمان است، اما قایق باید مجهز به یک ترازوی آویزان، یک مخزن (احتمالاً دارای سیستم تهویه)، کانتینرهای کوچک که ماهی را وزن می‌کنند، یک تور ماهیگیری و یک تور دسته‌دار باشد.

روند نمونه‌گیری به شرح زیر است:

- قایق روی سمت بیرونی قفس مهار شده است.

- گروه بزرگ‌تری از ماهی‌ها (بیش از یک تن) با تور بزرگ گرفته می‌شوند (عکس ۱۱۵). یک غواص می‌تواند در به تور انداختن ماهی موثر باشد و تضمین می‌کند که ماهی‌های نمونه‌گیری شده نشاندهنده کل جمعیت قفس هستند (از جمله ماهی‌های کوچکتر یا ضعیف‌تری که اغلب در کف قفس پیدا می‌شوند).

- تعداد کمی از ماهی‌ها (در حدود ۲۰۰-۳۰۰ ماهی) با تور دستی به مخزن روی عرشه برده می‌شوند (صفحات ۱۱۶-۱۱۷). اگر ماهی‌ها به جابجا شدن بیش از حد حساس باشند، یک دوز مشخص مشخص از دادروی بی‌حسی را می‌توان به مخزن اضافه کرد. یک تور اضافی را می‌توان برای مخزن فراهم کرد که در پایان عملیات، تعداد اندکی همایی در مخزن باقی می‌مانند بالا برود و بعد.

- ماهی‌ها وزن می‌شوند و به قفس برگردانده می‌شوند (صفحات ۱۲۰-۱۱۸). این عملیات را می‌توان روی یک ماهی یا گروهی از ماهی‌ها انجام داد. گزینه دوم اگرچه سریع‌تر است، اما اطلاعاتی در مورد تغییر اندازه ارائه نمی‌کند. این اطلاعات ممکن است زمانی مرتبط باشند که این دسته به زودی جمع‌آوری و فروخته می‌شود، ولذا اطلاعات در مورد تغییر اندازه ماهیها مورد نیاز است.

۲. نمونه‌گیری زنده در ساحل. روش کلی شامل صید ماهی، انتقال به یک تأسیسات روی خشکی، انجام اندازه‌گیری‌ها روی خشکی و سپس برگرداندن ماهی به قفس است. این روش متناوب زمانی توصیه می‌شود که وضعیت دریا نامناسب است، که می‌تواند باعث شود ترازوها اعداد نادرستی را نشان دهند. روش نمونه‌گیری زنده بسیار مشابه با روش مذکور است، با این تفاوت که در این مورد، دو مخزن نیاز خواهند بود، که هر دو باید مجهز به یک سیستم تهویه باشند. ترازو باید روی اسکله، نزدیک قایق قرار گیرد. سپس ماهی‌ها بعد از هر وزن‌کشی از یک مخزن به مخزن دیگر روی خشکی منتقل می‌شوند.

۳. نمونه‌گیری نهایی. یک نمونه ماهی صید شده، کشته و سپس به تأسیسات روی خشکی برای اندازه‌گیری‌ها برده می‌شود. این گزینه زمانی ترجیح داده می‌شود که یک بررسی دقیق‌تر ماهی مطلوب باشد. در این مورد، طول و وزن هر ماهی را می‌توان بدرستی اندازه‌گیری کرد. علاوه بر این، یک معاینه بیماری‌شناسی را می‌توان در مکان یا در یک آزمایشگاه تخصصی انجام داد.

همان‌طور که شرح داده شد، ماهی‌ها ماهیها با شوک در مخزن پر از آب دریا و یخ آبکی کشته می‌شوند (فصل ۱۰). اگر بررسی‌های ماهی‌ها شامل بررسی انگل‌های خارجی هم باشد، نمونه‌ها باید با یک بی‌حسی تصادفی با استفاده از ابزار مناسبی نظیر یک دسته چوبی سنگین یا قلم فلزی کشته شوند،

بصورتیکه ضربه‌ای به سر در قسمت بالای چشم‌ها ایجاد کند (منطقه مجاور مغز). بی‌حسی تصادفی بدین صورت ضروری است زیرا انگل‌های خارجی ممکن است در آب- یخ شل از میزبان جدا شوند. همیشه بعد از بی‌حسی ماهی‌ها را در یخچال نگهدارید.

نکته: تعدادی از مواد شیمیایی به صورت داروهای بی‌حسی ماهی موجود هستند، از جمله ۲-فنوسی اتیهانول، روغن میخک، و MS-222. قرارگیری ماهی‌ها در معرض دارو با سطوح غلظت مختلف بسته به گونه‌ها، دمای آب و سطح تسکین مورد نیاز تغییر می‌کنند. علاوه بر این داروهای شیمیایی ممکن است تأیید شده نباشند، بنابراین داروهای تأیید شده باید در اولویت قرار گیرند. مطمئن شوید که مخزن زهکشی گردیده و شسته شده و بعد از نمونه‌گیری از هر قفس دوباره با آب شور تمیز پر می‌شود تا از آلودگی نمونه‌های انگل جلوگیری شود.



عکس ۱۱۶. ماهی‌ها با یک تور دسته‌دار صید



عکس ۱۱۵. ماهی‌ها با یک تور بزرگ صید می‌شوند.

و جمع آوری می شوند.



عکس ۱۱۸. ماهی ها شمرده شده و در گروه های کوچک نمونه گیری می شوند.

عکس ۱۱۷. مخزن نگهداری ماهی های کوچک روی عرشه، یک وسیله خدماتی با یک آستر تور درونی است.



عکس ۱۱۹. وزن هر گروه ماهی اندازه گیری شده است عکس ۱۲۰. جزئیات یک تراوزی آویزان و قاب قابل حمل آن

۱۰- جمع آوری و بسته بندی

چرخه تولید زمانی که ماهیها به اندازه مطلوب بازار رسیده اند و می توانند به فروش برسند، با جمع آوری ماهی ها به پایان می رسد. در این زمانهیی.

قابلیت دسترسی منظم و ماهی‌ها با کیفیت خوب یکی از عوامل اصلی است که آبی‌پروری را از ذخایر شیلات آبیانحیات وحش متمایزکنمجزا میکند. این یک مزیت از نقطه نظر تجاری است، اما درضمن به معنی مسئولیت ویژه برای تولیدکنندگان نیز هست. تولیدکنندگان حتی در تعهدات قراردادی با مشتری‌های خود برای تأمین محصول در روزهای از قبل تعیین شده و به تعداد دقیق درگیر می‌شوند. برخی از تکنیک‌های جمع‌آوری بطور مفصل شرح داده می‌شوند. تصمیم در مورد بهره‌گیری از انتخاب تکنیک به تجربه اپراتور، همچنین به سایر عوامل نظیر نوع قفس‌ها، شرایط دریا و شرایط آب و هوا در زمان جمع‌آوری، کمیت ماهی جمع‌آوری شده، گونه‌های هدف و تراکم ماهیهای داخل قفس بستگی دارد. جمع‌آوری یک عملیات مهم است که به استفاده از اپراتورها و غواص‌های آموزش دیده و ماهر نیاز دارد. مقادیر ماهی‌هایی که باید از هر قفس جمع‌آوری شوند باید با زمان برنامه‌ریزی شود. برگزاری جلسات جلسه فنی برای ایجاد هماهنگی در خدمه برداشت ماهی مفید است.

از مشکلات یشایعی که ممکن است در یطی عملیات جمع‌آوری ماهی‌ها رخ دهد شامل جمع‌آوری تعداد اشتباهی از ماهی‌ها، آسیب به ماهی‌ها و عدم موفقیت برای خنک کردن صحیح ماهی‌های جمع‌آوری شده صورت هستند. این مشکلات حیاتی هستند و هر مراقبتی باید برای پیشگیری از آنها اعمال شود:

صید بسیار اندک ماهی

اگر در اولین تلاش برداشت، ماهی کافی برای تأمین سفارشات را فراهم نکند، باید تلاش‌های بیشتری صورت گیرند. پاکسازی مکرر تور جمع‌آوری می‌تواند دشوار باشد، در برخی از موارد، ممکن است نیاز باشد تور ماهیگیری در خشکی آماده شود، ممکن است بطری‌های غواصی ناکافی باشند و یا ممکن است غواص‌ها به حداکثر مدت مجاز ماندن شان در زیر آب نزدیک شوند. علاوه براین، پاکسازی‌های مکرر تور جمع‌آوری می‌تواند بر ماهی‌های داخل قفس فشار و استرس وارد آورند، که با ریسک‌های بعدی بیماری یا عدم اشتها همراه خواهد بود.

صید بسیار زیاد ماهی

اگر بیشتر از تعداد برنامه‌ریزی شده ماهی صید شود، ممکن است انبارها و حتی یخ ناکافی بوده و در نتیجه ممکن است زنجیر سرد حفظ نشود.

بطور متناوب، آزادسازی ماهی اضافی زمانی که آنها در تور بزرگ جمع‌آوری صید شده‌اند ممکن است نتیجه در فشار، زخم یا مرگ و میر داشته باشد.

آسیب به ماهی جمع‌آوری شده یا ماهی‌های باقی‌مانده در قفس

این ممکن است نتیجه در ضرر اقتصادی بخاطر کاهش مقدار ماهی‌های جمع‌آوری شده یا افزایش مرگ و میر در موجودی قفس داشته باشد.

وقفه در مسیر سردکردن ماهی در طول ، بسته‌بندی و یا فرآوری

این می‌تواند محصول غیرقابل فروشی را ایجاد کند زیرا امنیت و کیفیت خوراک نیاز دارد که ماهی به سرعت خنک شده و سپس در تمام مراحل فرآوری خنک بماند.

آماده‌سازی پیش از برداشت

نمونه‌گیری از ماهیها

اگر قرار است یک قفس برای اولین بار جمع‌آوری شود، نمونه‌گیری از ماهی‌ها چند روز قبل از جمع‌آوری برای بررسی وزن میانگین و توزیع اندازه شیوه خوبی است. نمونه‌گیری تأیید خواهد کرد که وزن نمونه‌گیری شده مشابه وزن پیش‌بینی شده است. این از جمع‌آوری یک دسته ماهی که هنوز به اندازه بازاری مورد نیاز نرسیده‌اند، جلوگیری خواهد کرد.

گرسنه نگه داشتن ماهی‌ها

قبل از برداشت ماهی‌ها مهم است که تا حد که امکان این فرایند تمیز و بدون تنش انجام گردد. گرسنه نگه داشتن ماهی‌ها برای اهداف زیر بکار خواهد رفت:

- برای جلوگیری از بالا آوردن خوراک نیمه‌هضم شده در صندوقهای حمل و نقل، رها کردن که می‌تواند مخلوط یخ و آب نمک‌و آب شور دریا را کثیف‌کثیف کند.

- خوراک باقیمانده در روده ماهی تخلیه می‌کن تخلیه می‌شود که زمان مجاز نگهداری ماهی ماهی را افزایش می‌دهد، زیرا غذای هضم نشده در بدن ماهی تجزیه خواهد شد.

- تنش کل ماهی انگشت‌قد را کاهش می‌دهد: گرسنه نگه داشتن ماهی قبل از هر جابجایی (جمع‌آوری، انتقال‌ها، تعویض تور و غیره) شیوه خوبی است که این مقاومت ماهی‌ها را نسبت به این رویدادهای تنش‌زا افزایش می‌دهد.

در صورتیکه ماهیها با خوراک دارویی تغذیه شده باشد، قبل از آنکه جمع‌آوری شوند، بایستی از اینکه دوره کناره‌گیری از غذا بصورت کافی سپری شده است، اطمینان حاصل کرد.

آماده سازی تجهیزات

همه تجهیزات ضروری، از جمله تورها، انبارها، لوازم و سیلندرهای هوای غواصی باید از قبل سازماندهی شوند. مقادیر مناسب یخ بازرسی و بررسی شوند تا مطمئن گردند که مقدار یخ مناسبی به مکان قفس ها منتقل خواهد شد.

اگر قفسی قرار است برای اولین بار برداشت شود، عملیات برداشت باید به دقت اجرا شود. کارکنان محل پرورش باید از صید بیش از حد ماهی خودداری کنند. توصیه می شود که یک غواص موجودی داخل قفس را چند ساعت بعد از صید بازرسی کند تا تأیید کند که ماهی های باقیمانده از عملیات برداشت آسیب ندیده اند.

روش های جمع آوری

تور کیسه ای پره

تکنیک تور کیسه ای پره (پرس ساین) برای برداشت مقادیر زیاد ماهی یا زمانی که نیاز است قفس بطور کامل جمع آوری شود مناسب است. در این تکنیک از تور ماهیگیری بزرگی استفاده می شود که طول آن حداقل به اندازه محیط قفس است تا همه ماهی های موجود داخل قفس در بر بگیرد.

یک تور کیسه ای استاندارد مستطیلی شکل است، از شبکه سبکی ساخته شده (برای مثال نایلون ۲۴/۲۱۰) تا جابجایی را آسان سازد و دارای اندازه چشمه متناسب با اندازه ماهی ها است.

تور کیسه ای، شناورهای متصل به خط بالایی (سرطناب) دارد (شکل ۵۶a)، در حالی که خط پائینی (طناب پا) به یک طناب بزرگ دوخته شده است (شکل ۵۶b) تا جهت گیری صحیح تور را در ستون آب تضمین کند.

ابعاد تور بزرگ باید بدین قرار باشد:

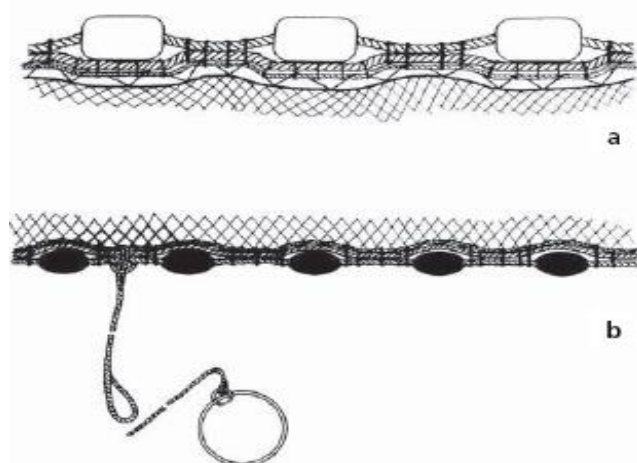
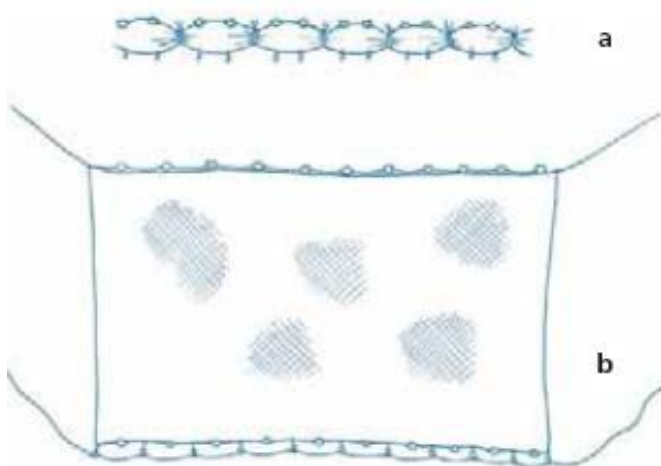
ارتفاع = ارتفاع دیواره قفس + یک ششم قطر قفس

طول = محیط قفس

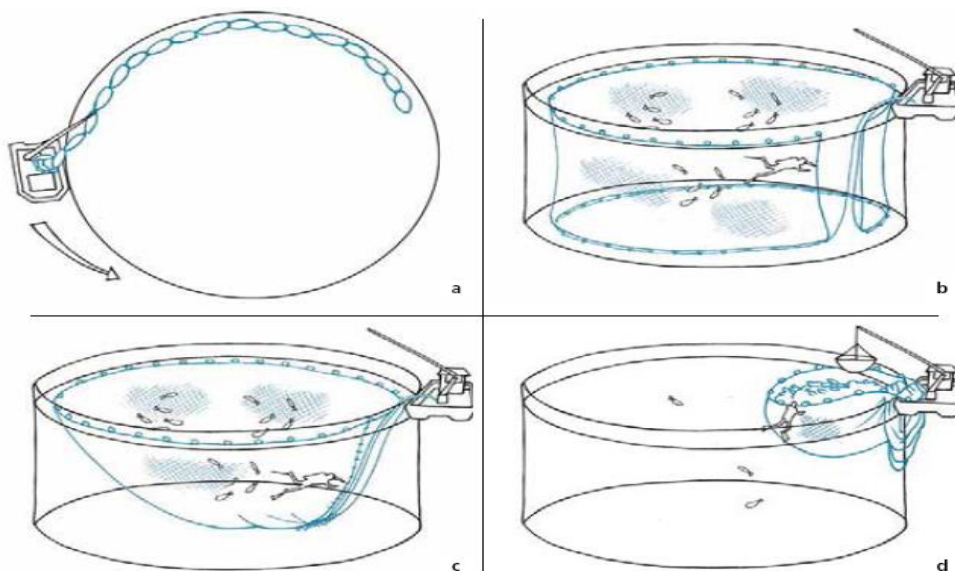
شناوری و اندازه گیری وزنه نگهدار به ابعاد قفس و توده زیستی برداشت شده بستگی دارد، هر چه قفس و توده زیستی بزرگتر باشد، تنظیم شناوری و وزنه های فروری تور ماهیگیری خطرتر خواهد بود. در راستای طول طناب پا، حلقه هایی جمع کننده ای متصل هستند، که از میان طناب جمع کننده تور عبور نموده و تا خدمه روی سطح آب ادامه پیدا می کند. زمانی که طناب تور کیسه ای سفت کشیده شود،

بخش پائینی تور بسته خواهد شد و کل تور ماهیگیری بشکل یک کیسه بسته با یک کفی محکم به هم چسبیده در خواهد آمد.

برای آماده سازی برداشت محصول، تور بزرگ طوری جمع خواهد شد که طناب بالایی نزدیک و موازی با طناب پایین نگه داشته شود. سپس طناب بالایی با گره های «سریع باز شونده» بصورت طنابهای کوتاه «دسته شده» محکم بسته می شود (شکل ۵۷).



شکل ۵۶. جزئیات ساخت طناب شناور و طناب وزنه نگهدار یک تور بزرگ
شکل ۵۷. تور بزرگ کیسه ای آماده برای برداشت (a) و پس از استقرار در آب (b)



شکل ۵۸. سیستم جمع آوری تور کیسه ای

تور به صورت خوشه ای گره زده می شود که می تواند داخل قفس، یا دور محیط قفس تثبیت شود، بنحوی که دو سر مخالف تور به همدیگر نزدیک شوند، معمولاً این دو سر تور باید نزدیک جایی که

قایق مهار شده به هم برخورد کنند (شکل ۵۸a). زمانی که تور آماده استفاده شود، «خطوط گره زدن» به سرعت باز می‌شوند، طوری که تور متصل به طناب سرب‌دار به سرعت به پایین می‌افتد (شکل ۵۸b). خواص‌ها باید بررسی نموده و تضمین کنند که تور به درستی تنظیم شده و به هم پیچیده و درهم بافته نیست. سپس دو سر عمودی مخالف تور با کابل‌های پلاستیکی به هم متصل می‌شوند.

مرحله بعدی شامل بستن طناب سرب‌دار تور بزرگ با کشیدن طناب فوقانی تور کیسه ای است (شکل ۵۸c). در این زمان خواص‌ها وظیفه دارند که تضمین کنند طناب سرب‌دار تا زمان بسته شدن نهایی کیسه تور، کف تور قفس را بالا نمی‌برد، و بدین ترتیب ماهی نمی‌تواند از کف تور فرار کند.

زمانی که ماهی‌ها در تور کیسه‌ای بسته شده گرفتار شوند، قبل از کشیدن تور، بسیار ضروری است که خواص‌ها برآورد بصری از تعداد ماهی‌های داخل کیسه داشته باشند تا از جمع‌آوری بیش از اندازه ماهی اجتناب گردد. خواص‌ها می‌توانند مقادیر اضافی ماهی‌ها را قبل از بسته شدن کامل کیسه، از کف قفس تور آزاد کنند.

زمانی که کیسه بطور کامل بسته شود، تور توسط کارگران و و اگر نیاز باشد با کمک جرثقیل کشیده می‌شود (شکل ۵۸d).

همان طور که تور کشیده می‌شود و بنخیه‌های تور خارج از آب قرار می‌گیرد، بندهای کابل پلاستیکی که دو سر عمودی را متصل بهم نگه می‌دارند، بریده می‌شوند و بدین ترتیب تور باز شده و در امتداد نرده قفس، پهن و گسترده می‌شود.

برای پیشگیری از گیر افتادن و آسیب دیدن ماهی در یکی از چین‌های توری باید بسیار مراقب بود. همان طور که تور کشیده می‌شود، حجم داخل تور بزرگ کاهش می‌یابد و ماهی‌ها شروع به ظاهر شدن روی سطح تور می‌نمایند. در این زمان، آزادسازی ماهی‌های اضافی بسادگی با فروبردن طناب شناوری قفس در آب، امکان پذیر است.

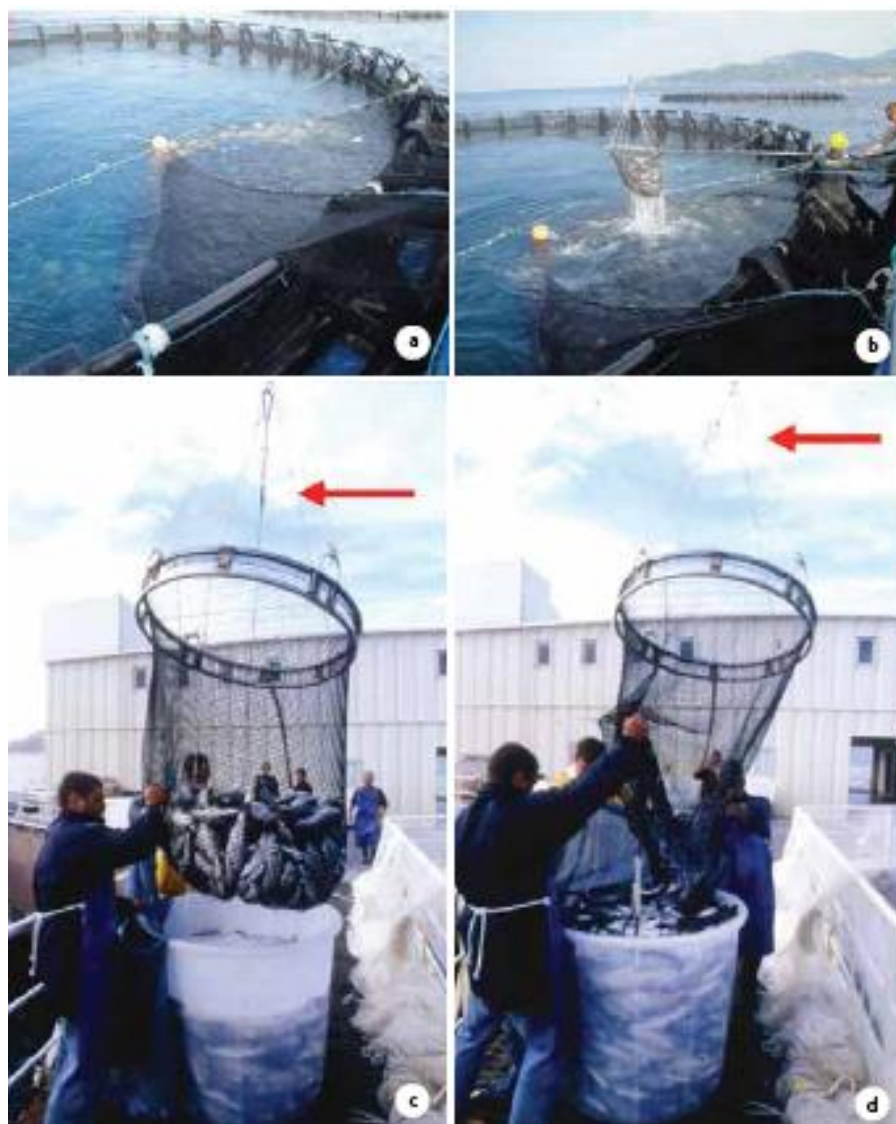
زمانی که تعداد مورد نیاز ماهی‌ها تکمیل شود و تور روی نرده محکم شود، ماهی‌ها با یک تور ملاقه‌ای ویژه (که تور بادبانی و تور نشستنی هم نامیده می‌شود) جمع‌آوری می‌شوند (عکس ۱۲۱). این تور دسته‌دار با استفاده از جرثقیل قایق کار می‌کند، و کف توری را می‌توان با ایجاد یک سیستم سریع آزادشونده باز کرد که به ماهی‌ها اجازه می‌دهد بدون برعکس کردن تور دسته‌دار، به داخل مخازن و سطرها رهاسازی شوند. قاب این توری‌های دسته‌دار از فولاد ساخته شده است. کفه تور با عبور چندین حلقه سیمی بسته شده است. این سیم‌ها از بالا به دهانه تور ملاقه ای ثابت شده‌اند (پیکان قرمز در عکس

(۱۲۱b)، و سپس به یک سیستم قفل‌شونده خودکار (مثلاً یک چفت و قلاب سریع آزاد شونده) قفل شده‌اند. زمانی که این سیم‌ها رها می‌شوند، کفی تور ملاقه‌ای باز می‌شود تا ماهی‌ها آزاد شوند.

تور کیسه‌ای دستی (هندساین)

تکنیک ۱

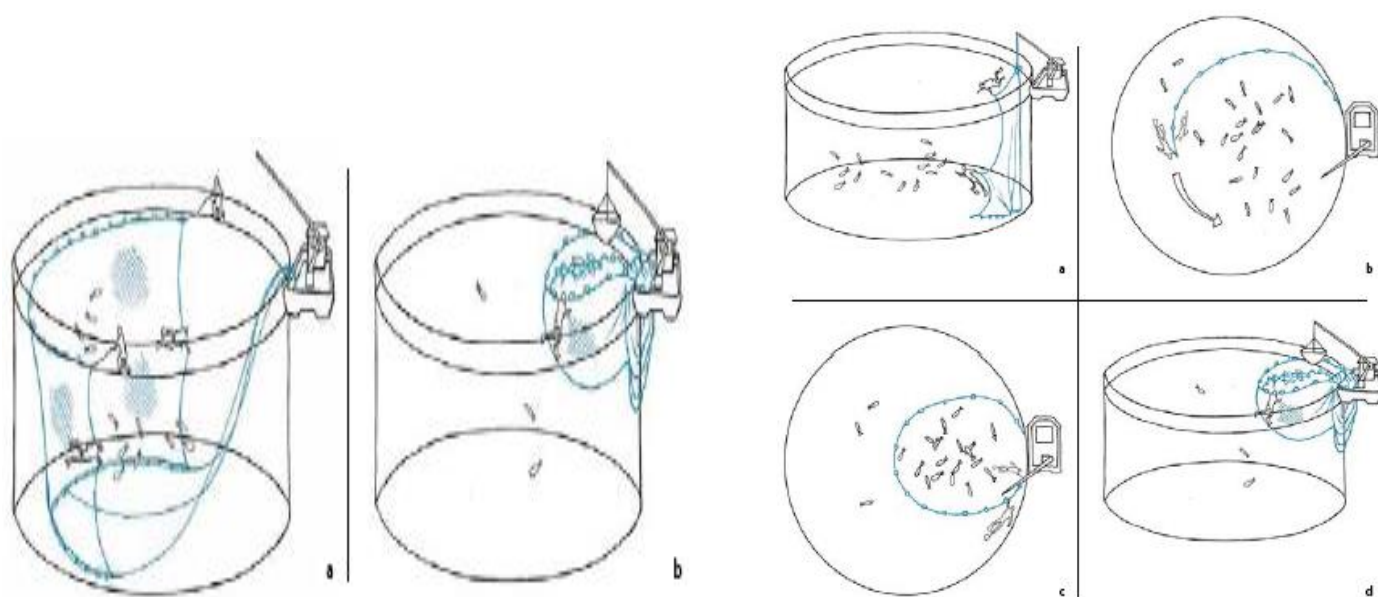
این تکنیک جمع‌آوری شبیه به روش تور بزرگ کیسه‌ای است، اما پهنای تور کوچکتر است (از یک سوم تا نصف محیط قفس). تور کوچکتر راحت‌تر جابجا می‌شود و بصورت متفاوتی استفاده می‌شود. این سیستم به کارگران کمتری نیاز دارد و استفاده از آن زمانی مناسب است که تعداد محدودی از ماهی‌ها جمع‌آوری می‌شوند و یا زمانی که قفس کم تراکم شده باشد.



عکس ۱۲۱. بیرون آوردن ماهی از یک قفس پرورش شناور. (a) ماهی با اندازه تجاری بصورت متراکم در یک تور بزرگ دسته‌بندی شدند، (b) بیرون آوردن ماهی با استفاده از یک جرثقیل روی عرشه، (c) تور دسته‌دار متناسب با سیستم آزادسازی سریع و (d) ماهیهای جمع‌آوری شده در یک ظرف جمع‌آوری رها شدند.

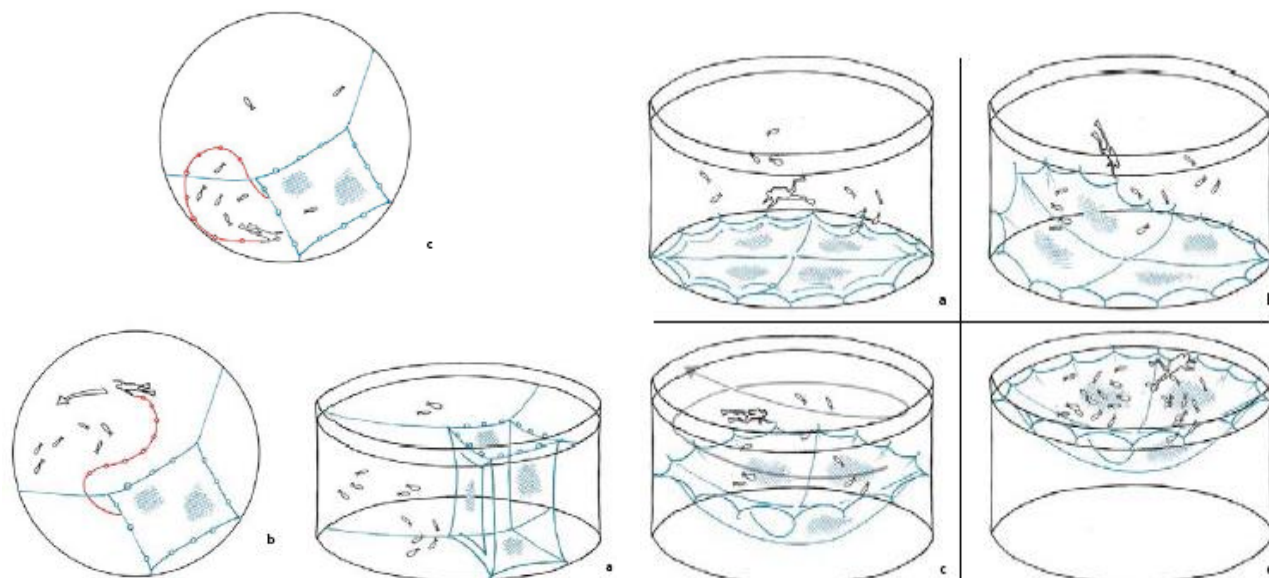
قایق روی طوقه قفس مهار شده و یک تور کیسه‌ای، از طریق جرثقیل بصورت عمودی از درون قایق در داخل محیط قفس قرار می‌گیرد (شکل ۵۹a).

غواص‌ها با استفاده از اتصالات کابل پلاستیکی یک سر تور را به دیواره قفس ثابت می‌کنند (اتصال بصورت زیپ). سر آزاد تور توسط غواص‌ها در طول محیط قفس کشیده می‌شود (شکل ۵۹b) تا این دایره با سر مخالف تور رسیده و بسته شود (شکل ۵۹c).



شکل ۶۰. تکنیک ۲ جمع‌آوری ماهی - تور دستی

شکل ۵۹. تکنیک ۱ جمع‌آوری ماهی - تور دستی



شکل ۶۱. سیستم بالابر تور

شکل ۶۲. قفس جمع‌آوری کوچک که داخل قفس ماهی‌های بزرگتر قرار دارد.

دو سمت تور ممکن است با چند اتصال کابل پلاستیکی محکم شوند، در حالیکه اتصالاتی که از قبل به دیوار ثابت شدند بریده می‌شوند تا تور کیسه آزاد شود. از این وضعیت به بعد، سایر بخش‌های عملیات همانند تور کیسه‌ای پره ادامه می‌یابد (شکل ۵۹d).

تکنیک ۲

قایق تور کیسه ای را از سمت مخالف قفس، جمع‌آوری می‌نماید (شکل ۶۰). تور بزرگ به آرامی در جهت قایق توسط کارکنان روی قفس و نیز غواص‌هایی که تور را نزدیک به دیواره‌های قفس سوق می‌دهند، کشیده می‌شود. غواص‌ها باید تضمین کنند که طناب سرب‌دار همراه با بقیه تور رو به پائین حرکت می‌کند (شکل ۶۰a). غواص‌ها مسئول برآورد تعداد ماهی‌ها در تور هستند و حتی اجازه دارند که تعداد قابل قبولی از ماهی‌ها از تور برداشت فرار کنند. طناب سرب‌دار را می‌توان در قایق و از طریق طناب‌های متصل به کف تور جابجا کرد. بالا کشیدن تور ی توسط خدمه روی قایق انجام می‌شود. با بالا رفتن طناب سرب‌دار، کیسه تور بسته می‌شود (شکل ۶۰b). زمانی که کیسه بسته شد، مابقی روند صید و برداشت مطابق آنچه که شرح داده شد، انجام می‌شود.

سیستم بالابر تور

سیستم جمع‌آوری و بالابری تور ساده و موثر است و تور ماهیگیری مورد استفاده ارزان است و به آسانی ساخته می‌شود. تور هیچ شناور یا وزنه نگهداری ندارد. توری بشکل مدور بوده و قطر حداقل ۱/۵ برابر قطر قفس دارد که با دو طناب متقاطع عمودی تقویت شده و با مجموعه‌ای از قلابها (قلاب‌های «گیره‌دار» یا کارابین‌ها بهترین هستند)، که در طول محیط آن کار گذاشته می‌شوند، نصب می‌گردد. اولین بخش عملیات شامل قرار دادن تور بطور کامل روی پایه چارچوب قفس است (شکل ۶۱a). یک یا دو غواص بتدریج تور را تا سطح بالا می‌برند (شکل ۶۱b).

این عملیات بتدریج انجام می‌شود، همان‌طور که غواص‌ها از کف رو به بالا شنا می‌کنند، یک مسیر مارپیچ را دنبال می‌کند (شکل ۶۱). قلاب‌ها باز می‌شوند و سپس مجدداً روی دیواره قفس قرار می‌گیرند، بطور پیشرونده بالاتر و بالاتر می‌روند، طوری که بعد از چند دور، تور نزدیک به سطح قرار می‌گیرد (شکل ۶۱d).

زمانی که تور بطور کامل در سطح قرار گرفت، تور بصورتی توسط خدمه سطح قایق کشیده می‌شود که نزدیک به قایق جمع‌آوری شود. سپس فرایند جمع‌آوری همانند سایر سیستم‌های جمع‌آوری مذکور پیش می‌رود.

قفس کوچک برای صید از داخل قفس بزرگ

این سیستم یک استراتژی برای تسهیل برداشت‌های بعدی بدون تأثیر بر مابقی ماهی‌های قفس است. بدین صورت که یک قفس کوچک داخلی در در داخل قفس بزرگ پرورشی قرار داده می‌شود. (عکس ۱۲۲ و شکل ۶۲).

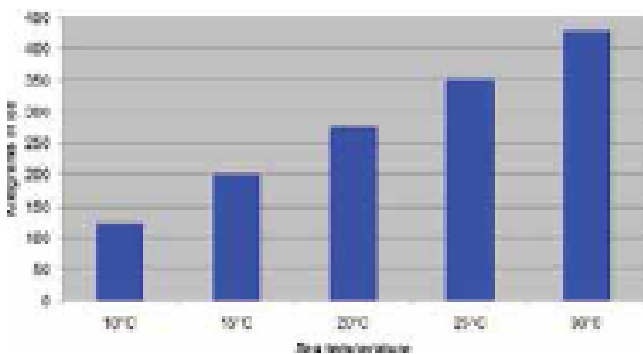
مزیت دارد این روش شامل دوزیت است:

- گرسنه نگه داشتن ماهی فقط به دسته ماهیان داخل «قفس کوچک جمع‌آوری» محدود خواهد شد، درحالی که سایر ماهی‌ها همچنان بطور منظم تغذیه خواهند شد.

- کاهش حجم قفس کوچکتر، عملیات برداشت را آسان خواهد کرد که بنابراین عملیات برداشت سریع‌تر خواهد بود و به استفاده از خدمه و تجهیزات کمتری نیاز خواهد داشت.

برای مثال، یک قفس با قطر ۱۹ متر، محیط ۶۰ متر و ارتفاع دیواره ۱۰ متر را می‌توان مجهز به یک قفس برداشت کوچکتر به ارتفاع حدوداً ۱۰×۴×۱۰ متر کرد.

در سمت جانبی قفس جمع‌آوری دری وجود دارد که می‌تواند توسط یک زیپ بسته شود. زیپ درامتداد سه لبه قفس جمع‌آوری بصورتی قرار دارد که کل آن سمت را می‌توان بطور کامل باز کرد. حسن این روش گردآوری تعداد ماهی‌های موردنظر در قفس کوچکتر است. برای پر کردن قفس جمع‌آوری، می‌توان از تور دستی استفاده کرد (تکنیک ۱). با این تفاوت که دو سر تور، از بالا و پائین به سر باز (دهانه) قفس جمع‌آوری متصل می‌شوند. درواقع تور دستی طوری کار می‌کند سرقفس جمع‌آوری باز است (شکل ۶۲b).



عکس ۱۲۲. یک قفس جمع‌آوری داخلی در قفس پرورشی
شکل ۶۳. کمیت نظری یخ مورد نیاز برای
سرد کردن یک تن ماهی جمع‌آوری شده
بزرگ قابل رویت است.

دیواره تور کیسه‌ای (پره) که توسط غواص‌ها ایجاد شده به ماهی‌های داخل قفس فشار خواهد آورد. بنابراین می‌توان دیواره باز قفس جمع‌آوری را بست و درنهایت از این عملیات نتیجه‌گیری کرد (شکل ۶۲c).

جمع‌آوری ماهی از قفس کوچک برداشت را می‌توان به یکی از این دو روش انجام داد:
- یک تور دستی مستطیلی شکل، همانند آنچه که نشان داده شد، اما در اندازه بسیار کوچکتر.
- اگر توده زیستی با جمع‌آوری‌های قبلی بطور کافی کاهش یافته باشد، در این مرحله کل قفس جمع‌آوری را می‌توان کشید (بکسل کرد).
با هریک از این تکنیک‌ها، زمانی که تور کشیده می‌شود، یک «کیسه» حاوی دسته ماهی‌ها و آماده برای جمع‌آوری، ایجاد خواهد شد.
سیستم‌های برداشت تنوع بسیار گسترده‌ای دارند. هر محل پرورش و هر گروه جمع‌آوری‌کننده تکنیک‌های خاص خود را براساس تجربیات، تجهیزات و تأسیسات موجود در آن مکان دارند.

غواص‌هایی که تورهای بزرگ را جابجا می‌کنند، برای همه تکنیک‌های فوق، یک نقش حیاتی را ایفاء می‌کنند. غواص‌ها باید:

- حرکت ماهی داخل قفس توری را درک کرده و تور را بر طبق آن تعدیل کنند.
- بایستی بدانند که که چطور تعداد زیادی از ماهی‌ها در تور جمع‌آوری محصور می‌شوند و زمانی که تور کشیده می‌شود به کارکنان سطحی علامت بدهند.
- در طی مرحله کشیدن تور، غواص‌ها باید توده زیستی ماهی را که در تور جمع‌آوری قرار دارد، برآورد نموده و تعداد ماهی‌های اضافی که باید به تور قفسی برگردانده شود، را تعیین نمایند.
- این مهارت‌ها بویژه برای به حداقل رساندن مخاطرات برداشت شرح داده شده در آغاز این بخش، مهم هستند.

فرآوری و بسته‌بندی

جمع‌آوری، فرآوری و بسته‌بندی ماهی باید بصورتی اجرا شود که «زنجیره سرد» را در هر مرحله فرایند عمل‌آوری حفظ کند، فلذا وجود یخ برای این فرایند ضروری است. «زنجیره سرد» یک توالی دمای سرد کنترل شده در طی فرایندهای نگهداری و توزیع است که معمولاً برای فرآوری مواد غذایی استفاده می‌شود. درمورد غذاهای دریایی تازه، ماهی از زمان جمع‌آوری تا حمل با کشتی، باید در دمای زیر ۴ درجه سانتیگراد نگهداری شود.

یکپارچگی زنجیره سرد باید از طریق روند تحلیل مخاطرات و نقاط کنترل حیاتی (HACCP) تأیید شده و مدیریت شود، که طی آن همه مراحل از جمع‌آوری تا ارسال محصول تجزیه و تحلیل می‌شوند. این روند به پرورش دهنده اجازه می‌دهد که: (۱) مخاطرات احتمالی برای نگهداری ایمن از آلودگی‌ها را ارزیابی کند؛ (۲) نقاط حیاتی احتمالی فرایند و مقادیر مربوط به آنها که باید کنترل شوند را شناسایی نماید؛ (۳) استانداردهای قابل قبولی را برای هریک از پارامترها تعریف و تعیین کند و (۵) اقدامات اصلاحی را در مورد پارامترهای غیر استاندارد که تهدیدی را مطرح می‌کنند، انجام دهد.

همانند سایر سیستم‌های آبی‌پروری، جمع‌آوری آبزیان از داخل قفس به تجهیزات حمل و نقل در آب و خشکی، یخ و وسایل سرمایشی نیاز دارد. این مرحله حمل و نقل بسیار طولانی است و به خرید و استفاده مناسب از تجهیزات مناسب و آگاهی از شیوه‌های جابجایی و نگهداری مناسب ماهی‌ها نیاز دارد.

یخ

یک ماشین یخ ساز کارآمد می تواند یخ پودری کافی برای عملیات جمع آوری و بسته بندی، تولید کند. از یخ برای کشتن، بسته بندی ماهی ها و حفظ یکپارچگی زنجیره سرد در طی این فرایندها استفاده می شود. قبل از جمع آوری ماهی، صندوق های عایق بندی شده باید برای مقدار کافی یخ آماده گردند. ماهی ها می توانند با شوک حرارتی با استفاده از مخلوط آب و یخ توسط انسان کشته شوند. مخلوط آب و یخ با افزودن آب شور به صندوق های حاوی یخ آماده می شود. برای هر تن ماهی، به میزان یخ متناسب با دمای آب شور نیاز خواهد بود. هر چه دما بالاتر باشد، میزان یخ مورد نیاز در صندوق ها هم بیشتر می شود.

به عنوان مثال، شکل ۶۳ مقدار نظری یخ مورد نیاز را برای خنک سازی یک تن ماهی تا ۴۵° ارائه می دهد، با فرض اینکه دمای یخ ۵۵°- است و اینکه ۲۰۰ لیتر آب دریا به یخ اضافه می شود تا مخلوط شل آب و یخ درست شود.

میزان یخ مورد نیاز برای عملیات برداشت ماهی به پارامترهای زیر وابسته خواهد بود:

- عایق کاری صندوق ها؛

- دمای هوای بیرونی و آب؛

- قرارگیری صندوق ها در معرض نورخورشید؛

- فاصله مکان قفس از اسکله؛

- طول مدت کل عملیات.

ماهی ها باید در صندوق های خنک نگه داشته شوند. دمای ماهی باید بطور منظم بررسی شود و هر زمانی که دما از ۴۵° تجاوز نمود، باید یخ به صندوق ها افزوده شود. براین مبنا، یخ اضافی نگهداری شده در یک صندوق اختصاصی باید در میان تجهیزات مورد نیاز برداشت ماهی ها گنجانده شود.

ماشین های سازنده یخ پودری ممکن است به سایر ماشین های تولید یخ ترجیح داده شوند، زیرا یخ پودری نسبتاً مساحت سطح تماس بیشتری در واحد حجم دارد. این یعنی تبادل دما در طی عملیات برداشت و بسته بندی سریع تر خواهد بود. بجای آب شور دریا باید از آب شیرین آشامیدنی برای بسته بندی ماهی استفاده نمود زیرا یخ ساخته شده با آب شور دریا از آب شیرین آشامیدنی دمای ذوب پایین تری دارد که ممکن است به پوست ماهی آسیب برساند.

هنگامیکه عملیات جمع آوری ماهی روی قایق ها (معمولاً مجهز به یک جرثقیل) انجام می شود، ریسک آلودگی شیمیایی برداشت را باید در نظر گرفته و به حداقل رساند.

دلایل احتمالی آلودگی شیمیایی شامل ریزش نفت از جرثقیل یا سوخت یا آلودگی گریس قایق‌ها هستند. برای جلوگیری از این خطرات:

- جرثقیل باید در وضعیت کاری خوبی نگه داری شده و همه اجزای هیدرولیک باید بطور منظم بازرسی شوند.

- گروه جمع‌آوری ماهی باید لباس‌های مشخص و تجهیزات اختصاصی داشته باشند که تنها برای جمع‌آوری استفاده شوند.

- ماهی‌هایی که روی عرشه قایق افتاده‌اند نباید در صندوق‌های ماهی نگهداری شوند، بلکه باید در یک صندوق مجزا قرار گرفته و بعداً برای هر نوع آلودگی احتمالی بررسی شوند.

- باید از تماس قلاب، جرثقیل، قفس و سیم با ماهی یا صندوق ماهی‌ها اجتناب کرد.

- از هر نوع عملیات نگهداری کشتی در ضمن عملیات برداشت ماهی باید اجتناب کرد.

۱۱- نکات ایمنی

امنیت کارگران مرتبط با آبی‌پروری، بویژه برای قفس‌های دریایی به یک کتابچه راهنمای مجزا نیاز دارد. با این حال، چند نکته ایمنی که باید مورد توجه قرار گیرد بطور خلاصه در این بخش توضیح داده می‌شوند.

«**اول ایمنی**» دو کلمه دارد که با حروف درشت روی پل عرشه بسیاری از کشتی‌های تجاری دیده می‌شود. زمانی که خدمه روی قفس‌ها یا قایق‌های آبی‌پروری کار می‌کنند، فراهم نمودن محیط کاری ایمن یک «**باید**» است (عکس ۱۲۳). مخاطرات خدمه روی قایق‌های کاری در دریا بواسطه استفاده از ابزارها و تجهیزات در شرایط نامناسب از جمله قرارگیری در معرض امواج، باد و دریا افزایش می‌یابد. این شرایط محیطی کار را سخت‌تر ساخته و استرس و خستگی را افزایش می‌دهند.

معمولاً برای کار روی آب قوانین ویژه‌ای اعمال می‌شود. اگر هیچ قانون ویژه‌ای برای ایمنی در قفس‌ها قابل اجرا نباشد، ممکن است قوانین قابل قیاس مرتبط با استفاده ایمن از تجهیزات خاص (غواصی حرفه‌ای، قایق‌های کاری، تجهیزات بالابر و غیره) در عملیات پرورش در قفس اعمال می‌شوند. این قانون معمولاً مستلزم به هرگونه تهدیدی نیست، اما انتظار دارد که مخاطرات، ارزیابی شده و به حداقل برسند و از کارگران تا آنجا که امکان دارد حفاظت شود.

کاهش مخاطرات و متعاقباً افزایش ایمنی از طریق چندین اقدام می‌تواند حاصل شود، از جمله:

- توسعه برنامه‌های ارزیابی مخاطره، اتخاذ سیستم‌های مدیریت ایمنی و شناسایی خدمه مسئول اجرای آنها.

- توسعه برنامه‌های نگهداری و زمان‌بندی برای نگهداری وسایل نقلیه، قایق‌ها و دستگاه‌های بالابر.
- برنامه‌ریزی صحیح فعالیت‌های روزانه؛ واگذاری کارهای زیاد به هریک از خدمه و دست‌کم گرفتن تعداد صحیح افراد مورد نیاز برای یک کار ممکن است پرسنل را در معرض استرس و خستگی قرار داده و مخاطرات را افزایش دهد. وظایف روزانه باید بر طبق پیش‌بینی وضعیت دریا برنامه‌ریزی شوند، از کار سنگین (تعویض تور، نگهداری سیستم مهاربندی و غیره) در زمان‌هایی که احتمال آب و هوای بد وجود دارد، خودداری کنند.

- به روز رسانی دائمی آموزش به کارکنان؛ کارگران باید از ریسک‌های احتمالی، اینکه چگونه می‌توان آنها را به حداقل رساند و چگونه باید حوادث ناگهانی را مدیریت کرد، آگاه باشند. اگر یک کار «ایمن» در نظر گرفته شود، یعنی اگر چند بار بدون حادثه صورت پذیرد، ممکن است سطح توجه و خودآگاهی کارگران کاهش یابد. اگرچه خطر در همه جا وجود دارد. بنابراین فرهنگ ایمنی باید نهادینه شود.

- امکان دسترسی به تجهیزات ایمنی که خوب کار می‌کنند، وجود داشته باشد. باید از کارگران محافظت شده و باید با استفاده از تجهیزات حافظتی آشنا باشند.

- حداقل یک یا چند کارگر باشند که دوره‌های آموزش کمک‌های اولیه، احیای قلبی ریوی (CPR) و استفاده از دستگاه شوک بیرونی خودکار را دیده باشند.



عکس ۱۲۴. پوشش محافظ ساخته شده از تور بدون گره که دور یک رگولاتور غواصی پیچیده شده است



عکس ۱۲۳. رفتار خطرناک- بارگیری طناب‌ها و پرسنل روی عرشه یک کشتی درمحل پرورش

قایق‌ها باید مجهز به یک رادیوی مخابراتی باشند که در هنگام تصادفات شدید در مکان قفس بتوان از آن استفاده کرد. یک تماس با اضطراب رادیویی ممکن است برای فعالسازی واکنش کمک‌های اولیه در خشکی یا برای درخواست عملیات نجات در قفس‌ها ضروری باشد.

تجهیزات ایمنی و نجات که شامل حلقه زندگی با طناب نجات، بویه سبک، مشعل و غیره هستند، باید در عرشه همه کشتی‌ها موجود باشد. استانداردها و قوانین وضع شده در مورد نوع و تعداد انواع تجهیزات ایمنی که باید روی عرشه هر کشتی نگهداری شوند و قابلیت دسترسی به آنها، معمولاً توسط گارد ساحلی یا سایر مسئولین مربوطه تعیین می‌شوند. تجهیزات مناسب شناوری شخصی از جمله جلیقه‌های نجات باید توسط کارفرما فراهم شود و هر کسی روی قایق‌های کاری و بویژه در طی عملیات روی قفس‌ها باید آن را بپوشد.

قوانین ویژه برای تجهیزات شناور شخصی معمولاً از طریق گارد ساحلی یا سایر مسئولان در دسترس قرار داده می‌شوند.

زمانی که یک جرثقیل یا سایر دستگاه‌های بالابر استفاده می‌شوند، هر کسی که در ارتباط با این ماشین کار می‌کند باید کلاه ایمنی بگذارد.

توصیه بسیار شده که کارگران در حالی که با تورها کار می‌کنند، بهیچ وجه نباید حلقه، دستبند یا ساعت داشته باشند. زیرا این اشیاء ممکن است در چشمه‌تور گیر کرده و باعث آسیب و جراحات جدی شوند.

غواصی با لوازم

استفاده از غواص‌ها باید تا آنجا که امکان دارد به حداقل برسد، اگرچه زمانی که سیستم‌های پایش خودکار که عدم نقص و کارکرد صحیح تجهیزات محل پرورش ماهی را بررسی می‌کنند در دسترس نباشند، غواص‌ها امکان پشتیبانی اصلی از مدیریت محل پرورش را فراهم کرده و امنیت ماهی‌ها را تضمین می‌کنند.

غواصی حرفه‌ای که مثلاً با لوازم یا سیستم‌هایی همچون شلنگ و کپسول اکسیژن/کلاه سخت پشتیبانی می‌شود، خاستگاه مخاطرات مهم برای اپراتورهای محل پرورش می‌باشد. معمولاً قوانین ویژه برای امنیت غواصی حرفه‌ای در سطح ملی تعیین می‌شوند، اما این قوانین به ندرت به چالش‌های خاص غواص‌های قفس پرورشی اشاره می‌کنند. علاوه بر این، نیاز است قواعد و توصیه‌های ایمنی یا قوانین ملی محیط کاری قفس پرورشی مطابقت داده شوند و سپس بصورت رسمی توسط هر شرکت یا موسسه آبری پروری در قفس اجرا شوند.

قوانین و بهترین شیوه‌هایی که ممکن است بعنوان الگو یا مرجع مورد استفاده قرار بگیرند، بطور مفصل توسط سازمان‌ها و انجمن‌هایی نظیر جامعه بهداشت و امنیت (HSE)، موسسه بین‌المللی پیمانکاران غواصی (ADCI)، موسسه بین‌المللی مدارس غواصی (IDSA)، موسسه بین‌المللی پیمانکاران دریایی (IMCA) و غیره، ارائه شده‌اند.

انتصاب یک غواص حرفه‌ای ارشد با مهارت‌های ویژه در غواصی ایمن می‌تواند مدیریت قفس پرورشی را در ارتقا تحلیل مخاطرات خاص و برنامه‌ریزی جهت پیشگیری، نظارت و حسابرسی گروه غواصی پشتیبانی کند.

تنها غواص‌های آموزش دیده و دارای گواهینامه باید در محل قفس پرورشی حضور داشته باشند. استفاده از غواص‌های حرفه‌ای بیشتر از استفاده از کارگران محل پرورش برای انجام غواصی‌های گهگاه توصیه می‌شود.

دستور غواصی دو نفره ایمن باید در محل پرورش مورد توجه قرار گیرد. از غواصی تنها باید به شدت اجتناب کرد. حداقل دو غواص باید برای انجام هر کار غواصی اختصاص یابند، به همراه یک غواص سوم روی سطح کشتی، که آماده کمک در مواقع وقوع یک حادثه زیرآبی است.

بخش عمده‌ای از کار غواصی در محل پرورش معمولاً در ۲۰-۱۵ متر اول انجام می‌شود. حداکثر عمق عملیات غواصی به وظایف خاصی که غواص‌ها انجام می‌دهند بستگی دارد. عموماً، خصوصیات عمق برای هر سطح آب به شرح ذیل هستند:

۸-۶ متر برای تعمیر و نگهداری سیستم شبکه؛

۱۵-۰ متر برای تعمیر و نگهداری قفس و نیز عملیات صید و برداشت؛

۲۰-۱۵ متر برای تعمیر و نگهداری وزنه‌ها و لوله نگهدار وزنه

غواصی در این دامنه‌های عمق چندان خطرناک نیست و زمانی که کار به درستی برنامه‌ریزی شده باشد، انجام فرایند غواصی در فشار پائین ضروری نیست. با این وجود، غواص‌ها باید همیشه از برآوردهای محتاطانه ماندن در آب و جداول محتاطانه غواصی استفاده کنند و همیشه باید از ایستگاه‌های ایمنی استفاده کنند. توصیه می‌شود در طول صعود غواص، هر ۵ متر، ۳ دقیقه توقف ایمنی داشته باشد. دامنه‌های عمق فوق‌الذکر برای قفس‌هایی است که در عمق ۱۲-۱۰ متر قرار گرفته باشند. باید برای قفس‌های پرورش ماهی عمیق‌تر، روندهای ایمنی ویژه توسعه یافته و اجرا شوند (برای مثال در پرورش ماهی تن).

غواصی در فشار پائین اغلب زمانی لازم است که نیاز به بازرسی یا تعمیر و محافظت خطوط مهاربندی و لنگرها باشد. در این حالت، باید با ارزیابی‌های پیش از غواصی، زمان لازم برای انجام وظایف، مدت زمان مجاز ماندن در آب، زمان غواصی واقعی مورد نیاز و تعداد و طول مدت هر ایستگاه فشار پائین به دقت برنامه‌ریزی شود. این کار باید قبل از شروع کار انجام شود.

غواص‌ها همیشه باید مجهز به یک کامپیوتر غواصی باشند. این کامپیوتر اطلاعاتی در مورد عمقی که در آن قرار دارد، عمق حداکثر حاصل شده، زمان غواصی، ایستگاه‌های فشار پائین (اگر نیاز باشد) و ایستگاه‌های ایمنی به غواص‌ها خواهد داد. این ابزار همچنین می‌تواند برای پزشک‌ها در زمان وقوع یک حادثه یا بیماری فشار پائین که نیاز است بیماران در یک محفظه با فشار بالا درمان شوند، مفید باشد. اگر نیاز باشد بهترین درمان فشار بالا تعیین شود، داده‌های غواصی بازیابی شده از کامپیوتر غواصی می‌توانند کمک بزرگی برای پزشک‌ها باشد.

برخی از رایج‌ترین خطراتی که باید در زمان غواصی در عملیات قفسی مورد توجه قرار گیرند به شرح زیر هستند:

- گرفتار شدن غواص در تورها یا طناب‌ها، عمدتاً زمانی که تورهای برداشت زیر آب جمع‌آوری یا جابجا می‌شوند و یا در زمان عبور از دریچه غواصی واقع در دیواره تور، تجهیزات غواصی نظیر ماسک غواصی یا رگولاتور ممکن است در تور گیر کنند (عکس ۱۲۴).

- میزان صعود ممکن است سریع‌تر از حد نرمال باشد یا از یک سرعت ایمن بویژه در طول عملیات جمع‌آوری ماهی تجاوز کند.

- غواصی «پرشی» (یو-یو) می‌تواند یک مخاطره جدی را برای غواص‌ها ایجاد کند، بویژه اگر توقفهای سطحی کوتاه بوده و یا اگر شیرجه‌ها عمیق باشند. اغلب نیاز است غواص‌ها روی اجزای مهاربندی کار کنند که زیر فشار هستند و بار نیروهای قوی روی آنها اعمال می‌شود. نگهداری از این اجزاء ممکن است به استفاده از بالابر کیسه‌ها، بالابر اهرمی دستی (کابلی) یا جرثقیل‌های قایق نیاز داشته باشد. شکستن یک ابزار یا جزء تحت فشار بار می‌تواند منجر به حادثه یا تشدید شرایط ناایمن شود. قایق‌های خدماتی غواص‌ها همواره باید به یک واحد اکسیژن مجهز باشند که می‌تواند برای انجام کمک‌های اولیه در محل در هنگام مشاهده علائم بیماری کم فشاری در یک غواص استفاده گردد. تمام خدمه قایق پشتیبانی باید در مورد استفاده از اکسیژن و دیگر تجهیزات کمک‌های اولیه، تشخیص و درمان بیماری فشار کم و یا سایر آسیب‌های ناشی از فشار و همچنین تماس با مدیریت محل پرورش و مرکز خدمات اورژانس، آموزش دیده باشند. شماره‌های تماس اضطراری و تجهیزات ارتباطی باید به آسانی در دسترس خدمه قایق باشند.

بار مجاز ایمن

در عملیات بارگیری هر یک از قطعات، بار کاری ایمن (SWL) که «حد مجاز بار» هم نامیده می‌شود (یا WLL)، باید مورد توجه قرار گرفته و از آن تبعیت شود. SWL حد باری است که با تقسیم کردن حداقل تحمل بار (MBL) بر چند نوع ضریب ایمنی محاسبه می‌شود. این ضریب از ۴ تا ۱۰ تغییر می‌کند و معمولاً مقدار صحیح آن توسط تولیدکننده قطعه ارائه می‌شود.

برای مثال اگر یک طناب MBL ۱۵۰۰ برابر کیلوگرم و ضریب ایمنی ۶ داشته باشد دارای SWL $(1500 \div 6 = 250 \text{ kg})$ خواهد بود.

هرگز نباید از طناب یا قطعه دستگاه بالابر، برای بالا بردن بارهای سنگین‌تر از حدمعین استفاده کرد. در هر عملیات بالابری، SWL ضعیف‌ترین قطعه باید بعنوان SWL کل تجهیزات در نظر گرفته شود.

- Aguilar-Manjarrez, J. & Crespi, V. 2013. National Aquaculture Sector Overview mapcollection. User manual. / Vues générales du secteur aquacole national (NASO). Manuel de l'utilisateur. Rome, FAO. 65 pp. (also available at www.fao.org/docrep/018/i3103b/i3103b00.htm).
- Akzo Nobel, N.V. 1995. Nets for cages in modern fish farming (meeting demands on reliability). A publication of the Marketing Group Ropes, Nets and Sewing Threads. 10 pp.
- Ashley, C.W. 1993. The Ashley book of knots. London, Faber and Faber. 632 pp.
- Association of Diving Contractors UK (ADC). 2011. The inshore diving supervisor's manual. Second edition, Issue 2.
- Berka, R. 1986. The transport of live fish. A review. EIFAC Technical Papers No. 48. Rome, FAO. 52 pp. (also available at www.fao.org/docrep/009/af000e/af000e00.HTM).
- Beveridge, M. 2004. Cage aquaculture. Third edition. London, Blackwell Publishing. 376 pp.

Caggiano, M. 2000. Quality in harvesting and post-harvesting procedures-influence on quality. Fish freshness and quality assessment for seabass and seabream. *CIHEAM IAMZ, Cahiers Options Méditerranéennes*, 51: 55–61.

Chen, J., Guang, C., Xu, H., Chen, Z., Xu, P., Yan, X., Wang, Y. & Liu, J. 2008. Marine fish cage culture in China. In A. Lovatelli, M.J. Phillips, J.R. Arthur & K. Yamamoto, eds. *FAO/NACA Regional Workshop on the Future of Mariculture: a Regional Approach for Responsible Development in the Asia-Pacific Region*. Guangzhou, China, 7–11 March 2006, pp. 285–299. *FAO Fisheries Proceedings No. 11*. Rome, FAO. 325 pp. (also available at www.fao.org/docrep/011/i0202e/i0202e00.htm).

Coloni, A. 2002. *Streptococcus iniae* infections in Red Sea cage cultured and wild fishes. *Disease of aquatic organisms*, 49: 165–170.

FAO. 1972. Catalogue of fishing gear designs. *FAO catalogue de plans d'engins de pêche*. UK, Fishing News Books Ltd. 160 pp.

FAO. 2009. Environmental impact assessment and monitoring in aquaculture. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 527*. Rome. 57 pp. Includes a CD-ROM containing the full document (648 pp.). (also available at www.fao.org/docrep/012/i0970e/i0970e00.htm).

FAO. 2015. Fisheries operations. Best practices to improve safety at sea in the fisheries sector. *FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 1, Suppl. 3*. Rome. 196 pp. (also available at www.fao.org/3/a-i4740e.pdf).

FAO/ILO/IMO. 2012. Safety Recommendations for Decked Fishing Vessels of Less than 12 metres in Length and Undecked Fishing Vessels. *FAO, Rome*. 254 pp. (also available at www.fao.org/docrep/017/i3108e/i3108e00.htm).

FAO/Regional Commission for Fisheries. 2009. Report of the Regional Technical Workshop on Sustainable Marine Cage Aquaculture Development. Muscat, Sultanate of Oman, 25–26 January 2009. *FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 892*. Rome, FAO. 135 pp. (also available at www.fao.org/docrep/011/i0723e/i0723e00.htm).

Flook, V. 2004. Yo-Yo diving and the risk of decompression illness. Prepared by Unimed Scientific Ltd for the Health and Safety Executive Research Report 214. Health and Safety Executive.

Halwart, M. & Moehl, J.F. eds. 2006. *FAO Regional Technical Expert Workshop on Cage Culture in Africa*. Entebbe, Uganda, 20–23 October 2004. *FAO Fisheries Proceedings No. 6*. Rome, FAO. 113 pp. (also available at www.fao.org/docrep/009/a0833e/a0833e00.htm).

Halwart, M., Soto, D. & Arthur, J.R. eds. 2007. *Cage aquaculture – regional reviews and global overview*. *FAO Fisheries Technical Paper No. 498*. Rome, FAO. 241 pp. (also available at www.fao.org/docrep/010/a1290e/a1290e00.htm).

Health and Safety Executive (HSE). 2000. *Health and safety on floating fish farm installations*. HSE Books. (also available at www.hse.gov.uk).

Health and Safety Executive (HSE). 2011. *Commercial diving projects inland/inshore*. *Diving at Work Regulations 1997*. HSE Books. (also available at www.hse.gov.uk).

Health and Safety Executive (HSE). 2011. *Personal buoyancy equipment on inland and inshore waters*. HSE Information Sheet. HSE Books. (also

available at www.hse.gov.uk). International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2007. Guide for the Sustainable Development of Mediterranean Aquaculture 1. Interaction between Aquaculture and the Environment. Gland, Switzerland, and Malaga, Spain. 107 pp.

International Union for Conservation of Nature (IUCN). 2009. Guide for the Sustainable Development of Mediterranean Aquaculture 2. Aquaculture site selection and site management. Gland, Switzerland, and Malaga, Spain. viii + 303 pp.

Kapetsky, J.M. & Aguilar-Manjarrez, J. 2007. Geographic information systems, remote sensing and mapping for the development and management of marine aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper No. 458. Rome. FAO. 125 pp. (also available at www.fao.org/docrep/009/a0906e/a0906e00.htm).

Kapetsky, J.M., Aguilar-Manjarrez, J. & Jenness, J. 2013. A global assessment of potential for offshore mariculture development from a spatial perspective. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 549. Rome, FAO. 181 pp. (also available at www.fao.org/docrep/017/i3100e/i3100e00.htm).

Klust, G. 1982. Netting materials for fishing gear. Second edition. UK, Fishing News Books Ltd. 193 pp.

Lekang, O.-I. 2013. Aquaculture Engineering. Second edition. Oxford. Wiley-Blackwell. 432 pp.

Libert, L., Maucorps, A. & Innes, L. 1987. Mending of fishing nets. Second edition. UK, Fishing News Books Ltd. 124 pp.

Lovatelli, A., Aguilar-Manjarrez, J. & Soto, D. eds. 2013. Expanding mariculture farther offshore – technical, environmental, spatial and governance challenges, FAO Technical Workshop, 22–25 March 2010, Orbetello, Italy. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings No. 24. Rome, FAO. 73 pp. Includes a CD-ROM containing the full document (314 pp.). (also available at www.fao.org/docrep/018/i3092e/i3092e00.htm).

Loverich, G. & Gace, L. 1997. The effect of currents and waves on several classes of offshore sea cages. Ocean Spar Technologies, LLC. Open Sea Aquaculture 97. Maui, USA. 13–144 pp.

Mosig, J. & Fallu, R. 2004. Australian fish farmer: a practical guide to aquaculture. Second edition. Collingwood, Australia, Landlinks Press. 444 pp.

Muir, J. & Basurco, B. eds. 2000. Mediterranean offshore mariculture. Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches; n. 30). Advanced Course of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean on “Mediterranean Offshore Mariculture”, 1997/10/20-24. Zaragoza, Spain, CIHEAM IAMZ. 215 pp.

Piccolotti, F. & Lovatelli, A. 2013. Construction and installation of hexagonal wooden cages for fish farming – a technical manual. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 576. Rome, FAO. 76 pp. (also available at www.fao.org/docrep/018/i3091e/i3091e00.htm).

Polk, M. ed. 1996. Open ocean aquaculture. Proceeding of an international conference. May 1-5, 1996 Portland, ME, USA. New Hampshire/Maine Sea Grant College Program Rpt. # UNHMP - CP - SG - 96 - 9.

Prado, J. ed. 1990. Fisherman’s workbook. UK, Fishing News Books Ltd.

Price, C.S. & Beck-Stimpert, J. eds. 2014. Best Management Practices for Marine Cage Culture Operations in the U.S. Caribbean. GCFI Special Publication Series Number 4. 52 pp. (also available at www.gcfi.org/Publications/CaribbeanAquaBMP.pdf). Ross, L.G., Telfer, T.C., Falconer, L., Soto, D. & Aguilar-Manjarrez, J. eds. 2013. Site selection and carrying capacities for inland and coastal aquaculture. FAO/Institute of Aquaculture, University of Stirling, Expert Workshop, 6–8 December 2010. Stirling, the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland. FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings No. 21. Rome, FAO. 46 pp. Includes a CD-ROM containing the full document (282 pp.). (also available at www.fao.org/docrep/017/i3099e/i3099e00.htm). Ryan, J., Mills, G. & Maguire, D. eds. 2004. Farming the deep blue. Dublin, Marine Inst. 67 pp. Saffir, H.S. 1973. Hurricane wind and storm surge, and the hurricane impact scale. The Military Engineer, Alexandria, Virginia, January-February 1973 No. 423. Swingle, H.S. 1969. Methods of analysis for waters, organic matter and pond bottom soils used in fisheries research. Auburn, USA, Auburn University. Standards Norway. 2009. Marine fish farms – requirements for site survey, risk analyses, design, dimensioning, production, installation and operation, NS-9415:2009 Standard. Tidwell, J.H. ed. 2012. Aquaculture production systems. Oxford. Wiley-Blackwell. 421 pp. Vázquez Olivares, A.E. 2005. Design of a cage culture system for farming in Mexico [online]. UNU-Fisheries Training Programme, Final Project 2003. [Cited 6 May 2015]. www.unuftp.is/static/fellows/document/alfredo03prf.pdf. Young, P. 2011. Notes on Meteorology. Routledge, Abingdon, Oxfordshire (112 pp).

پیوست‌ها

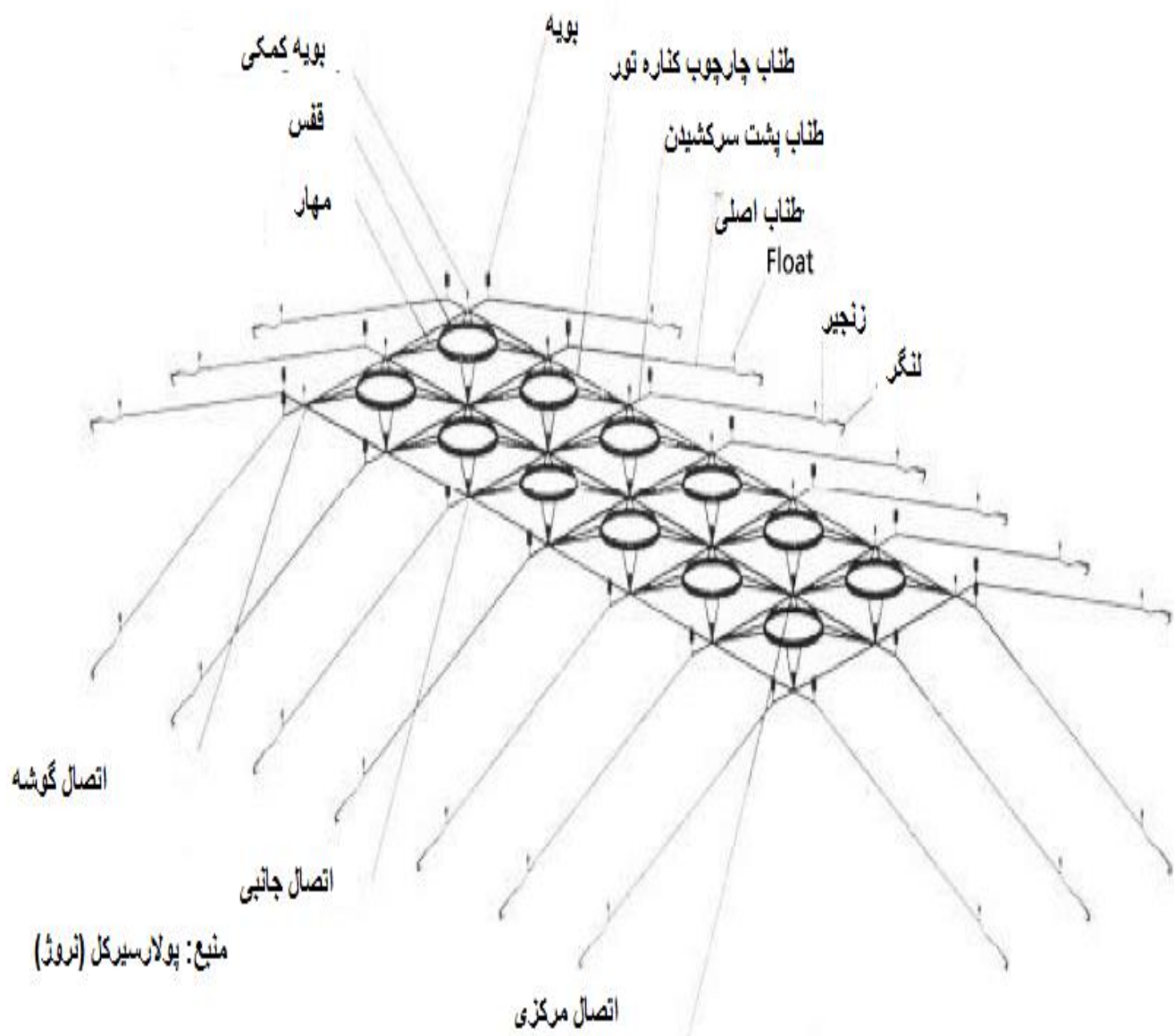
پیوست ۱: نقشه های فنی و لیست اجزاء سیستم مهاربندی در یک سیستم قفس دو بویه، در معرض جریان‌ات / امواج معتدل، ۱۶ متر قطر قفس.

پیوست ۲: مختصات فنی تورسازی

پیوست ۱: نقشه های فنی و لیست اجزاء سیستم مهاربندی در یک سیستم قفس
دو بویه، در معرض جریان / امواج معتدل، ۱۶ متر قطر قفس.

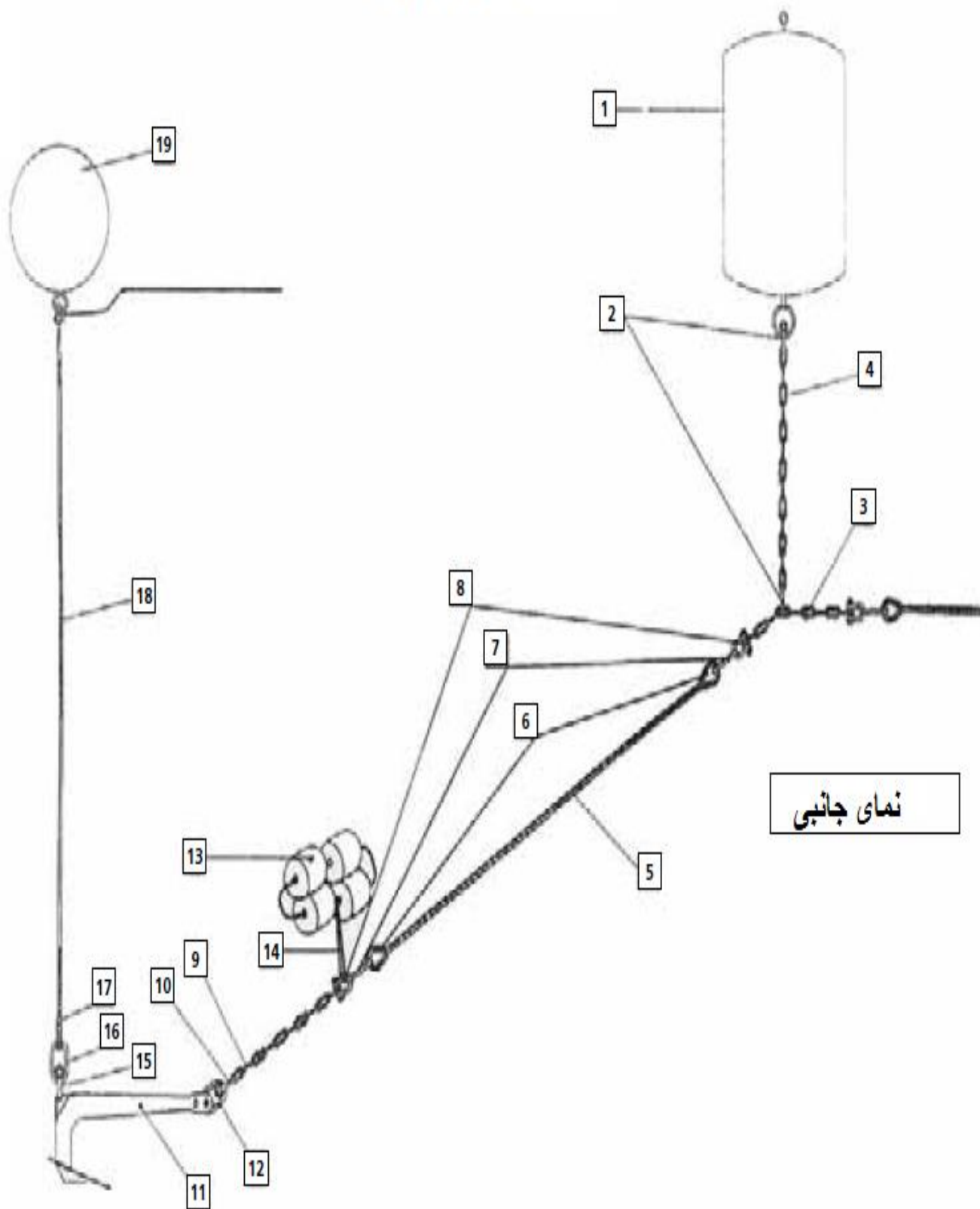
شکل الف. 1.1

سیستم کامل مهاربندی شبکه



کد شناسه	شرح	نکات
۱	بویه اصلی	قابلیت شناوری معادل ۶۸۰ لیتر. ساخته شده از پلی اتیلن متراکم PE قالب گیری شده چرخشی. داخل لوله ها با پلی استرهای منبسط پر شده است
۲	قلاب (شگل)	توان تحمل بار مجاز ۴/۷۵ تن
۳	زنجیر کشیدن قفس	قطر ۱۶ × ۱۰۰ میلی متر، درازای ۲ متر
۴	زنجیر	قطر ۱۳ × ۸۸ میلی متر، درازای ۶ متر
۵	طناب اصلی	طناب پلی استر با قطر ۴۸ میلی متر و درازای ۱۲۰ متر
۶	چشمی فلزی	۱۱". مناسب برای طنابی به قطر ۴۸ میلی متر
۷	حلقه فاصله	B.6-۱۰۰-۲۵.
۸	قلاب (شگل)	توان تحمل بار مجاز ۴/۷۵ تن
۹	زنجیر کف	زنجیر کارکرده قیراندود شده. قطر ۴۰ میلی متر. طول ۳۰ متر
۱۰	قلاب لنگر	توان تحمل بار مجاز ۸/۵ تن یا توان تحمل بار مجاز ۹/۵ تن
۱۱	لنگر	نوع سامسون. وزن ۱۲۰۰ کیلوگرم
۱۲	صفحه کنکتور	اختیاری
۱۳	بویه های آب عمیق	ساخته شده از پلی پروپیلن سخت. ۲۸ میلی متر قط. قابلیت شناوری معادل ۱۰ لیتر
۱۴	طناب	اختیاری طناب پلی استیل. قطر ۱۲ میلیمتر. طول ۳ متر
۱۵	قلاب	اختیاری توان تحمل بار مجاز ۸/۵ تن
۱۶	حلقه فاصله	اختیاری
۱۷	چشمی فلزی	اختیاری
۱۸	طناب	اختیاری طناب پلی استیل. قطر ۲۴ میلیمتر. طول ۵۰ متر
۱۹	شناور	اختیاری متغیر (قابلیت شناوری معادل ۹ تا ۱۰ لیتر)

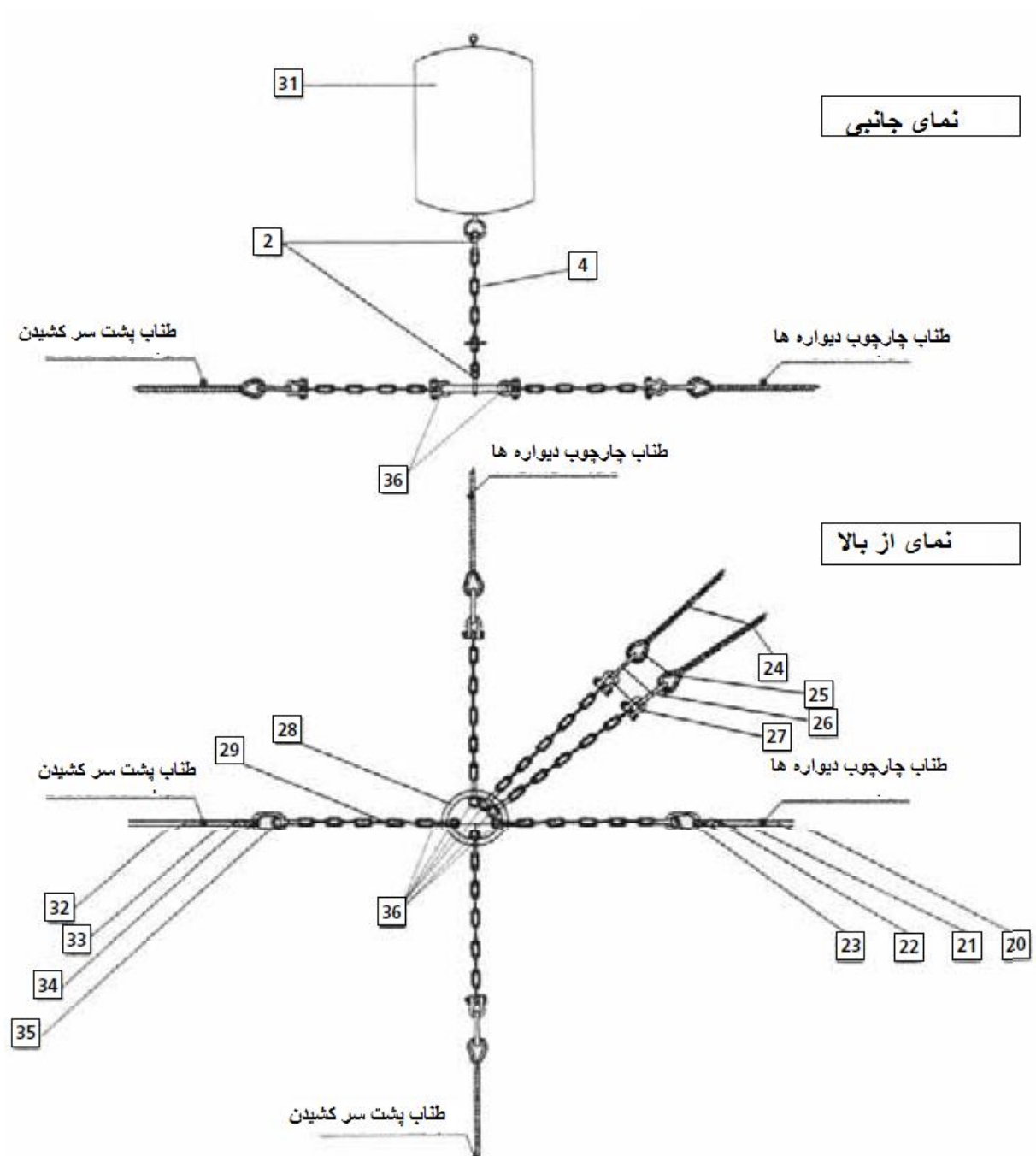
شکل الف 2.1
خطوط مهاربندی



کد شناسه	تعداد	توضیحات	نکته
۲	۸	قلاب (شگل)	توان تحمل بار مجاز ۴/۷۵ تن
۴	۴	زنجیر بویه	۱۳ × ۱۸ میلیمتر. طول ۶ متر
۲۰	اتصالات جانبی را ببینید	خطوط شبکه	طناب پلی استیل. ۴۸ میلی متر قطر. طول ۲۷/۳ متر
۲۱	اتصالات جانبی را ببینید	چشمی	”۱۱. مناسب برای طنابی با قطر ۴۸ میلی متر.
۲۲	اتصالات جانبی را ببینید	حلقه اتصال	۲۲ B.6، ۹۰ × ۱۷۰ میلی متر، ۲۲ میلی متر
۲۳	اتصالات جانبی را ببینید	قلاب (شگل)	توان تحمل بار مجاز ۸/۵ تن
۲۴	اتصالات جانبی را ببینید	طناب مهار	طناب پلی استیل. ۳۶ میلی متر قطر. طول ۲۰ متر
۲۵	اتصالات جانبی را ببینید	چشمی	”۸/۵. مناسب برای طنابی به قطر ۳۶ میلی متر
۲۶	اتصالات جانبی را ببینید	حلقه اتصال	۱۶ O.۲۸، ۱۶ میلی متر قطر، ۱۶ میلی متر
۲۷	اتصالات جانبی را ببینید	قلاب (شگل)	۱۶ × ۱۰۰ میلی متر، طول ۱ متر
۲۸	۴	حلقه	28 B.6، ۱۲۰ میلی متر قطر، ۲۸ میلی متر
۲۹	۲۴	زنجیر	طناب پلی استیل، ۴۸ میلی متر قطر. ۲ متر طول
۳۱	۴	بویه	قابلیت شناوری معادل ۲۶۰ لیتر، ساخته شده از پلی اتیلن قالب گیری شده چرخشی، داخل لوله با پلی استایرن منبسط شده پر شده است.
۳۲	اتصالات جانبی را ببینید	طناب یدک کش (بکسل)	طناب پلی استیل. ۴۸ میلی متر قطر. طول ۲ تر
۳۳	اتصالات جانبی را ببینید	چشمی	”۱۱. مناسب برای طنابی با قطر ۴۸ میلی متر.
۳۴	اتصالات جانبی را ببینید	حلقه اتصال	۲۲ B.6، ۹۰ میلی متر قطر، ۲۲ میلی متر
۳۵	اتصالات جانبی را ببینید	قلاب (شگل)	توان تحمل بار مجاز ۸/۵ تن
۳۶	۲۴	قلاب (شگل)	توان تحمل بار مجاز ۸/۵ تن

شکل الف. ۱، ۳.

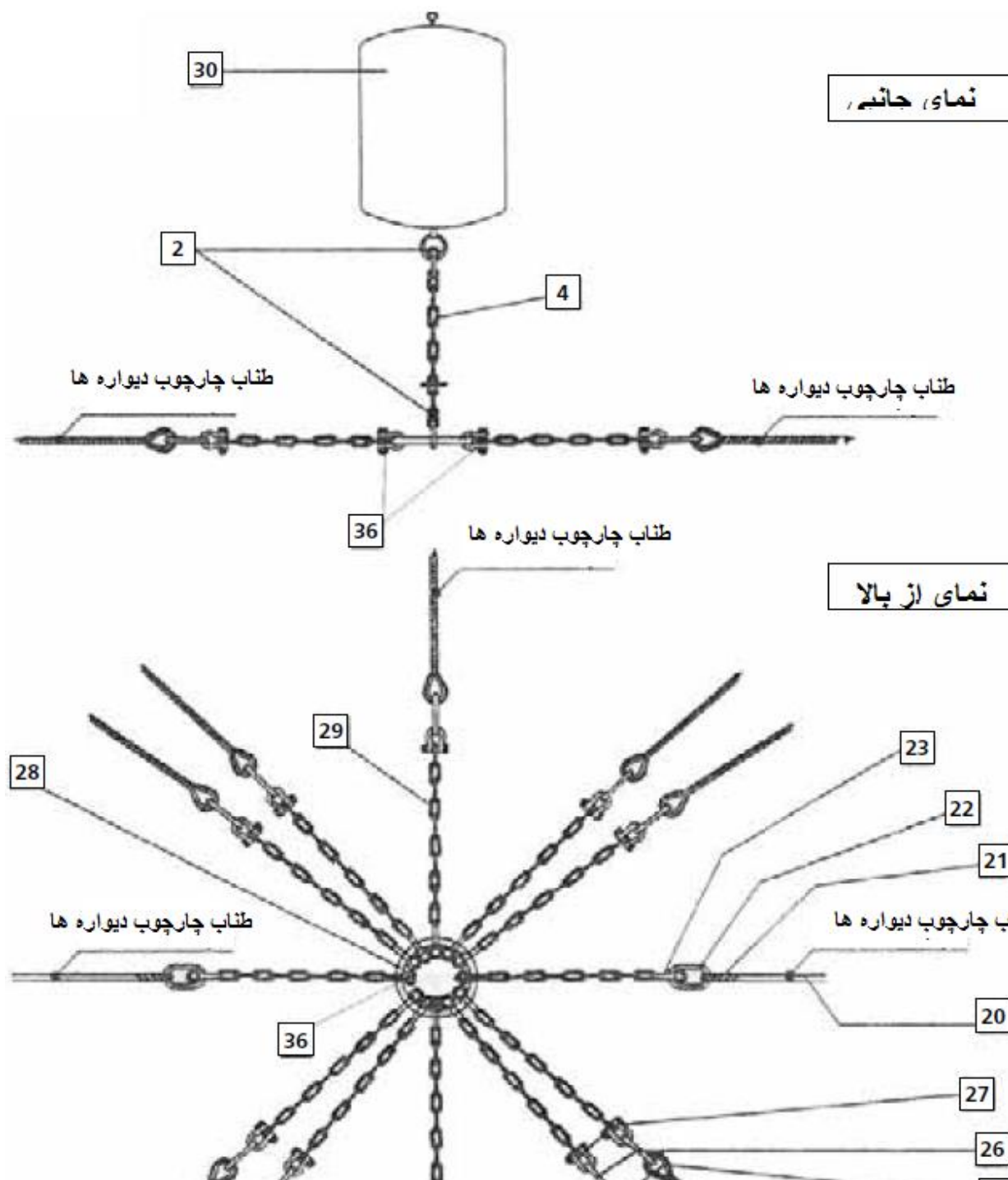
اتصال گوشه ها



کدشناسه	تعداد	توضیحات	نکته
۲	۲	قلاب (شگل)	توان تحمل بار مجاز ۴/۷۵ تن
۴	۴	زنجیر بویه	۱۳ × ۸۸ میلیمتر. طول ۶ متر
۲۰	اتصالات جانبی را ببینید	طناب چارچوب	طناب پلی استیل. ۴۸ میلی متر قطر. طول ۲۷/۳ متر
۲۱	اتصالات جانبی را ببینید	چشمی	۱۱". مناسب برای طنابی با قطر ۴۸ میلی متر.
۲۲	اتصالات جانبی را ببینید	حلقه اتصال	۲۲B.6، ۹۰ میلی متر قطر، ≠ ۲۲ میلی متر
۲۳	اتصالات جانبی را ببینید	قلاب (شگل)	توان تحمل بار مجاز ۸/۵ تن
۲۴	اتصالات جانبی را ببینید	طناب مهار	طناب پلی استیل. ۳۶ میلی متر قطر. طول ۲۰ متر
۲۵	اتصالات جانبی را ببینید	چشمی	۸/۵". مناسب برای طنابی به قطر ۳۶ میلی متر
۲۶	اتصالات جانبی را ببینید	حلقه اتصال	۲۸.O.۱۶، ۱۶ میلی متر قطر، ≠ ۱۶ میلی متر
۲۷	اتصالات جانبی را ببینید	قلاب	توان تحمل بار مجاز ۴/۷۵ تن
۲۸	۲	حلقه	B.6 28، ۱۲۰ میلی متر قطر، ≠ ۲۸ میلی متر
۲۹	۱۲	زنجیر	۱۶ × ۱۰۰ میلی متر، طول ۱ متر
۳۰	۲	بویه	قابلیت شناوری معادل ۶۸۰ لیتر، ساخته شده از پلی اتیلن قالب گیری شده چرخشی، داخل لوله با پلی استایرن منبسط شده پر شده است.
۴۰	۲۸	قلاب	توان تحمل بار مجاز ۸/۵ تن

شکل الف. ۱. ۴.

اتصال مرکزی



کد شناسه	تعداد	توضیحات	نکته
۲	۱۲	قلاب (شگل)	توان تحمل بار مجاز ۴/۷۵ تن
۴	۶	زنجیر بویه	۱۳ × ۸۸ میلیمتر. طول ۶ متر
۲۰	۱۷	خطوط شبکه	طناب پلی استیل. ۴۸ میلی متر قطر. طول ۲۷/۳ متر
۲۱	۳۴	چشمی	”۱۱“. مناسب برای طنابی با قطر ۴۸ میلی متر.
۲۲	۳۴	حلقه اتصال	۲۲B.6، ۹۰ میلی متر قطر، ≠ ۲۲ میلی متر
۲۳	۳۴	قلاب	توان تحمل بار مجاز ۸/۵ تن
۲۴	۴۸	طناب مهار	طناب پلی استیل. ۳۶ میلی متر قطر. طول ۲۰ متر
۲۵	۴۸	چشمی	”۸/۵“. مناسب برای طنابی به قطر ۳۶ میلی متر
۲۶	۴۸	حلقه اتصال	۲۸.O.۱۶، ۱۶ میلی متر قطر، ≠ ۱۶ میلی متر
۲۷	۴۸	قلاب	توان تحمل بار مجاز ۴/۷۵ تن
۲۸	۶	حلقه	B.6 28، ۱۲۰ میلی متر قطر، ≠ ۲۸ میلی متر
۲۹	۴۸	زنجیر	۱۶ × ۱۰۰ میلی متر، طول ۱ متر
۳۱	۶	بویه	قابلیت شناوری معادل ۲۶۰ لیتر، ساخته شده از پلی اتیلن قالب گیری شده چرخشی، داخل لوله با پلی استایرن منبسط شده پر شده است.
۳۲	۱۴	طناب یدک کش	طناب پلی استیل. ۴۸ میلی متر قطر. طول ۲ متر
۳۳	۲۸	چشمی	”۱۱“. مناسب برای طنابی با قطر ۴۸ میلی متر.
۳۴	۲۸	حلقه اتصال	۲۲B.6، ۹۰ میلی متر قطر، ≠ ۲۲ میلی متر
۳۵	۲۸	قلاب	توان تحمل بار مجاز ۸/۵ تن
۳۶	۴۸	قلاب	توان تحمل بار مجاز ۸/۵ تن

بافته ۲۱۰/۰۰۰	نوع بافت	وزن (کیلوگرم) ۱۰۰۰ چشمه × متر	قدرت تحمل مجاز بار (کیلوگرم)		
			حداقل	میانگین	حداکثر
۴	نرم	۰/۳۵	–	۷/۵	–
	میانه	۰/۳۸	–	۸/۰	–
	سخت	۰/۴۰	–	۸/۵	–
۶	نرم	۰/۵۱	–	۸/۸	–
	میانه	۰/۵۳	۸/۶	۹/۱	۱۰/۲
	سخت	۰/۵۵	۸/۸	۹/۳	۱۰/۳
۷	نرم	۰/۷۳	–		۱۴/۵
	میانه	۰/۷۶	۱۳/۵	۱۴/۰	–
	سخت	/۸۰	–	–	–
۹	نرم	۰/۷۷	–	۱۳/۵	۱۵/۵
	میانه	۰/۸۲	۱۳/۰	۱۴/۰	–
	سخت	۰/۸۵	۱۴/۰	۱۵/۰	۱۵/۵
۱۲	نرم	۰/۹۲	۱۶/۰	۱۶/۵	۱۶/۵
	میانه	۰/۹۵	۱۶/۵	۱۶/۷	۱۷/۵
	سخت	۱/۰۰	۱۶/۰	۱۷/۰	۱۸/۰
۱۵	نرم	۱/۲۱	۲۱/۰	۲۲/۰	۱۹/۵
	میانه	۱/۲۸	۲۱/۵	۲۲/۵	۲۴/۵
	سخت	۱/۳۲	۲۲/۵	۲۴/۰	۲۵/۵
۱۸	نرم	۱/۶۱	۲۸/۰	۳۰/۰	۳۱/۵
	میانه	۱/۷۱	۲۸/۰	۳۱/۵	۳۴/۵
	سخت	۱/۸۰	۳۰/۰	۳۳/۵	۳۳/۵
۲۴	نرم	۱/۹۱	۳۲/۵	۳۴/۵	۳۵/۵
	میانه	۱/۹۹	۳۲/۵	۳۵/۰	۳۷/۵

	سخت	۲/۰۳	۳۳/۰	۳۷/۰	۳۸/۰
۳۰	نرم	۲/۱۲	۳۵/۵	۳۷/۰	۳۸/۵
	میانه	۲/۲۲	—	۳۸/۵	—
	سخت	۲/۴۶	۳۸/۰	۳۹/۵	۴۱/۰
۳۶	نرم	۲/۴۴	۴۴/۰	۴۴/۵	۴۵/۵
	میانه	۲/۵۹	۴۲/۰	۴۵/۵	۴۸/۰
	سخت	۲/۷۰	۴۵/۰	۴۶/۵	۴۷/۵
۴۲	نرم	۲/۶۵	۴۶/۰	۴۷/۵	۴۹/۰
	میانه	۲/۸۷	۴۶/۵	۴۸/۵	۵۲/۵
	سخت	۳/۰۰	۴۶/۵	۴۹/۵	۵۱/۶
۴۸	نرم	۳/۴۰	۵۷/۵	۵۷/۰	۵۹/۵
	میانه	۳/۵۵	۵۸/۵	۵۹/۵	۶۴/۵
	سخت	۳/۶۸	۵۸/۵	۶۱/۰	۶۳/۰

Glossary

Anoxia	deficiency or absence of oxygen in the blood and tissues.
Ballast chain	the large chain connecting the mooring point on the sea floor (anchor or concrete block) to the mooring line connected to the grid system. This chain has the function of cushioning (absorb) the drag forces on mooring points generated by waves and currents on the cages.
Barotrauma	injury due to pressure variation exposure, such as decompression illness, ears and sinus squeezes, embolism, etc.
Batch	or lot, i.e. a group of specimens homogenous for at least one characteristic (usually age) and cultured together in the same rearing unit (net pen).
Beaufort scale	scale referring to the strength of the wind and the relevant sea status. It is empirical and based on the observed sea status. It ranges from 0 (calm) to 12 (hurricane).
Biomass	the total live weight of a group (or stock) of living organisms (e.g. fish, plankton) or of some defined fraction of it (e.g. fish spawners), in an area, at a particular time.
Bridles	the mooring ropes that connect the cage collar to the grid system. Bridles are usually connected to the corner plates and tied on the collars, either onto the high-density polyethylene (HDPE) pipes or on specific supports built in the collar.
Bracket	a plastic or metallic component of the cage collar. Each cage is equipped with a number of these, equidistant along the collar circumference. These have the function of keeping assembled the HDPE rings of the collar and to provide the collar with stanchions holding a handrail, for facilitating surface operations.
Cohort	a subpopulation; if a population is divided into several groups based on spawning date, the population is divided into age cohorts.
Collar	the floating cage structure made with HDPE pipes on which the cage net is hung.
Denier	unit of measure of linear mass density of textiles; it is referred to the mass in grams of 9 000 m of a single filament fibre.
Fetch	the distance the wind can blow over the sea; usually expressed in kilometres or nautical miles. Fetch distance and wind force determine the size of the waves at a given site.
Fingerlings	related to any fish from advanced fry to the age of one year from the date of hatching regardless of size.
Fluke	the part of the anchor that becomes embedded in the sea bottom, providing resistance to dragging forces.
Footprint (farm)	the total area occupied by a farm, including the submerged components of the mooring system and the mooring lines.
Fouling	the accumulation of aquatic organisms that attach to and grow on underwater objects, such as ship hulls, harbour structures, net cages and rafts.
Galvanized	metal component (usually iron or steel) protected through a coating of zinc.

Jump net	the exposed or visible part of a net cage from the waterline rope to the top rope; it is usually fixed on the upper part of the stanchion or the handrail of the floating collar.
Mesh	one of the open spaces between the cords of a net. The size of netting mesh is measured as the length of one mesh side, e.g. a 25 mm mesh (also known as “bar size”). The mesh size measurement can also be indicated as “stretched size”, which is the size of netting mesh measured as the length of a stretched mesh.
Net cage	the structure holding the fish stock; it is made of netting material and ropes seamed together. It may have loops or rings to fix it to the floating (collar) or sinking (sink tube) components of the fish cage.
Netting	for the purposes of this manual, “netting” refers to an open mesh fabric (whether in bulk or incorporated into a net cage), whereas “net” refers to a ready-to-use product made from netting (e.g. cage net or fishing net).
No fishing zone	an area of the marine environment together with its overlying water and associated flora and fauna where no fishing is allowed and which is protected legally by law or regulations.
Pellet	agglomerated feed formed by compacting and forcing it through die openings by a mechanical extrusion process.
Purse seine	nets characterized by the use of a purse line at the bottom of the net. The purse line enables the net to be closed like a purse and thus retain all the fish caught.
Shackle	a movable metal link, U-shaped, used to connect mooring components, chains, thimbles, etc. It is fixed through a bolt, which is usually secured with a cotter pin.
Shank	the central, straight part of an anchor to which the fluke is connected on one end and the stock on the other end.
Sinker system	the weights and other structures connected to the net cage to sink the net and maintain its volume and shape.
Siting	the process of site selection, up to the detail of exact mooring location and orientation.
Spliced eye	a splice formed by bending a rope end back and splicing it into the rope so that a loop is formed.
Splicing	a semi-permanent joint between two ropes or two parts of the same rope by partly untwisting and then interweaving their strands.
Stanchion	the vertical part of a bracket holding the handrail pipe in a floating cage unit.
Tenacity	unit of measure of fibre strength. It is calculated dividing the tensile strength of a fibre by the denier.
Tensile strength	the strength of a fibre or yarn measured as the maximum tension the material can withstand without breaking.
Thimble	a loop of metal or plastic having a groove at its outer edge for a rope or cable. Used for protecting ropes from abrasion. It is usually mounted inside a spliced eye.
Tripping line	rope installed on the anchor, opposite the fluke, useful to launch the anchor during installation or to remove the anchor from its embedding.
Wave crest	the highest part of a wave. A wave length is measured from crest to crest.
Zippering line	a rope connected to the anchor crown used to recover an embedded anchor.