



سازمان حفاظت محیط زیست
Department of the Environment
I.R. IRAN

حوزه معاونت محیط زیست دریایی

دفتر بررسی آلودگی های دریایی

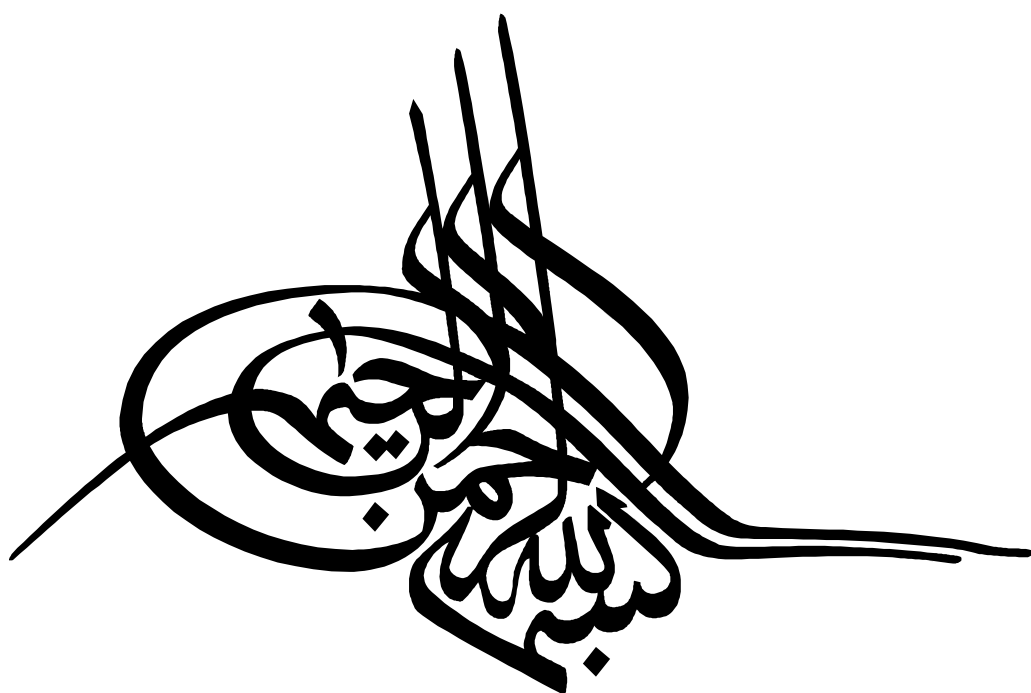
استاندارد تخلیه فاضلاب کشتی ها

و آب توازن به دریا

این طرح با تصویب و حمایت مالی حوزه معاونت محیط زیست دریایی

سازمان حفاظت محیط زیست اجرا گردیده است.

کلیه حقوق طرح برای سازمان حفاظت محیط زیست محفوظ می باشد.





تشکر و قدردانی

این تحقیق به منظور تهیه استاندارد تخلیه فاضلاب کشتی ها و آب توازن به دریا در خلیج فارس و دریای عمان با حمایت ارزنده سازمان حفاظت محیط زیست انجام شده است، که جا دارد از جناب آقای مهندس محمدی زاده ، معاون محترم رئیس جمهور و رئیس سازمان حفاظت محیط زیست ، جناب آقای دکتر عبدالرضا کرباسی ، معاون محترم محیط زیست دریایی، جناب آقای دکتر نیما پورنگ (مدیر کل محترم دفتر بررسی آلودگی های دریایی)، جناب آقای مهندس فرزاد زندی، جناب آقای مهندس رضا گلشنی ، کلیه اساتید محترم دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه علوم و تحقیقات و تمامی کارشناسان محترمی که در مدت انجام پروژه همکاری نموده اند و بدون بذل توجه این مجموعه، انجام این تحقیق امکان پذیر نمی شد، صمیمانه تقدیر و تشکر بعمل آید.

امید آنکه این تحقیق توانسته باشد گام موثری در جهت حفظ محیط زیست دریایی کشور برداشته باشد.



شناسنامه طرح

عنوان مطالعه: استاندارد تخلیه فاضلاب کشتی ها و آب توازن به دریا

اهداف مطالعه: تهیه و تدوین استاندارد تخلیه آب توازن کشتی ها به دریا

محل مطالعه: خلیج فارس و دریای عمان

حوزه مطالعه: دفتر آلودگی دریا

موضوع بررسی: آب توازن و فاضلاب کشتی ها

نوع مطالعه : کاربردی

نحوه بررسی: بررسی مطالعات مشابه انجام شده قبلی در جهان و سوابق طرح در کشور، بررسی

استانداردهای آب توازن در جهان

مشاوره مطالعات: دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات ، دانشکده علوم و فنون دریایی

مجری پروژه: دکتر امیر حسین جاوید

ناظر پروژه: دفتر محیط زیست دریایی، مهندس فرزاد زندی، مهندس رضا گلشنی

همکاران پروژه: مهندس پونه سعیدی، دکتر سارا الله یاری بیک، دکتر علی ماشین چیان مرادی

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول : مقدمه و هدف

۲	مقدمه
۴	۱-۱- کنوانسیون‌ها و الزامات جهانی در زمینه آب توازن
۷	۱-۱-۱- راهکارهای سازمان جهانی دریانوردی برای کنترل و مدیریت آب توازن کشتی
۱۳	۱-۱-۲- کنوانسیون بین‌المللی کنترل و مدیریت آب توازن در رسوبات کشتی‌ها
۲۲	۲-۱- سایر قوانین و الزامات موجود در زمینه مقابله اثرات مضر آب توازن
۲۲	۱-۲-۱- کنوانسیون ۱۹۸۲ ملل متحد در خصوص حقوق دریا
۳۷	۱-۲-۲- اعلامیه ریو و دستور کار ۲۱
۳۸	۱-۲-۳- کنوانسیون ۱۹۹۲ در خصوص تنوع زیستی (CBD) و اسناد مرتبط
۳۸	۱-۲-۴- کنوانسیون بین‌المللی ایمنی حیات دریایی (سولاس) و مقررات بین‌المللی مدیریت ایمنی
۳۹	۱-۲-۵- کنوانسیون بین‌المللی استانداردهای آموزش، صدور گواهینامه و نظارت بر دریانوردان مصوب و
۴۰	۱-۲-۶- کنوانسیون تسهیل ترافیک دریایی بین‌المللی مصوب ۱۹۶۵
۴۱	۱-۲-۷- مقررات بین‌المللی بهداشت مصوب ۱۹۶۹ و موافقتنامه‌های مربوط به بهداشت گیاهی و حیوانی
۴۱	۱-۲-۸- دستورالعمل صیدگاه‌های مجاز و راهکارهای فنی مرتبط با آن
۴۲	۱-۲-۹- موافقتنامه جامع تعرفه و تجارت ۱۹۹۴ (گات)
۴۲	۱-۲-۱۰- دستورالعمل شورای بین‌المللی اکتشاف دریا در خصوص ورود و انتقال جانداران دریایی، ۱۹۹۴
۴۳	۱-۳- قوانین حاکم بر مدیریت آب توازن در خلیج فارس و دریای عمان
۴۸	۱-۴- دستورالعمل‌های سازمان دریانوردی جهانی (IMO) در کنترل و مدیریت آب توازن
۵۱	۱-۵- اجلاس IMO در سال ۲۰۰۸ میلادی
۵۳	۱-۶- گزارش پنل مشورتی کالیفرنیا در خصوص استانداردهای آب توازن
۵۸	۱-۷- کنوانسیون بین‌المللی کنترل سامانه‌های مضر گندزدایی در کشتی‌ها مصوب ۲۰۰۱ (NIF یا کنوانسیون گندزدایی)
۵۹	۱-۸- کنوانسیون بین‌المللی ممانعت از آلودگی ناشی از کشتی‌ها، مصوب ۱۹۷۳ اصلاحیه ۱۹۷۸ (مارپُل)
۵۹	۱-۸-۱- کاربرد کنوانسیون
۶۰	۱-۸-۲- ضمیمه مارپِل

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱-۸-۲-۱- ضمیمه ۱: مقررات برای جلوگیری از آلودگی ناشی از نفت	۶۱
۱-۸-۲-۲- ضمیمه ۲: مقررات برای کنترل آلودگی توسط مواد مایع سمی بصورت فله	۶۱
۱-۸-۲-۳- ضمیمه ۳: مقررات برای جلوگیری از آلودگی توسط مواد مضر بسته بندی شده	۶۲
۱-۸-۲-۴- ضمیمه ۴: مقررات برای جلوگیری از آلودگی توسط فاضلاب کشتی ها	۶۲
۱-۸-۲-۵- ضمیمه ۵: مقررات برای جلوگیری از آلودگی ناشی از زباله کشتی ها	۶۲
۱-۸-۲-۶- ضمیمه ۶: مقررات برای جلوگیری از آلودگی هوا ناشی از کشتی	۶۳

فصل دوم : مواد و روش ها

۱-۲- مشخصات فیزیکی - شیمیایی فاضلاب	۶۹
۱-۱-۲- مشخصه های فیزیکی	۶۹
۱-۲-۲- مشخصه های شیمیایی	۷۰
۲-۲- فاضلاب کشتی ها ، کمیت و کیفیت آن ها	۷۲
۳-۲- سیستم های تصفیه فاضلاب کشتی و کیفیت فاضلاب های تولیدی	۷۴
۱-۳-۲- اهداف تصفیه فاضلاب	۷۴
۲-۳-۲- سیستم جمع آوری فاضلاب	۷۵
۳-۳-۲- سیستم تخلیه Zero- discharge	۷۶
۱-۳-۳-۲- مخازن نگهدارنده	۷۷
۲-۳-۳-۲- سیستم های تصفیه باز یافتی	۷۸
۳-۳-۳-۲- سیستم های زباله سوز تبخیری	۷۹
۴-۳-۳-۲- زباله سوز های سرویس های بهداشتی	۸۰
۴-۳-۲- سیستم های Flow-Through	۸۱
۵-۳-۲- سیستم اکسیداسیون wet-air	۸۱
۶-۳-۲- سیستم Macerator-chlorinator	۸۳
۷-۳-۲- جداسازی مایع از جامد	۸۴

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۸-۳-۲- فرایند الکتروکواگولاسیون	۸۵
۹-۳-۲- سیستم های تصفیه بیولوژیکی	۸۸
۱-۹-۳-۲- تصفیه بیولوژیکی	۸۸
۲-۹-۳-۲- انواع روش های بیولوژیکی تصفیه فاضلاب	۹۰
۳-۹-۳-۲- تصفیه بیولوژیکی فاضلاب به روش MBR	۹۱
۱۰-۳-۲- اثرات زیست محیطی فاضلاب کشتی ها و لزوم تصفیه آن ها	۱۰۰
۴-۲- امکانات لازم جهت مدیریت آب توازن و روش های تیمار موجود	۱۰۵
۱-۴-۲- گزینه مدیریت آب توازن و رسوبات آن برای فرماندهان کشتی	۱۱۰
۱-۴-۲-۱- اقدامات احتیاطی	۱۱۰
۲-۴-۲- شناسایی گونه های مهاجم	۱۱۳
۲-۴-۲- ۱- شانه دار آمریکای شمالی	۱۱۵
۲-۴-۲- ۲- ماسل طلایی	۱۱۹
۳-۴-۲- شکوفایی جلبک های سمی	۱۱۹
۴-۴-۲- ستاره دریایی <i>Asterias amurensis</i>	۱۲۰
۵-۴-۲- صدف <i>Dreissena polymorpha</i>	۱۲۰
۵-۲- نمونه برداری از آب توازن	۱۲۰
۱-۵-۲- استانداردسازی روش نمونه برداری	۱۲۱
۲-۵-۲- نقاط نمونه برداری از آب توازن و رسوبات آن در کشتی	۱۲۲
۳-۵-۲- روش های نمونه برداری	۱۲۳
۴-۵-۲- تجهیزات، آموزش ها و مهارت های لازم	۱۲۵
۱-۴-۵-۲- عملیات نمونه برداری	۱۲۵
۲-۴-۵-۲- عملیات آزمایشگاهی	۱۳۴
۶-۲- راه های کاهش اثرات نامطلوب ایجاد شده و نحوه انجام آن ها	۱۶۶
۱-۶-۲- مدیریت گونه های مهاجم و نحوه از بین بردن/خنثی نمودن آن ها	۱۶۷
۱-۶-۲- ۱- نابودسازی	۱۷۱

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۲-۶-۱-۲- کنترل	۱۷۲
۲-۶-۱-۳- پایش	۱۷۶
۲-۶-۲- بررسی زمان و هزینه مورد نیاز جهت اجرای طرح	۱۷۷
۲-۶-۲-۱-۲- دیاگرام کاهش اثرات نامطلوب	۱۷۷
۲-۶-۲-۲- دیاگرام مراحل هزینه کرد	۱۷۸
۲-۶-۳- اهمیت بررسی اقتصادی گونه‌های مهاجم	۱۷۹
۲-۶-۴- ارزیابی هزینه برخی روش های تصفیه آب توازن	۲۱۹
۲-۶-۳- روش‌های تصفیه رسوبات موجود در آب توازن	۲۲۱

فصل سوم : نتایج و بحث

۱-۳- الزامات اجرایی IMO	۲۲۵
۱-۱-۳- الزامات مدیریت آب توازن برای کشتی	۲۲۶
۱-۱-۱-۳- برداشت آب توازن	۲۲۶
۱-۱-۲-۳- در حین سفر	۲۲۷
۱-۱-۳- تخلیه آب توازن در مناطق جایگزین تخلیه	۲۲۷
۱-۱-۴- تخلیه آب توازن و رسوبات دریافت	۲۲۸
۱-۱-۵- الزامات بندر	۲۲۹
۱-۱-۶- ترتیبات و اقدامات بین کشتی - بندر	۲۳۰
۱-۱-۷- قبل از برداشت آب توازن و ترک بندر	۲۳۱
۱-۱-۸- قبل از ورود به بندر	۲۳۱
۱-۱-۹- موضوعات مهمی که کشتی باید در طرح مدیریت آب توازن مدنظر قرار دهد	۲۳۱
۱-۱-۱۰- هنگام ورود به بندر	۲۳۲
۱-۱-۱۱- مشخص کردن الزامات بندر	۲۳۵

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۳۶	۳-۱-۱۲-قبل از تعمیرات کشتی
۲۳۷	۳-۱-۲-ملاحظات مربوط به ایمنی کشتی
۲۳۹	۳-۱-۱-۲-طرح مدیریت آب توازن کشتی
۲۴۲	۳-۱-۲-۲-ملاحظات مربوط به برخی از انواع کشتی‌ها
۲۴۴	۳-۱-۳-آموزش افسران و خدمه کشتی
۲۴۴	۳-۱-۴-وظایف افسر مسئول مدیریت آب توازن
۲۴۶	۳-۱-۵-آموزش مهارت‌های لازم جهت مقابله با معضل آب توازن
۲۴۷	۳-۱-۶-نظارت بر حسن اجرای قوانین - سیستم CME
۲۵۲	۳-۱-۷-اجزای اصلی CME
۲۵۲	۳-۱-۸-لحاظ نمودن خطر در سیستم CME
۲۵۵	۳-۱-۹-جمع‌آوری گزارشات و اطلاعات لازم
۲۶۰	۳-۱-۱۰-موافقت‌نامه حسن اجرای قوانین
۲۶۱	۳-۱-۱۱-اقدامات اجرایی - ماده ۱۱ دستورالعمل‌های سازمان بین‌المللی دریانوردی (IMO)
۲۶۵	۳-۲-دستورالعمل‌های کاری انجام گشت‌ها
۲۶۵	۳-۲-۱-دستورالعمل‌های کنترل
۲۶۵	۳-۲-۱-۱-دستورالعمل برای کشتی‌ها
۲۶۶	۳-۲-۱-۲-دستورالعمل برای مقامات بندری
۲۶۶	۳-۲-۲-دستورالعمل‌های ثبت و گزارش‌دهی
۲۶۶	۳-۲-۱-۲-دستورالعمل برای کشتی‌ها
۲۶۷	۳-۲-۲-۲-دستورالعمل برای مقامات بندری
۲۶۸	۳-۲-۳-دستورالعمل‌های عملیاتی
۲۶۸	۳-۲-۱-۳-مربوط به کشتی‌ها
۲۷۱	۳-۲-۲-۳-موارد مربوط به مقامات بندری

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل چهارم : نتیجه گیری و پیشنهادات

۲۷۶	۱-۴-مقایسه استاندارد کالیفرنیا با استاندارد IMO
۲۷۹	۲-۴- دلایل انتخاب استاندارد IMO برای تخلیه آب توازن در محدوده خلیج فارس
۲۸۱	منابع انگلیسی
۲۸۴	منابع فارسی
۲۸۵	علائم اختصاری
۲۸۶	پیوست ۱ : مراحل اجرایی پروژه
۲۸۷	۱- پ- مراحل و فصل های انجام کار
۲۸۹	۱-۱- پ- مرحله اول
۲۸۹	۲-۱- پ- مرحله دوم
۲۹۰	۳-۱- پ- مرحله سوم
۲۹۰	۴-۱- پ- مرحله چهارم
۲۹۰	۵-۱- پ- مرحله پنجم
۲۹۱	۶-۱- پ- مرحله ششم
۲۹۱	۷-۱- پ- مرحله هفتم
۲۹۲	۸-۱- پ- مرحله هشتم
۲۹۲	۲- پ- مراحل زمانبندی انجام پروژه
۲۹۴	چکیده انگلیسی

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول (۱-۱): استانداردهای پیشنهاد شده برای تخلیه آب توازن	۵۴
جدول (۲-۱): برنامه زمانبندی پیشنهادی برای پیاده سازی استاندارد های موقت	۵۴
جدول (۳-۱): مقایسه بر اساس غلظت ارگانیسم در آب توازن و استانداردهای پتانسیل تخلیه	۵۵
جدول (۴-۱): غلظت ارگانیسم در آب توازن تصفیه و آزمایش نشده	۵۶
جدول (۵-۱): کنوانسیون IMO و لایحه استاندارد مجلس سنا برای حدود مجاز غلظت در تخلیه توازن	۵۶
جدول (۶-۱): ضمیمه ۱ مارپل	۶۴
جدول (۷-۱): ضمیمه ۲ و ۳ مارپل	۶۴
جدول (۸-۱): ضمیمه ۴ مارپل	۶۵
جدول (۹-۱): ضمیمه ۵ مارپل	۶۶
جدول (۱۰-۱): ضمیمه ۶ مارپل	۶۷
جدول (۱-۲): نمونه ای از آلاینده های حذف شده	۸۷
جدول (۲-۲): خصوصیات برخی انواع ممبران های رشته ای تو خالی	۹۵
جدول (۳-۲): پارامترهای بهره برداری از فرآیند MBR	۹۸
جدول (۴-۲): راندمان حذف وکیفیت پساب خروجی از فرآیند MBR	۹۸
جدول (۵-۲): استاندارد موجودات مختلف در آب توازن کشتی ها بر اساس معیار IMO	۱۰۹
جدول (۶-۲): فهرست برخی از بی مهرگان حمل شده در آب توازن توسط کشتی	۱۱۲
جدول (۷-۲): میزان چشمه تورهای نایلونی تکرشتهای مونوفیلament	۱۲۷
جدول (۸-۲): شمارش گونه های فیتوپلانکتونی (C,B,A) و زئوپلانکتونی (F,E,D) در یک لیتر از آب نمونه	۱۶۱
جدول (۹-۲): سایز بندی گروه های مختلف پلانکتونی	۱۶۲
جدول (۱۰-۲): میزان صید در آب های جنوب در سال های ۸۴-۱۳۸۵	۱۸۶
جدول (۱۱-۲): ارزش اقتصادی میزان صید به تومان	۱۸۷
جدول (۱۲-۲): خلاصه محدوده کشندگی دما در خصوص موجودات دریایی	۲۱۱
جدول (۱۳-۲): مقایسه تعدادی از تکنیک های مورد بررسی از نظر اقتصادی و مدت زمان مورد نیاز	۲۱۷
جدول (۱۴-۲): ارزیابی مقدماتی روش های تیمار آب توازن	۲۱۸
جدول (۱-۳): ظرفیت هر یک از مخازن و پمپ های موجود کشتی	۲۴۲

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۲۴۲	جدول (۲-۳): برآورد ظرفیت پمپ ها
۲۵۰	جدول (۳-۳): نمونه ای از فرم های گزارش آب توازن BWRf
۲۷۶	جدول (۱-۴) : جدول زمانی اجرای استاندارد IMO
۲۷۷	جدول (۲-۴) : استانداردهای IMO, D2
۲۷۸	جدول (۳-۴) : مروری بر دستورالعمل های آب توازن IMO
۲۷۸	جدول (۴-۴) : مقایسه استاندارد کالیفرنیا با استاندارد IMO
۲۷۹	جدول (۵-۴) : جدول زمانی اجرای استاندارد کالیفرنیا برای کشتی ها
۲۸۰	جدول (۶-۴) : مقایسه کیفیت آب خلیج فارس با دریاهای دیگر جهان بر اساس فاصله اقلیدسی

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل (۱-۱): آرایش مخازن آب توازن و ظرفیت آنها	۳
شکل (۱-۲): روند انتقال از طریق خلاء	۷۶
شکل (۲-۲): سیستم تصفیه بازیافتی	۷۹
شکل (۳-۲): سیستم های زباله سوز تبخیری	۸۰
شکل (۴-۲): زباله سوز سرویس های بهداشتی	۸۱
شکل (۵-۲): سیستم اکسیداسیون wet-air	۸۳
شکل (۶-۲): سیستم Macerator-chlorinator	۸۴
شکل (۷-۲): جدا ساز مایع از جامد	۸۵
شکل (۸-۲): تصفیه از طریق فرایند Electrocoagulation	۸۶
شکل (۹-۲): مقایسه فرایند لجن متعارف با فرایند لجن فعال ممبرانی مستغرق	۹۳
شکل (۱۰-۲): میکروتیوپ ممبرانی	۹۳
شکل (۱۱-۲): شمایی از مدول های ممبرانی مختلف در قاب های مستطیلی	۹۵
شکل (۱۲-۲): دو نوع از کاربردهای فرآیند MBR	۹۷
شکل (۱۳-۲): سیستم تصفیه بیولوژیکی فاضلاب	۱۰۰
شکل (۱۴-۲): تصاویر تعدادی از گونه های مهاجم	۱۱۵
شکل (۱۵-۲): موقعیت شماتیک دریچه های تخلیه آب توازن	۱۲۳
شکل (۱۶-۲): تور پلانکتون گیری دوقلو	۱۲۸
شکل (۱۷-۲): تور ترال	۱۲۹
شکل (۱۸-۲): تله نوری	۱۳۰
شکل (۱۹-۲): تور پیاله ای	۱۳۰
شکل (۲۰-۲): نمونه بردار Meyer	۱۳۲
شکل (۲۱-۲): نمونه گیر آبی Nansen	۱۳۴
شکل (۲۲-۲): شیوه باز کردن صدف	۱۵۱
شکل (۲۳-۲): طول میگو	۱۵۳
شکل (۲۴-۲): طول چنگالی ماهی	۱۵۵

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل (۲-۲۵): دستگاه CTD.....	۱۵۶
شکل (۲-۲۶): مراحل عملیاتی کنترل گونه مهاجم	۱۷۷
شکل (۲-۲۷): مراحل هزینه کرد کنترل گونه مهاجم	۱۷۸
شکل (۲-۲۸): ارزش اقتصادی کل و ویژگی های ارزش اقتصادی منابع دریایی	۱۹۱
شکل (۲-۲۹): مثالی از تعویض آب توازن در دریا	۱۹۶
شکل (۲-۳۰): سیستم فیلتراسیون و جداسازی گونه های مهاجم موجود در آب توازن	۲۰۱
شکل (۲-۳۱): سیستم کلراسیون الکترونی	۲۰۳
شکل (۲-۳۲): شمایی از روش گرمایی در تیمار آب توازن:	۲۱۰
شکل (۲-۳۳): از بین بردن گونه ها با استفاده از اصول نوآوری پیشرفته اکسیداسیون AOT و اشعه ماورابنفش	۲۱۴
شکل (۲-۳۴): سیستم تخلیه Pure Ballast	۲۱۵
شکل (۲-۳۵): روش های مختلف تیمار آب توازن و تاثیر آن بر موجودات مختلف	۲۱۹
شکل (۲-۳۶): دیاگرام نحوه عملکرد با آب توازن	۲۲۳
شکل (۳-۱): دیاگرام نحوه عملکرد قانونی بنادر مطابق دستورالعمل های IMO	۲۲۵
شکل (۳-۲): ارتباط بین کشتی/بندر	۲۳۰
شکل (۳-۳): روند نظارت بر حسن اجرای قوانین	۲۵۴

چکیده

آب توازن آبی است با مواد معلق موجود در آن که به منظور کنترل اختلاف آبخور سینه و پاشنه و پهلوی و فشارهای وارده بر یک کشتی برداشت می شود. آب توازن توسط مجرای آبگیری که در کناره و ته کشتی قرار دارد به کمک پمپ های بالاست برداشت می شود. کشتی ها برای حرکت در آب جهت کالاهایی از قبیل نفت، مواد معدنی، کانتینرها و غیره طراحی و ساخته شده اند. بر همین اساس کشتی چه بدون بار باشد و چه اینکه قسمتی از بارشان را در یک بندر تخلیه کرده و راهی بندر بعدی باشند، آب توازن را باید به منظور عملکرد موثر و بی خطر کشتی و جهت حفظ تعادل برداشت کنند. جابه جایی گونه های جانوری، عوامل بیماری زا، تخلیه مواد نفتی و فلزات سنگین مهم ترین آثار زیست محیطی آب توازن محسوب می شوند. این امر در خلیج فارس بسیار اثرگذار بوده است، کشتی ها و به خصوص تانکرهای نفتکش هنگام ورود به خلیج فارس به علت شرایط امن دریایی اقدام به تخلیه آب توازن می کنند و این اقدام اغلب در محدوده تنگه هرمز صورت می گیرد. روزانه صدها هزار تن آب توازن بدین روش به خلیج فارس تخلیه می شود. تخلیه و پخش کردن اینگونه ضایعات موجب بروز مشکلاتی از قبیل آلودگی نفتی، زباله های شناور، شرایط غیر بهداشتی، تولید بو و دیگر تخریب کننده های کیفیت آب می شود. ورود گونه های مهاجم از این طریق نیز در بسیاری از کشورها باعث خسارت چشمگیر و سنگین به اکوسیستم های حساس ساحلی و دریایی شده است. تخلیه آب توازن برحسب قوانین و مقررات در محیط های دریایی صورت می گیرد، تخلیه آن در نواحی ساحلی ممنوع و در فاصله ۱۲ مایلی ساحل با غلظت ۱۵ قسمت در میلیون نفت است. در فواصل بعد از آن باید با غلظت ۱۰۰ قسمت در میلیون نفت به محیط تخلیه شود. بنابراین تهیه و تدوین قوانین مناسب برای تخلیه های کشتی و فراهم آوردن تسهیلات دریافت جهت کنترل درست مواد خروجی یا تخلیه شونده از کشتی ها امری ضروری است.

کلمات کلیدی: آب توازن، آلودگی دریا، استانداردهای آب توازن، آیمو

فصل اول: مقدمه و هدف

۱- مقدمه

بی تردید کشتی ها منشاء پخش مواد نفتی، زباله و تراوشات ناشی از کار مداوم در آب و در نتیجه از عوامل آلودگی آب ها می باشند. از دیگر منابع آلاینده آب ها می توان به پس مانده های ناشی از انبار مواد خام، جابجایی کالای فله و ذرات پراکنده شده توسط باد اشاره نمود. مواد آلی موجود در پس ماند ها تجزیه و به فرم های غیر آلی تبدیل شده به دلیل مصرف اکسیژن محلول سطح مواد مغذی موجود در آب را افزایش می دهند. نشت تصادفی مواد مضر یا سمی، نفت، اجزای نفتی و دیگر مواد خام نیز از منابع مستعد آلوده کننده آب هستند.

همچنین تخلیه آب ته یا گنداب کشتی^۱، آب مخازن توازن^۲، فاضلاب، زباله و دیگر پس مانده های کشتی، انتشار یا پخش مواد نفتی، چرب کننده ها، سوخت ها و دیگر مایعات نفتی نیز ممکن است از منابع آلاینده آب ها باشند. نفت و ترکیبات نفتی پس از نشت در آب به دلیل سبکی و همچنین جریانات آب و باد روی سطح آب قرار گرفته و یک لایه بسیار نازک روی آن تشکیل می دهند. نفت روی سطح دریاها در مناطق گرمسیری یا معتدل به آرامی تجزیه زیستی^۳ (پلیمره شده) صورت گرفته و نهایتاً ذرات حجیمی را ایجاد می کند که ته نشین می شوند. تجمع ترکیبات نفتی در آب خصوصاً در مناطق تفریحی و توریستی یکی از نشانه های مهم در کیفیت آب است. حوضچه های تعمیر نیز ممکن است از منابع تخلیه مواد سمی یا مضر مانند رنگ ها یا فلزات سنگین به درون آب ها باشند.

تخلیه و پخش کردن اینگونه ضایعات موجب بروز مشکلاتی از قبیل آلودگی نفتی، زباله های شناور، شرایط غیر بهداشتی، تولید بو و دیگر تخریب کننده های کیفیت آب می شود.

¹ bilge water

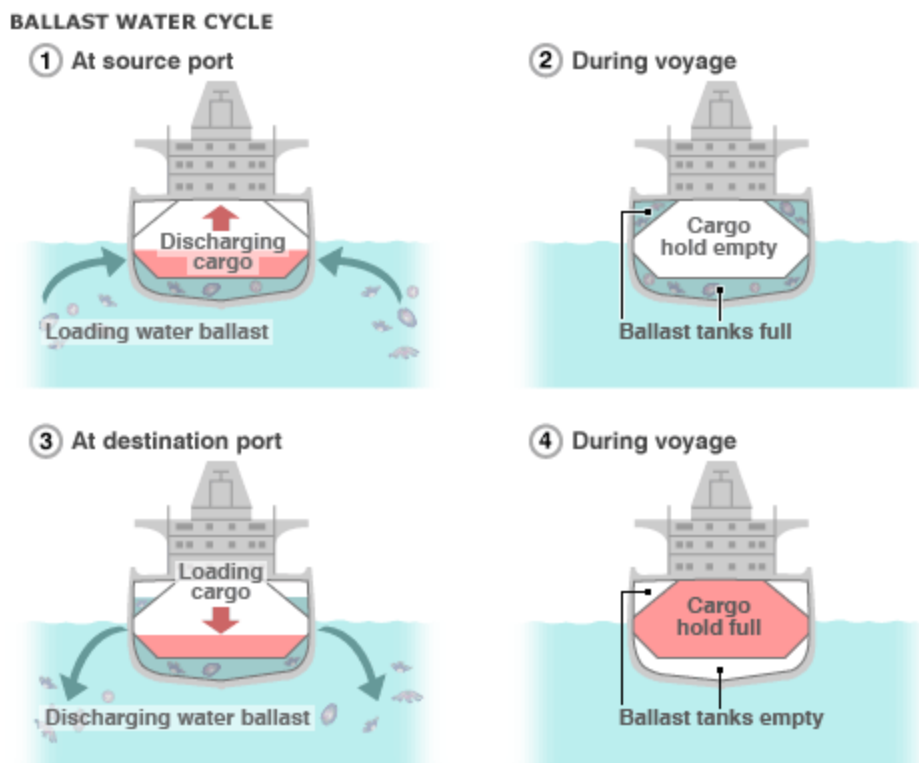
² ballast water

³ biodegradation

روزانه صدها هزار تن آب توازن به خلیج فارس تخلیه می شود. براساس برآوردهای صورت گرفته از یک نفتکش ۲۰۰ هزار تنی، آب توازنی توأم با ۸۰۰ تن نفت به دریا تخلیه می شود. مطالعات صورت گرفته در جزیره سیری بیانگر تخلیه حدود ۳۰۰ هزار تن آب توازن در ماه می باشد .

ورود گونه های مهاجم از این طریق نیز در بسیاری از کشورها باعث خسارت چشمگیر و سنگین به اکوسیستم های حساس ساحلی و دریایی شده است. ورود ستاره دریایی *Acanthaster planci* به آب های خلیج فارس از جمله این آثار می باشد. این ستاره دریایی با تغذیه از مرجان ها تخریب اکوسیستم های مرجانی را به همراه دارد.

تخلیه آب توازن برحسب قوانین و مقررات در محیط های دریایی صورت می گیرد، تخلیه آن در نواحی ساحلی ممنوع و در فاصله ۱۲ مایلی ساحل با غلظت ۱۵ قسمت در میلیون نفت است. در فواصل بعد از آن باید با غلظت ۱۰۰ قسمت در میلیون نفت به محیط تخلیه شود . در شکل (۱-۱) مخازن تخلیه آب توازن بر حسب ظرفیت نشان داده شده اند.



شکل (۱-۱): آرایش مخازن آب توازن و ظرفیت آنها [scienceblogs.com,2008]

بنابراین تهیه و تدوین قوانین مناسب برای تخلیه های کشتی و فراهم آوردن تسهیلات دریافت جهت کنترل درست مواد خروجی یا تخلیه شونده از کشتی ها امری ضروری است.

بر اساس مقررات کنوانسیون بین المللی جلوگیری از آلودگی ناشی از کشتی ها در ۱۹۷۳ که بوسیله پروتکل ۱۹۷۸ اصلاح شد، بنادر موظف به ارائه تسهیلاتی جهت جمع آوری فاضلاب، زباله و پس ماندها، ترکیبات نفتی تولید شده توسط کشتی ها، می باشند. از انواع خدمات می توان به استفاده از تسهیلات بهداشتی و یا سیستم های دفع ضایعات شهری جهت دفع ضایعات کشتی ها و اتصال حوضچه های تعمیر به سیستم دفع مناسب اشاره نمود. تدوین مقررات برای چگونگی دریافت این تسهیلات و ترویج فرهنگ کاربرد قوانین در تخلیه پس ماند های نفتی از عوامل تاثیرگذار مثبت در تخلیه کشتی هستند.

با افزایش روز افزون تعداد کشتی ها در آب های اقیانوسی و در نتیجه کاهش کیفیت مناسب آب های دریا ها و اقیانوس ها، آلودگی های ناشی از تخلیه فاضلاب کشتی ها باید براساس قوانینی کنترل می شد، به همین دلیل کنوانسیون مارپل در سال ۱۹۷۳ تصویب شد [IMO 1973/78, 2001].

۱-۱- کنوانسیون ها و الزامات جهانی در زمینه آب توازن

با توجه به آن چه گفته شد مطالعه و بررسی قوانین بین المللی موجود با توجه به شناخت مقررات جهانی می تواند به وضع قوانین مناسب تر در سطح داخلی و در چارچوب تدوین قوانین ملی مساعدت نماید. در این بخش تعهدات بین المللی دولت ها در چارچوب کنوانسیون ها و عرف بین المللی مورد مطالعه قرار می گیرد.

در میان قوانین بین المللی موجود دو سند بیش از سایر اسناد و بطور کامل به موضوع آب توازن پرداخته اند:

۱. راهکارهای سازمان جهانی دریانوردی برای کنترل و مدیریت آب توازن کشتی جهت

به حداقل رساندن انتقال جانداران دریایی مضر و عوامل بیماری‌زا، مصوب ۱۹۹۷

[IMO,1997].

۲. کنوانسیون بین‌المللی کنترل و مدیریت آب توازن و رسوبات کشتی‌ها، مصوب

سازمان جهانی دریانوردی، ۱۳ فوریه ۲۰۰۴ [IMO,1997].

دیگر قوانین و مقررات بین‌المللی عبارتند از:

کنوانسیون ۱۹۸۲ ملل متحد در خصوص حقوق دریاها مصوب (UNCLOS)^۱،

دستور کار ۲۱: برنامه عمل برای توسعه پایدار و اعلامیه ريو در خصوص محیط زیست و توسعه،

کنوانسیون تنوع زیست محیطی ۱۹۹۲ (CBD)^۲، کنوانسیون بین‌المللی ممانعت از آلودگی‌های

کشتی‌ها (مارپل) مصوب ۱۹۷۳ و اصلاحیه آن در ۱۹۷۸، کنوانسیون بین‌المللی ایمنی حیات در دریا

۱۹۷۴ (سولاس) و اصلاحیه آن به همراه قانون مدیریت بین‌المللی جهت عملیات ایمن کشتی‌ها و

ممانعت از آلودگی (ISM Code)^۳، کنوانسیون بین‌المللی استانداردهای آموزش، صدور گواهی‌نامه و

نظارت بر دریانوردان مصوب ۱۹۷۸ و اصلاحیه‌های آن در سال‌های ۱۹۹۵، ۱۹۹۷ (کنوانسیون

STCW)^۴، کنوانسیون تسهیل ترافیک بین‌المللی دریایی مصوب ۱۹۶۵ و اصلاحیه آن در سال ۲۰۰۱

(FAL)^۵، کنوانسیون بین‌المللی کنترل سیستم‌های مضر گندزدایی در کشتی‌ها (N.I.F) مصوب

۲۰۰۱، مقررات بین‌المللی بهداشت ۱۹۶۹ (IHR)^۶ و موافقتنامه‌های مربوط به ایمنی و بهداشت

حیوانات و گیاهان، دستورالعمل سازمان جهانی غذا برای صیدگاه‌های مجاز مصوب ۱۹۹۵ و

راهکارهای فنی صادر شده مرتبط از آن، موافقتنامه عمومی تعرفه و تجارت مصوب ۱۹۹۴ (گات) و

1 United Nations Convention on the Law of the Sea

2 Convention on Biological Diversity

3 International Safety Management Code

4 Standards of Training, Certification and Watchkeeping

5 Facilitation of International Maritime Traffic

6 International Health Regulations

موافقت‌نامه‌های مرتبط با آن، دستورالعمل شورای بین‌المللی اکتشاف دریا در خصوص ورود و انتقال جانداران دریایی ۱۹۹۴.

همچنین تعداد متعددی موافقت‌نامه‌های منطقه‌ای تجاری و زیست محیطی در خصوص این موضوع وجود دارند که در تعیین قوانین داخلی نقش داشته و گاهی حتی از آنها تأثیر هم پذیرفته‌اند. از سوی دیگر اسناد بین‌المللی دیگری هم از جمله برنامه عمل جهانی محافظت از محیط زیست دریایی در قبال فعالیت‌های مستقر در خشکی^۱ (GPA) مصوب ۱۹۹۵، در چارچوب برنامه محیط زیست ملل متحد نیز در این زمینه مطرح می‌باشد [UNEP, 1995].

در این میان به موافقت‌نامه‌های بین‌المللی مرتبط با دغدغه‌ها و موضوعات خاص همچون حفاظت از تالاب‌ها یا حفاظت از یکپارچگی بوم سامانه‌های آبراهه‌ها نیز می‌توان اشاره کرد. از این جمله می‌توان به کنوانسیون تالاب‌های دارای اهمیت بین‌المللی یا کنوانسیون رامسر مصوب ۱۹۷۱ و کنوانسیون قانون کاربردهای غیرکشتیرانی آبراهه‌های بین‌المللی مصوب ۱۹۹۷ اشاره کرد.

علاوه بر این سازمان‌های غیردولتی بین‌المللی بسیاری نیز در این زمینه فعال بوده‌اند که می‌توان به راهنمای طراحی چارچوب‌های حقوقی و نهادی در خصوص گونه‌های بیگانه مهاجم و طراحی برنامه مدیریت آب توازن تهیه شده توسط انجمن مالکان کشتی‌های نفتکش و اتاق بین‌المللی کشتیرانی اشاره کرد.

¹ Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment

۱-۱-۱- راهکارهای سازمان جهانی دریانوردی برای کنترل و مدیریت

آب توازن کشتی

در سال ۱۹۷۳ کنفرانس بین‌المللی آلودگی دریا که توسط سازمان جهانی دریانوردی (آی‌مو) برگزار شد، قطعنامه‌ای را با مضمون تحقیق در خصوص تأثیر تخلیه آب توازن حاوی باکتری و بیماری‌های واگیردار به تصویب رساند.

در اواخر دهه ۱۹۸۰ و اوایل دهه ۱۹۹۰ تعدادی از دولت‌های عضو سازمان جهانی دریانوردی با ارائه تحقیقات موردی در کمیته حفاظت دریایی و زیست محیطی این سازمان^۱ (MEPC) خواستار وضع ضوابط بین‌المللی در خصوص این موضوع شدند.

در سال ۱۹۹۱ ضوابط غیرالزام‌آوری تحت عنوان راهکارهای ممانعت از ورود جانداران و عوامل بیماری‌زای ناخوانده از طریق تخلیه آب توازن و رسوبات کشتی‌ها که پیش‌نویس آن توسط دولت کانادا ارائه شده بود به تصویب کمیته حفاظت دریایی و زیست محیطی آی‌مو رسید. این ضوابط دو سال بعد به تصویب مجمع آی‌مو رسید.

در سال ۱۹۹۴ یک گروه کاری امکان‌الزام‌آور ساختن این ضوابط را در دستور کار خود قرار داد و نهایتاً در سال ۱۹۹۷ با تصویب قطعنامه ۸۶۸ در مجمع آی‌مو، این ضوابط ضمن انجام بازنگری در آنها تحت عنوان «راهکارهای کنترل و مدیریت آب توازن کشتی‌ها جهت به حداقل رساندن انتقال جانداران دریایی مضر و عوامل بیماری‌زا» وارد عرصه مبارزه با اثرات مخرب آب توازن شدند.

این راهکارها از آن جهت حائز اهمیت هستند که مسئولیت‌های مربوط به ممانعت را متوجه کشتی (دولت پرچم) و مقامات بندری (دولت پذیرنده) می‌کند.

¹ Marine Environment Protection Committee

با این وجود توجه به این موضوع خالی از لطف نیست که این راهکارها صرفاً قطعنامه مجمع آیمو بوده و به عنوان یک کنوانسیون به شمار نمی رود و در نتیجه الزام آور نبوده و صرفاً توصیه دولت های عضو آیمو جهت اقدام ملی دولت ها جهت هماهنگ ساختن اقدامات موجود برای ممانعت از اثرات آب توازن می باشد و به همین دلیل گاهی راهکارهای داوطلبانه خوانده می شوند.

این ماهیت داوطلبانه به این معناست که چنانچه کشوری پیرو این راهکارها مقرراتی را وضع کرده باشد، حق تحمیل آن بر کشتی با پرچم دولت های دیگر را ندارد و طبق مفاد این سند از آنجا که این راهکارها الزام آور نیستند، اصالت الزام با کنوانسیون های مصوب قبل از این تاریخ است؛ به عنوان مثال «کنوانسیون تسهیل ترافیک بین المللی دریایی» ۱۹۶۵ به تکمیل کاربرد گزارش آب توازن اشاره ای نکرده است و یا «کنوانسیون بین المللی استانداردهای آموزش، صدور گواهی نامه و نظارت بر دریانوردان» ۱۹۷۸/۹۵/۹۷ اشاره ای به آموزش خدمه مطابق با راهکارهای ارائه شده نمی کند.

متن این قطعنامه همچنین تعهدات دولت ها در چارچوب «کنوانسیون تنوع زیست محیطی» ۱۹۹۲ و «دستور کار ۲۱» و ضرورت رویکرد پیشگیرانه را مورد تأیید قرار می دهد.

مهمترین دغدغه راهکارهای مصوب سال ۱۹۹۷ تشویق دولت ها به پرداختن به موضوع، بر مبنای رویه مورد توافق بین المللی بود تا از این طریق ضمن تضمین حفاظت از محیط زیست ایمنی کشتی و افراد نیز تأمین گردد.

با این وجود، بدیهی است که مجمع آیمو در تنظیم این سند کوشش کرده تا حق دولت ها جهت نوع مواجهه با این مشکل در سطح ملی و عاری از مقررات الزام آور بین المللی محفوظ باشد. راهکار ۱۱-۲ سند، این مطلب را مورد ادغان قرار می دهد که:

«دولت های عضو حق دارند آب توازن را از طریق تقنین ملی مدیریت نمایند. با این وجود هر گونه اعمال محدودیت بر تخلیه آب توازن باید به سازمان (آیمو) اعلام گردد». که این موضوع به نوبه خود تأکیدی است بر راهکار ۵ این سند که بر انتشار اطلاعات تأکید کرده است.

راهکارهای ارائه شده در سند در ضمیمه قطعنامه ۸۶۸ بیان شده اند که دارای دو پیوست می باشد: نخست، نمونه کاربرگ گزارش آب توازن و دیگری رویه های استاندارد و ملاحظات مرتبط با ایمنی برای کشتی‌هایی است که تبادل آب توازن در میان اقیانوس را به عنوان روش مدیریت آب توازن خود برگزیده اند.

بخش نخست راهکارها به تبیین موضوع پرداخته است. در این بخش به مطالعات انجام شده در کشورهای مختلف اشاره و ذکر شده است که بسیاری از گونه‌های باکتریایی، گیاهان و جانوران حتی در سفرهای چندین ماهه قابلیت تداوم حیات در آب توازن و رسوبات کشتی‌ها را دارند و همچنین متعاقب تخلیه آب توازن در مناطق بندری، جانداران مضر دریایی و عوامل بیماری‌زا در این مناطق مستقر شده و به عنوان عامل تهدیدکننده محیط زیست دریایی، انسان‌ها، حیات گیاهی و جانوری بومی منطقه خواهند بود که این موضوع نه تنها توسط آیمو بلکه توسط سازمان جهانی بهداشت نیز مورد تأیید قرار گرفته است.

بخش دوم و سوم این راهکارها با تأکید بر کنوانسیون مارپُل مسئولیت مقابله با اثرات آب توازن را متوجه مقامات دولت بندری و دولت پرچم کرده است.

بخش چهارم همانطور که قبلاً هم اشاره شد در خصوص مساعدت مقامات دولت‌ها و فرماندهان کشتی‌ها در جهت مقابله با تهدید ناشی از انتقال جانداران مضر دریایی و عوامل بیماری‌زای موجود در آب توازن کشتی‌ها می باشد.

بخش پنجم به انتشار اطلاعات می پردازد. براساس راهکار ۵-۱ دولت‌ها تشویق شده اند تا اطلاعات مربوط به موارد زیر را جهت انتشار و اطلاع رسانی عمومی در اختیار آیمو قرار دهند:

۱. شیوع و گسترش جدی و تهدیدکننده جانداران مضر دریایی،

۲. رونوشت قوانین و مقررات جاری داخلی،

۳. اطلاعات فنی و تحقیقاتی،

۴. مواد آموزشی همچون محصولات شنیداری، دیداری و چاپی،

۵. محل های جایگزین برای تبادل آب توازن،

۶. استراتژی های مربوط به هنگام بروز سانحه،

۷. دسترسی به امکانات پذیرش ساحلی، هزینه ها و غیره،

در این چارچوب دولت های عضو اعمال کننده رویه های مربوط به تخلیه آب توازن و رسوبات باید مراتب، الزامات و استثنائات را جهت اطلاع سایر دولت ها و سازمان های غیردولتی به اطلاع آیمو برسانند.

سازمان های کشتیرانی و مسئولان کشتی ها نیز باید قبل از ورود به بنادر مقصد از الزامات دولت بندر مطلع و به آن آشنا باشند.

بخش ششم به آموزش مربوط می شود و بر آموزش و تربیت مسئولان و کارکنان کشتی ها در خصوص روش های مدیریت آب توازن و رسوبات کشتی ها تأکید نموده است.

از سوی دیگر دولت ها تشویق شده اند تا دانش مربوط به کنترل آلودگی دریا در مقابل جانداران دریایی مضر و عوامل بیماری زا را در چارچوب مواد مورد نیاز جهت صدور گواهینامه دریانوردی بگنجانند.

بخش هفتم به رویه های مدیریت آب توازن و وظایف کشتی ها و دولت های بندری در این خصوص پرداخته است. طبق بند ۷-۱ هر کشتی که آب توازن را حمل می کند باید دارای طرح مدیریت آب توازن باشد تا از این طریق شیوه ای ایمن و مؤثر جهت مدیریت آب توازن فراهم آید.

طرح مدیریت آب توازن در هر کشتی باید مختص به همان کشتی باشد و در اسناد عملیاتی کشتی گنجانده شده باشد. این طرح باید به ملاحظات راهکارها توجه کرده باشد، تجهیزات مرتبط باید اسناد تأیید شده را دارا باشند، سابقه موضوع باید موجود باشد و محل های ممکن جهت نمونه برداری باید مشخص باشند.

طبق بند ۷-۲، دولت بندری موظف است امکانات پذیرش و مدیریت تخلیه را جهت تخلیه ایمن زیست محیطی آب توازن و رسوبات فراهم آورد. مقامات دولت های بندری با فراهم آوردن تجهیزات استاندارد و ایمن پذیرش آب توازن به کنترل اثرات آب توازن کمک می نمایند.

بخش هشتم به شیوه های مربوط به ثبت اطلاعات و ارائه گزارش توسط کشتی و دولت های بندری می پردازد. هر گاه که مقامات دولت بندر اطلاعات مربوط به شیوه های کنترل که آب توازن کشتی ها را تقاضا نمایند، مقامات کشتی موظفند در اسرع وقت اطلاعات درخواست شده را به مقامات بندر اعلام نمایند.

به منظور تسهیل و تسریع این موضوع هر کشتی باید یک افسر را مسئول رسیدگی به این موضوع نماید. ضمناً در هر بار تخلیه یا بارگیری آب توازن اطلاعات مربوط به تاریخ، موقعیت جغرافیایی، بارکشتی، درجه حرارت و شوری آب توازن و میزان آب توازن تخلیه یا بارگیری شده باید ثبت گردد.

در مقابل، دولت های بندری باید اطلاعات مربوط به جزئیات الزامات مربوط به مدیریت آب توازن، محل و شرایط استفاده از مناطق جایگزین تخلیه، ترتیبات پیش بینی شده در بندر در هنگام پیشامد حوادث و امکان دسترسی، محل، ظرفیت و هزینه های مربوط به امکانات پذیرش در بندر را به اطلاع کشتی ها برسانند.

دولت های بندری همچنین باید به منظور به حداقل رساندن خطر گسترش و انتقال عوامل مضر اطلاعات لازم را در خصوص موارد زیر به اطلاع کشتی ها برسانند:

- مکان های با جمعیت بالا و یا انفجار جمعیتی جانداران مضر و عوامل بیماری زا
- مناطقی که دچار شکوفایی فیتوپلانکتونی و شکوفایی جلبکی بوده‌اند،
- محل های نزدیک خروجی های فاضلاب،
- محل های نزدیک عملیات لایروبی،
- زمان هایی که جریان های جزرومدی گل آلودتر هستند،
- محل هایی که نوسان جزر و مد کم است.

بخش نهم به رویه های عملیاتی کشتی‌ها می پردازد. کشتی‌ها باید به منظور به حداقل رساندن برداشت جانداران مضر دریایی، عوامل بیماری زا و رسوبات، حتی الامکان در شرایط و محل های زیر اقدام به بارگیری آب توازن ننمایند:

۱. محل هایی که توسط دولت بندری دارای خطر بالا اعلام شده اند،
 ۲. محل های تاریک،
 ۳. در آب های خیلی کم عمق،
 ۴. در مکان هایی که ملخ کشتی‌ها ممکن است رسوبات را به حالت معلق در آب به حرکت درآورند.
- در این بخش به تعویض آب توازن و پاکسازی منظم مخازن کشتی‌ها در میان اقیانوس و یا در شرایط کنترل شده تأکید شده است.

در این راهکار کشتی‌ها ترغیب شده اند تا در صورت امکان تعویض آب توازن را در آب های عمیق و در میان اقیانوس انجام دهند و در غیر اینصورت با توجه به اینکه احتمالاً در نواحی نزدیک تر به ساحل ترتیبات منطقه ای حاکم هستند، عملیات تعویض را در ۲۰۰ مایلی مناطق ساحلی انجام دهند.

براساس راهکار دهم، دولت های بندری موظفند پیمایش های لازم بیولوژیک را جهت انتشار نتایج آن انجام دهند.

براساس بخش یازدهم، دولت های بندری باید قوانین داخلی خود را در جهت مبارزه با اثرات آب توازن به صورت یکنواخت و برابر در خصوص کشتی ها اجرا کنند و روش اعمال قوانین خود را به اطلاع کشتی ها برسانند.

انجام بررسی ها و نمونه برداری از کشتی ها باید در کمترین زمان ممکن انجام پذیرفته و حداقل معطلی را برای کشتی ها به همراه داشته باشد.

در بخش دوازدهم، از دولت های علاقه مند درخواست شده به تحقیقات مستمر خود در خصوص آب توازن و راه های مقابله با اثرات نامطلوب آن ادامه دهند.

نهایتاً سیزدهمین راهکار، از سازندگان کشتی ها دعوت کرده است تا در طراحی کشتی های جدید راهکارهای این قطعنامه را مد نظر قرار دهند.

۱-۲- کنوانسیون بین المللی کنترل و مدیریت آب توازن در رسوبات

کشتی ها

نشست کمیته حفاظت از محیط زیست دریایی سازمان جهانی دریانوردی در آوریل ۲۰۰۱، پیش نویس سندی را تحت عنوان کنوانسیون بین المللی کنترل و مدیریت آب توازن و رسوبات کشتی ها در دستور کار خود قرار داد.

در این نشست مقرر گردید تا در خصوص مواردی خاص همچون روش ها و استانداردهای مقابله تحقیقات بیشتری انجام و مجدداً در نشست بعدی این کمیته در اوایل سال ۲۰۰۲ مورد بررسی قرار گیرد. در همین حین بود که وقوع حادثه «سپتامبر ۲۰۰۱ و مطرح شدن مسأله تروریسم جهانی» سبب افزایش ملاحظات دفاعی ملی و پیوند آن با امنیت نظام بین المللی شد، به ویژه آن که با

پررنگ شدن تهدید بین‌المللی تروریسم امکان وقوع حملات بیولوژیک افزایش می‌یافت که این موضوع سبب در هم تنیدگی هر چه بیشتر امنیت ملی و بین‌المللی با حفاظت اکولوژیک شده و ضرورت تصویب قوانین تضمین‌کننده این امنیت را بصورت مستقیم و غیرمستقیم افزایش داد. سرانجام «کنوانسیون بین‌المللی کنترل و مدیریت آب توازن و رسوبات کشتی‌ها» در ۱۳ فوریه ۲۰۰۴ به تصویب رسید. براساس ماده ۱۸ این کنوانسیون ۱۲ ماه پس از تصویب، توسط ۳۰ دولت دارای ۳۵ درصد تناژ کشتی‌های تجاری، لازم‌الاجرا خواهد شد.

طبق اطلاعات موجود در سایت اینترنتی آی‌مو تا تاریخ ۳۰ ژوئن ۲۰۰۸، ۱۴ کشور که مجموعاً دارای ۳/۵۵ درصد تناژ جهانی کشتیرانی تجاری هستند، این کنوانسیون را تصویب کرده‌اند. متن کنوانسیون بین‌المللی کنترل و مدیریت آب توازن و رسوبات کشتی‌ها در مقدمه خود ماده ۱۹۶ کنوانسیون ملل متحد در خصوص حقوق دریاها را خاطر نشان ساخته است که دولت‌ها را موظف می‌سازد تا «تمامی اقدامات لازم را جهت ممانعت، تقلیل و کنترل آلودگی محیط زیست دریا را به عمل آورند».

در این مقدمه همچنین اهداف کنوانسیون تنوع زیستی ۱۹۹۲، قطعنامه پایانی کنفرانس محیط زیست و توسعه ملل متحد ۱۹۹۲، اعلامیه ریو و بند ۳۴ (ب) برنامه اقدام اجلاس جهانی توسعه پایدار ۲۰۰۲ که خواستار اقدام در تمامی سطوح جهت تسریع توسعه اقدامات جهت پرداختن به گونه‌های مهاجم موجود در آب توازن شده است، مورد تأکید قرار گرفته است.

- تعهدات عمومی

در چارچوب ماده ۲ طرف‌های تصویب‌کننده کنوانسیون متعهد می‌شوند که مفاد کنوانسیون و ضمیمه آن را به منظور ممانعت، تقلیل و نهایتاً امحای انتقال جانداران دریایی مضر و عوامل بیماری‌زا از طریق کنترل و مدیریت آب توازن و رسوبات کشتی‌ها بطور کامل اجرا نمایند.

اعضای کنوانسیون همچنین حق دارند تا بصورت انفرادی و یا با همراهی سایر اعضا به منظور تحقق اهداف کنوانسیون، اقدامات سختگیرانه را نیز اعمال کنند. با این حال اعضا باید این اطمینان را ایجاد کنند که اقدامات و تدابیر آنها خسارات بیشتری به محیط زیست، بهداشت انسانی، اموال و یا منابع موجود در قلمرو حاکمیت ملی خود یا دیگر کشورها وارد ننماید.

- امکانات پذیرش

طبق ماده ۵ کنوانسیون دولت های عضو باید اقدامات لازم را جهت تجهیز ساختن بنادر و پایانه های خود به تجهیزات کافی جهت پذیرش رسوبات به عمل آورند.

- پایش و پژوهش

ماده ۶ کنوانسیون طرف های عضو را دعوت کرده است تا بصورت انفرادی و یا جمعی پژوهش علمی و فنی در خصوص مدیریت آب توازن را تصویب کرده و تأثیرات مدیریت آب توازن را در آب های تحت حاکمیت خود مورد پایش و بررسی قرار دهند.

- پیمایش و بازرسی

طبق ماده ۷، پیمایش، تحقیق موردی و بازرسی کشتی ها مورد تأکید قرار گرفته است. این امر توسط مأموران کنترل دولت بندری انجام می شود. طبق ماده ۹ طی این بازرسی ها کشتی ها موظف به ارائه گواهینامه های معتبر هستند و کتاب ثبت سوابق آب توازن آنها مورد بررسی قرار خواهد گرفت و مأموران می توانند از مخازن آب توازن آنها نمونه برداری کنند.

چنانچه طی این بازرسی ها شواهدی دال بر احتمال وجود عوامل تهدیدکننده به دست آید، انجام بازرسی های دقیق تر الزامی است. طرف پذیرنده موظف است ضمن انجام بازرسی های دقیق از تخلیه آب توازن تا زمان حصول اطمینان از عدم وجود عوامل خطرناک جلوگیری نماید. با این وجود

ماده ۱۲، دولت ها را موظف ساخته است تا تمامی اقدامات لازم را جهت اطمینان از عدم توقف یا معطلی غیرموجه کشتی ها به عمل آورند.

- معاضدت فنی

بر مبنای ماده ۱۳ ذیل عنوان همکاری و همکاری منطقه ای، اعضا باید بصورت مستقیم و یا از طریق آیمو و یا بنا بر اقتضا از طریق سایر نهادهای بین المللی در راستای کنترل و مدیریت آب توازن و رسوبات کشتی ها، از اعضای متقاضی معاضدت فنی جهت آموزش نیروی انسانی خود، دستیابی به فناوری، تجهیزات و امکانات، انجام برنامه های مشترک تحقیق و توسعه و انجام سایر اقدامات برای اعمال مؤثر این کنوانسیون پشتیبانی و حمایت کنند.

- بخش الف ضمیمه کنوانسیون:

مفاد کلی

در این بخش به تعاریف، موارد کاربرد و استثنائات پرداخته شده است. در چارچوب ضابطه الف - ۲ تخلیه آب توازن باید فقط از طریق مدیریت آب توازن و مطابق با مفاد این ضمیمه انجام گیرد.

- بخش ب ضمیمه کنوانسیون:

الزامات مدیریت و کنترل برای کشتی ها طبق ضابطه ب

کشتی ها ملزم هستند تا در داخل کشتی دارای برنامه مدیریت آب توازن باشند و آن را اعمال کنند. این برنامه باید به تأیید مقامات ذیربط رسیده باشد. برنامه هر کشتی باید مختص به آن باشد و

شامل شرح دقیق کلیه اقداماتی باشد که باید جهت اجرای الزامات مدیریت آب توازن و تحقق اقدامات تکمیلی مدیریت آب توازن اجرا شود.

طبق ضابطه ب - ۲ کشتی‌ها باید کتاب ثبت سوابق آب توازن را به همراه داشته باشند و در آن زمان دقیق بارکردن آب توازن و تخلیه آن در دریا ثبت شده باشد. همچنین زمان تخلیه و تحویل آب توازن به امکانات پذیرش در بنادر و تخلیه تصادفی آب توازن و یا موارد استثنا نیز باید ثبت و ضبط گردند.

الزامات خاص برای مدیریت آب توازن در ضابطه ب-۳ مدیریت آب توازن کشتی‌ها مشخص شده اند:

- کشتی‌هایی که پیش از سال ۲۰۰۹ با ظرفیت آب توازن بین ۱۵۰۰ تا ۵۰۰۰ مترمکعب ساخته شده اند باید مدیریت آب توازن را تا سال ۲۰۱۴ به گونه ای اجرا کنند که با حداقل استانداردهای تبادل آب توازن مطابقت داشته باشد. پس از سال ۲۰۱۴ این کشتی‌ها باید حداقل، استانداردهای رایج را رعایت نمایند.
- کشتی‌هایی که پیش از سال ۲۰۰۹ ساخته شده اند و از ظرفیت آب توازن کمتر از ۱۵۰۰ یا بیشتر از ۵۰۰۰ متر مکعب برخوردارند باید حداقل استانداردهای آب توازن را تا سال ۲۰۱۶ رعایت کنند. پس از خاتمه این مهلت این کشتی‌ها موظفند حداقل، استانداردهای رایج را رعایت کنند.
- کشتی‌های ساخته شده در سال ۲۰۰۹ و پس از آن با ظرفیت آب توازن کمتر از ۵۰۰۰ متر مکعب باید حداقل استانداردهای عملکرد آب توازن را رعایت کنند.
- کشتی‌های ساخته شده در سال ۲۰۰۹ و پس از آن، اما قبل از سال ۲۰۱۲ با ظرفیت آب توازن ۵۰۰۰ متر مکعب یا بیشتر باید حداقل، استانداردهای تصریح شده در

ضابطه د-۱ یا د-۲ را دارا بوده و پس از سال ۲۰۱۶ نیز حداقل، استانداردهای عملکرد آب توازن را رعایت نمایند.

- کشتی‌هایی که در سال ۲۰۱۲ یا پس از آن ساخته می شوند و دارای ظرفیت آب توازن ۵۰۰۰ متر مکعب یا بیشتر هستند، باید حداقل، عملکرد استاندارد مدیریت آب توازن را اعمال کنند.

دیگر روش های مدیریت آب توازن نیز به عنوان جایگزینی برای استاندارد تبادل آب توازن و به منظور تضمین حداقلی از حفاظت محیط زیست، بهداشت انسانی و حفاظت از منابع قابل پذیرش است، به شرط آن که از سوی کمیته حفاظت محیط زیست دریایی مورد پذیرش قرار گرفته باشد.

• استاندارد تخلیه در آب دریا در اعماق مختلف

طبق ضابطه ب-۴ کشتی‌هایی که می خواهند عملیات مبادله آب توازن را انجام دهند باید حتی الامکان این اقدام را در فاصله ۲۰۰ مایلی از نزدیک ترین خشکی و در آب با عمق حداقل ۲۰۰ متر و براساس راهکارهای آیمو انجام دهند.

در مواردی نیز که فاصله کمتر از ۲۰۰ مایل باشد، باید این عملیات حداقل در فاصله ۵۰ مایلی و در عمق ۲۰۰ متر صورت پذیرد. براساس این ضابطه در صورتی که امکان اجرای این الزامات محقق نباشد، باید محل هایی جهت انجام تبادل آب توازن کشتی‌ها مشخص گردد.

- بخش ج ضمیمه کنوانسیون: تدابیر تکمیلی

هر یک از اعضا بصورت انفرادی و یا به همراه سایر اعضا می توانند تدابیر تکمیلی جهت ممانعت، تقلیل و یا امحای انتقال جانداران مضر دریایی یا عوامل بیماری زا از طریق آب توازن و یا رسوبات کشتی‌ها اعمال نمایند. در چنین شرایطی این عضو و یا اعضا باید با دولت های مجاور که ممکن است تحت تاثیر چنین تدابیری قرار بگیرند مکاتبه و آنها را مطلع نمایند.

همچنین این دسته از اعضا به جز در شرایط اضطراری باید حداقل شش ماه پیش از اعمال تدابیر تکمیلی آیمو را از قصد خود مطلع سازند و در صورت اقتضا باید تایید آیمو را کسب نمایند.

- بخش د ضمیمه کنوانسیون: استانداردهای مدیریت آب توازن

دو سطح استاندارد برای مدیریت آب توازن وجود دارد:

- استاندارد تبادل آب توازن

- استاندارد عملکرد آب توازن

تبادل آب توازن می‌تواند به عنوان بخشی از استاندارد عملکرد آب توازن مورد استفاده قرار بگیرد.

• ضابطه د-۱ استاندارد تبادل آب توازن:

کشتی‌هایی که تبادل آب توازن را اجرا می‌کنند باید ۹۵ درصد از میزان آب توازن خود را مبادله نمایند. کشتی‌هایی که از شیوه پمپ آب توازن بهره می‌برند باید حداقل سه بار اقدام به مبادله آب توازن از طریق روش پمپ نمایند. تنها در صورتی پمپ آب توازن برای کمتر از سه مرتبه قابل پذیرش است که حداقل ۹۵ درصد آب توازن موجود در مخزن‌ها و رسوبات آن تخلیه شده باشد.

• ضابطه د-۲ استاندارد عملکرد آب توازن:

کشتی‌هایی که مدیریت آب توازن را انجام می‌دهند باید کمتر از ۱۰ جاندار قادر به ادامه حیات را به ازای هر مترمکعب، بیشتر یا برابر با ۵۰ میکرومتر در حداقل ابعاد و کمتر از ۱۰ جاندار قادر به ادامه حیات در هر میلی‌لیتر کمتر از ۵۰ میکرومتر در حداقل ابعاد و بیشتر یا برابر با ۱۰ میکرومتر در حداقل ابعاد را تخلیه نمایند.

تخلیه میکروب‌های شاخص توسط این کشتی‌ها نیز نباید از میزان مشخص شده تجاوز نماید. میکروب‌های شاخص بنابر استاندارد بهداشت انسانی شامل موارد زیر می‌شوند، که در جدول (۱-۵) به تفکیک مشخص گردیده اند:

الف - محصولات سمی ویبریوکلرا^۱: که سبب ایجاد بیماری وبا می‌باشد و میزان آن باید کمتر از ۱ واحد تشکیل‌دهنده کولونی (cpu) در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر یا کمتر از 1 cfu در ۱ گرم (وزن خشک) در نمونه‌های زوپلانکتون باشد.

ب - اشرشیا کولی^۲: که میزان آب باید کمتر از ۲۵۰ cfu به ازای ۱۰۰ میلی‌لیتر باشد.

ج - Intestinal Enteriocoeci: که میزان آن باید کمتر از ۱۰۰ cfu در هر ۱۰۰ میلی‌لیتر باشد.

سیستم‌های مدیریت آب توازن باید مطابق با راهکارهای آیمو به تأیید مقامات ذیربط برسد

• ضابطه د-۳: الزامات تأیید سیستم‌های مدیریت آب توازن:

این موارد شامل مدیریت مواد شیمیایی یا بایوسیدها، جانداران یا ساختارهای بیولوژیک و شاخصه‌های شیمیایی و فیزیکی آب توازن می‌شود.

- فن‌آوری‌های اولیه

ضابطه د-۴ به نمونه‌های اولیه فن‌آوری‌های حفاظت از آب توازن می‌پردازد. این ضابطه امکان شرکت کشتی‌ها در یک طرح پنج ساله آزمایشی را که البته باید توسط مقامات ذیربط به تأیید برسد، ممکن می‌سازد، تا بدین ترتیب امکان امتحان فن‌آوری‌های ابتدایی مقابله با اثرات منفی آب توازن فراهم آید.

¹ Toxicogenic Vibrio Chloerae

² Escherichia Coli

- بررسی استانداردها

براساس ضابطه د- ۵ آیمو موظف است استانداردهای عملکرد آب توازن را با در نظر گرفتن معیارهایی همچون ملاحظات ایمنی، صلاحیت زیست محیطی بدین معنا که باعث ایجاد تأثیرات سوء زیست محیطی دیگر نشود، عملی بودن بدین معنا که با طراحی و عملکرد کششی سازگار باشد، تأثیرگذاری زیست محیطی به معنای امحای جانداران مضر و عوامل بیماری‌زای آب توازن مورد بررسی قرار دهد. این بررسی باید عوامل مختلفی از جمله فراهم بودن فن‌آوری مناسب، ارزیابی معیارهای اشاره شده در بالا، ارزیابی تأثیرات اجتماعی - اقتصادی متناسب با اقتضات توسعه کشورهای در حال توسعه به ویژه دولت‌های کوچک جزیره‌ای در حال توسعه را دربرگیرد.

- بخش ه- ضمیمه کنوانسیون: پیمایش و تأیید الزامات مدیریت آب توازن

این بخش الزامات مربوط به پیمایش‌ها و بررسی‌های سالانه و تأیید الزامات مربوط به مدیریت آب توازن را بصورت سالیانه مورد تأکید قرار می‌دهد.

همچنین همزمان با تأیید متن نهایی این کنوانسیون، چهار قطعنامه نیز به تصویب آیمو رسیده است که عبارتند از:

- قطعنامه مربوط به فعالیت های آتی سازمان جهانی دریانوردی در ارتباط با کنوانسیون بین‌المللی کنترل و مدیریت آب توازن و رسوبات کشتی‌ها
- قطعنامه مربوط به استفاده ابزارهای تصمیم‌سازی در هنگام مرور و بررسی استانداردهای موضوع ضابطه د-۵
- قطعنامه مربوط به ارتقای همکاری و معاضدت فنی
- قطعنامه مربوط به بررسی ضمیمه کنوانسیون بین‌المللی کنترل و مدیریت آب توازن و رسوبات کشتی‌ها

۱-۲- سایر قوانین و الزامات موجود در زمینه مقابله اثرات مضر آب توازن

در این بخش سعی خواهد شد تا با مرور مهمترین قوانین و اسناد موجود بین‌المللی مرتبط با موضوع محیط زیست و آلودگی دریا که در ابتدای این فصل هم به آنها اشاره شد، آشنایی بیشتر با این قوانین حاصل گردد.

۱-۲-۱- کنوانسیون ۱۹۸۲ ملل متحد در خصوص حقوق دریا^۱ (UNCLOS)

کنوانسیون حقوق دریا در سال ۱۹۹۴ به مرحله اجرا رسید [United Nations, 1982].

در این قسمت، آن دسته از مواد این کنوانسیون که به موضوع حقوق و تعهدات دولت‌ها در خصوص اقدامات تقنینی ملی جهت واکنش به موضوع انتقال بین‌المللی جانداران مضر و عوامل بیماری‌زا که به محیط زیست دریایی مربوط می‌شوند بررسی خواهند شد.

براساس ماده ۱۹۲ کنوانسیون تمامی دولت‌ها وظیفه دارند تا از محیط زیست دریایی حفاظت و حمایت به عمل آورند. این وظیفه شامل ممانعت از آلودگی محیط زیست دریایی و حمایت و حفاظت از بوم‌سامانه‌های شکننده و گونه‌های در معرض خطر در برابر انواع آلودگی‌ها می‌شود.

طبق بند دوم ماده ۱۹۴ کنوانسیون «دولت‌ها همه اقدامات لازم را به عمل خواهند آورد تا اطمینان حاصل کنند که فعالیت‌های تحت صلاحیت یا کنترل آنها چنان انجام می‌شوند که موجب خسارت ناشی از آلودگی به کشورهای دیگر یا محیط زیست آنها نمی‌شوند و آلودگی ناشی از حوادث یا فعالیت‌های تحت صلاحیت یا کنترل آنها به خارج از نواحی که آنها حق حاکمیت خود را مطابق با این کنوانسیون اعمال می‌کنند، گسترش نمی‌یابد».

¹ United Nations Convention on the Law of the Sea

این تعهد می‌تواند ضوابط مربوط به فعالیت‌های تمام کشتی‌های ثبت شده و یا فعال تحت پرچم یا صلاحیت هر یک از دولت‌ها را نیز دربرگیرد.

بند «د» ماده ۱۰ کنوانسیون، «آلودگی محیط زیست دریا»، «ریختن مواد و انرژی توسط بشر به طور مستقیم و غیرمستقیم در محیط زیست دریا، شامل مصب رودخانه‌ها است که منجر و یا احتمالاً منجر به ورود صدمه و خسارت به منابع زنده و حیات دریا، زیان به سلامت و بهداشت بشری، وقفه در فعالیت‌های دریایی از جمله ماهیگیری و سایر استفاده‌های مشروع از دریا و لطمه به کیفیت آب مورد استفاده و کاهش مطبوع بودن آن می‌گردد».

هر چند که این ماده اشاره مستقیمی به «جانداران مضر» و «عوامل بیماری‌زا» به عنوان منابع آلودگی دریا نکرده است، لیکن اشاره به «مواد»^۱ بطور عام و ارائه تفسیر موضعی از آن می‌تواند جانداران مضر و عوامل بیماری‌زا را نیز دربرگیرد.

در ماده ۱۹۶ موسوم به استفاده از فن‌آوری‌ها یا وارد کردن گونه‌های بیگانه یا جدید اظهار شده است که «دولت‌ها همه اقدامات لازم را به عمل خواهند آورد که از آلودگی محیط زیست دریایی ناشی از استفاده از فن‌آوری‌های تحت صلاحیت یا کنترل خود را، با وارد کردن عمدی یا غیرعمدی نمونه موجودات بیگانه یا جدید به یک قسمت خاص محیط زیست دریا که ممکن است موجب تغییرات مهم و مضر در محیط زیست شوند ممانعت به عمل آورده، آنها را تقلیل دهند و مورد کنترل قرار دهند».

اشاره به «گونه‌های بیگانه یا جدید» تلویحاً به این موضوع اشاره می‌کند که تعهد دولت‌ها لزوماً ممانعت از ورود جانداران مضر را در برنمی‌گیرد، بلکه شامل ورود گونه‌های جدید و غیربومی به بومی سامانه دریایی نیز می‌شود. رویه دولت‌ها و واژه‌نگاری اتخاذ شده در اسناد بین‌المللی در کاربرد واژه گونه‌های بیگانه یا گونه‌های غیربومی غالباً در یک سند واحد بصورت جایگزین عمل کرده‌اند و گاه از جانداران دریایی و عوامل بیماری‌زا و گاه از گونه‌های بیگانه و عوامل بیماری‌زا استفاده کرده‌اند.

¹ Substances

این نوع می‌تواند تفسیر گسترده‌تری از عبارات «مواد» و «آلودگی دریایی» باشد.

ماده ۱۹۴ کنوانسیون به اقدامات مربوط به ممانعت، تقلیل و کنترل آلودگی محیط زیست دریایی پرداخته است:

۱- دولت‌ها برحسب مورد مجتمعاً یا منفرداً منطبق با این کنوانسیون کلیه اقداماتی که برای جلوگیری، کاهش و کنترل آلودگی محیط زیست از هر منبع، ضروری می‌باشند را به عمل خواهند آورد و برای این منظور بهترین ابزار عملی در دسترس خود و منطبق با توانایی‌هایشان را استفاده خواهند کرد و سعی خواهند نمود سیاست‌هایشان را در این ارتباط هماهنگ نمایند.

۲- دولت‌ها همه اقدامات لازم را به عمل خواهند آورد تا اطمینان حاصل کنند که فعالیت‌های تحت صلاحیت یا کنترل آنها چنان انجام می‌شوند که موجب خسارت ناشی از آلودگی به کشورهای دیگر یا محیط زیست آنها نمی‌شوند و آلودگی ناشی از حوادث یا فعالیت‌های تحت صلاحیت یا کنترل آنها به خارج از نواحی که آنها حق حاکمیت خود را مطابق با این کنوانسیون اعمال می‌کنند، گسترش نمی‌یابد.

۳- اقدامات انجام شده مطابق با این قسمت به هر گونه منابع آلودگی محیط زیست دریا مربوط می‌شوند. این اقدامات از جمله شامل آن دسته از اقداماتی می‌شوند که جهت کمینه ساختن انواع آلودگی طراحی شده‌اند. به عنوان مثال: آلودگی ایجاد شده از کشتی‌ها، به خصوص اقدامات مربوط به جلوگیری از تصادفات و اقدام در موارد فوری و اضطراری، تضمین ایمنی عملیات در دریا، جلوگیری از تخلیه‌های عمدی و غیرعمدی و تنظیم طرح، ساخت، تجهیزات، عملیات و اداره کشتی‌ها [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

۴ - در انجام عملیات اقدامات مربوط به ممانعت، کاهش یا کنترل آلودگی محیط زیست دریا، کشورهای عضو از دخالت‌های غیرموجه در فعالیت‌های انجام شده توسط سایر کشورها در اعمال حقوق و انجام وظایف خود بر طبق این کنوانسیون، خودداری خواهند کرد.

به نظر می‌رسد که عملیات مبادله آب توازن و بطور خاص تخلیه آن در زمره تعریف «هر گونه منبع» در ماده ۱۹۴ قرار گیرد. همچنین شایان ذکر است که ماده ۱۹۴ بین دولت پرچم و دولت ساحلی تمایزی قائل نمی‌شود که این بیانگر مأموریت تمام دولت‌ها برای اتخاذ کلیه اقدامات ممکن جهت ممانعت از ایجاد آلودگی توسط کشتی‌ها چه به صورت عمدی و یا به طور غیرعمد و ضابطه‌مند ساختن طراحی، ساخت، عملیات و آموزش نیروی انسانی کشتی می‌باشد.

با این وجود، تعهد یا حق دولت ساحلی جهت اتخاذ تدابیر ممانعت‌کننده در قبال یک کشتی با پرچم خارجی که از آب‌های سرزمینی آن دولت عبور می‌کند توسط رژیم «عبور بی‌ضرر» بصورت دو فاکتور محدود شده است.

ماده ۲۱ کنوانسیون در خصوص قوانین و مقررات کشور ساحلی در ارتباط با عبور بی‌ضرر ضمن آن که حق دولت‌های ساحلی را برای وضع مقررات مربوط به ایمنی و حفاظت محیط زیست البته مطابق با مقررات بین‌المللی به رسمیت شناخته است در بند دوم خود اشعار می‌دارد که «این قوانین شامل طراحی، ساخت، نیروی انسانی و یا تجهیزات کشتی‌های خارجی نمی‌شوند مگر برای رعایت و اجرای استانداردها و اصول بین‌المللی که توسط عموم کشورها پذیرفته شده‌اند».

ماده ۱۹۷ کنوانسیون به همکاری بر مبنای جهانی یا منطقه‌ای پرداخته است «دولت‌ها بر مبنای جهانی یا در صورت مقتضی بر مبنای منطقه‌ای، مسقیماً یا از طریق سازمان بین‌المللی صلاحیت‌دار، در تنظیم و تبیین قواعد، استانداردها و روش‌های توصیه شده بین‌المللی منطبق با این کنوانسیون، برای حمایت و حفاظت از محیط زیست دریا، با در نظر گرفتن خصوصیات و ویژگی‌های منطقه‌ای با یکدیگر همکاری خواهند نمود.»

بر این مبنا دولت‌ها موظفند با تبیین استانداردها و قواعد منطقه‌ای و بین‌المللی با همکاری با یکدیگر سلامتی محیط زیست دریایی را تضمین نمایند. حال با توجه به اهمیت این موضوع، کنوانسیون حقوق دریا در ماده ۲۳۵ به موضوع مسئولیت و تضمین قانونی در ارتباط با موضوع محیط زیست دریا پرداخته است. بر این مبنا:

۱- دولت‌ها برای اجرای تعهدات بین‌المللی خود در مورد حمایت و حفاظت محیط زیست دریا مسئول هستند، آنها مطابق با حقوق بین‌المللی مسئولیت دارند.

۲- دولت‌ها تضمین خواهند کرد که در نظام‌های حقوقی آنها برای پرداخت غرامت فوری و کافی یا سایر راه‌های جبران خسارت در ارتباط با خسارت وارده به وسیله آلودگی محیط زیست دریا توسط اشخاص حقیقی یا حقوقی تحت صلاحیت آنها مرجع قانونی قابل رجوع در دسترس می‌باشد.

۳- به منظور اطمینان از پرداخت فوری و کافی غرامت در ارتباط با کلیه خسارات وارده ناشی از آلودگی محیط زیست دریا، کشورها در اجرای حقوق بین‌الملل موجود و توسعه بیشتر حقوق بین‌الملل مربوط به مسئولیت برای ارزیابی و پرداخت غرامت مربوط به خسارات حل و فصل اختلافات مربوط و نیز در مواقع مقتضی، توسعه معیارها و روش‌های پرداخت غرامت کافی از قبیل بیمه اجباری یا صندوق‌های پرداخت غرامت با یکدیگر همکاری خواهند نمود.

براساس کنوانسیون حقوق دریا دولت‌ها از حقوق مرتبط جهت حفاظت از محیط زیست دریا در تمام آب‌ها بهره‌مند هستند و حاکمیت کامل یا بخشی از حاکمیت را می‌توانند در آنها اعمال کنند. رژیم حاکمیت دولت‌ها بر آب‌ها توسط کنوانسیون متمایز شد و هر دولت شامل محدوده‌های مختلفی می‌باشد که به ترتیب عبارتند از:

آب‌های داخلی، دریای سرزمینی، منطقه مجاور و منطقه ویژه اقتصادی^۱ (EEZ).

¹ Exclusive Economic Zone

-آب‌های داخلی

آب‌های داخلی آب‌های قرار گرفته بین خشکی تا خط فرضی مبدأ را شامل می‌شود. دولت ساحلی در این بخش از آب‌های خود از همان حقوقی برخوردار است که در خشکی از آن بهره می‌برد. بنابراین در این منطقه که شامل بسیاری از بنادر می‌شود حق عبور بی‌ضرر حکمفرما نیست و دولت ساحلی حق دارد از ورود کشتی‌های بیگانه به آب‌های داخلی خود ممانعت کند. بند سوم ماده ۲۱۱ کنوانسیون به این موضوع پرداخته است:

«کشورهایی که شرایط خاصی را در مورد جلوگیری، کاهش و کنترل آلودگی محیط زیست دریا برای ورود کشتی‌های خارجی به بنادر یا آب داخلی یا پایانه‌های ساحلی خود مقرر می‌کنند، آن شرایط را اعلام خواهند نمود و به اطلاع سازمان‌های بین‌المللی ذیربط خواهند رساند. در مواقعی که دو یا چند کشور ساحلی در تلاش برای هماهنگی سیاست‌های خود چنین شرایط مشابهی را مقرر کرده‌اند، در اطلاعیه فوق ذکر خواهند کرد که چه کشورهایی در این همکاری شرکت دارند. هر کشور از ناخذای کشتی حامل پرچم خود یا ثبت شده در آن کشور خواهد خواست که هنگام کشتیرانی در دریای سرزمینی یک کشور شرکت‌کننده در این گونه همکاری، در پی درخواست آن کشور، اطلاعات مربوط به این که آیا به سمت یک کشور همان منطقه که در چنین همکاری شرکت دارد حرکت می‌کند را ارائه دهد و اگر چنین است خاطر نشان کند که آیا شرایط ورود به بندر آن کشور را رعایت می‌نماید.

این ماده به اعمال مستمر حق عبور بی‌ضرر به وسیله یک کشتی در اجرای بند ۲ ماده ۲۵ خدشه وارد نمی‌کند.

بند ۲ ماده ۲۵ موسوم به حقوق حفاظتی کشور ساحلی خاطر نشان می‌سازد که «در مواردی که کشتی‌ها در آب داخلی حرکت می‌کنند و یا به تأسیسات بندری خارج از آب‌های داخلی وارد

می‌شوند، کشور ساحلی حق دارد برای جلوگیری از نقض شرایطی که پذیرش و ورود کشتی‌ها به آب‌های داخلی یا تسهیلات بندری تابع آن شرایط بوده، اقدامات لازم را به عمل آورد».

علی‌رغم اینکه به نظر می‌رسد که یک کشور می‌تواند هر شرایطی را که بخواهد تبدیل به قانون کرده و در آب‌های داخلی خود و به عنوان شرط ورود به بندرهای خود اعمال کند، احتیاط در تفسیر بند دوم ماده ۲۵ ضروری به نظر می‌رسد چرا که به دلیل وجود تدابیر اتخاذ شد در کنوانسیون در خصوص دریای سرزمینی و براساس ماده ۲۴ دولت‌ها موظفند که مانع از عبور بی‌ضرر کشتی‌ها نشوند [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

-دریای سرزمینی

دریای سرزمینی هر کشور از خط فرضی مبدأ آغاز شده و تا ۱۲ مایل دریایی ادامه می‌یابد. در این محدوده صلاحیت اعمال حاکمیت دولت‌ها در قبال کشتی‌های خارجی، با «حق عبور بی‌ضرر» محدود شده است. این ماده موسوم به وضعیت حقوقی دریای سرزمینی در مفاد ۱ و ۳ اشعار می‌دارد:

۱: حاکمیت یک کشور ساحلی تا آن سوی قلمرو سرزمینی و آب‌های داخلی آن و اگر آن کشور مجمع‌الجزایر باشد تا مجاورت یک کمر بند دریایی که آب‌های سرزمینی نامیده می‌شود امتداد می‌یابد.

۳: حاکمیت بر دریای سرزمینی مطابق با مقررات این کنوانسیون و مطابق با سایر مقررات حقوق بین‌الملل اعمال می‌گردد.

بند ۴ ماده ۲۱۱ مستقیماً به مسئله تقنین در خصوص آلودگی دریایی نشأت گرفته از کشتی‌ها در دریای سرزمینی می‌پردازد:

«کشورهای ساحلی در اعمال حاکمیت بر دریای سرزمینی خود، قوانین و مقررات لازم برای جلوگیری، کاهش و کنترل آلودگی دریا از کشتی‌های خارجی، شامل کشتی‌هایی که حق عبور بی‌ضرر

را اعمال می‌کنند، تصویب نمایند. این قوانین و مقررات منطبق با کنوانسیون عبور بی‌ضرر کشتی‌های خارجی را مختل نخواهند کرد.»

طبق ماده ۲۴ کنوانسیون، «دولت ساحلی مانع حق عبور بی‌ضرر کشتی‌های خارجی از دریای سرزمینی نمی‌شود و به خصوص در اجرای این کنوانسیون یا قوانین یا مقررات تدوین شده براساس این کنوانسیون دولت ساحلی نمی‌تواند:

الف) مقرراتی که عملاً حق عبور بی‌ضرر کشتی‌های خارجی را نفی می‌نمایند و یا به آن خدشه وارد می‌کنند بر آنها تحمیل نماید.

ب) علیه کشتی‌های هر کشور یا کشتی‌هایی که به هر کشور و یا از هر کشور کالا حمل می‌نمایند، تبعیض ظاهری یا واقعی قائل شود.

۲: کشور ساحلی به طریق مناسب هر نوع خطر دریانوردی در دریای سرزمینی خود را که از آن مطلع است به آگاهی عموم خواهد رساند.

بندهای ۱ و ۳ ماده ۲۵ هم به حقوق حفاظتی کشور ساحلی می‌پردازند:

بند ۱: کشور ساحلی می‌تواند در دریای سرزمینی خود برای جلوگیری از عبوری که بی‌ضرر نیست، اقدامات لازم را به عمل آورد.

بند ۳: کشور ساحلی می‌تواند بدون تبعیض ظاهری یا واقعی بین کشتی‌های خارجی موقتاً عبور بی‌ضرر کشتی‌های خارجی را در مناطق مشخصی از دریای سرزمینی معلق نماید، به شرطی که تعلیق برای حفظ امنیت آن کشور از جمله تمرین‌های نظامی آن ضروری باشد. این تعلیق فقط بعد از این که به طریق مقتضی آگهی و اعلام شده باشد معتبر و موثر خواهد بود.»

براساس ماده ۱۷ کشتی‌های کلیه دولت‌ها اعم از دولت‌های ساحلی یا دولت‌های محصور در خشکی از حق عبور بی‌ضرر در دریاها و سرزمینی بهره‌مند هستند.

ماده ۱۸ به معنای «عبور» پرداخته است: «عبور» یعنی دریانوردی از میان دریای سرزمینی به منظور:

الف) عبور از آن دریا بدون ورود به آب‌های داخلی و یا رفتن به تاسیسات و تسهیلات بندری خارج از آب‌های داخلی

ب) ورود و خروج از آب‌های داخلی و یا تأسیسات و تسهیلات بندری.

ماده ۱۹ نیز به معنای «عبور بی‌ضرر» اشاره کرده است:

"عبوری بی‌ضرر است که مخل صلح، نظم عمومی و یا امنیت کشور ساحلی نباشد. عبور

بی‌ضرر مطابق با این کنوانسیون و سایر مقررات حقوق بین‌الملل صورت خواهد گرفت"

۴: عبور یک کشتی خارجی مخل، نظم عمومی و یا امنیت کشور ساحلی قلمداد خواهند شد، اگر در

دریای سرزمینی هر یک از امور زیر را انجام دهد:

۱) بارگیری و تخلیه هر نوع کالا، پول و ارز برخلاف قوانین و مقررات گمرکی، مالی، مهاجرتی

و بهداشتی، کشور ساحلی.

۲) هر گونه آلودگی جدی و عمدی برخلاف این کنوانسیون.

۳) هر فعالیت دیگری که ارتباط مستقیم با عبور ندارد.

براساس بندهای فوق مشخص می‌شود که هر نوع تخلیه و بارگیری برخلاف مقررات کشور

ساحلی و ایجاد هر گونه آلودگی از جمله تخلیه و بارگیری آب توازن می‌تواند مخل عبور بی‌ضرر و در

نتیجه قابل پیگرد و کنترل توسط دولت ساحلی باشد [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

در خصوص حق کشور ساحلی برای تصویب قوانین و مقررات در ارتباط با عبور بی‌ضرر در

ماده ۲۱ اینگونه مقرر شده که: «کشور ساحلی می‌تواند در ارتباط با عبور بی‌ضرر از دریای سرزمینی و

در انطباق با مقررات این کنوانسیون و سایر اصول و قواعد حقوق بین‌الملل، در مورد تمام و یا هر یک

از امور زیر قوانین و مقررات لازم را وضع نماید:

(۱) حفاظت منابع زنده دریا

(۲) جلوگیری از نقض قوانین و مقررات کشور ساحلی در ارتباط با ماهیگیری

(۳) حفظ محیط زیست کشور ساحلی و جلوگیری، کاهش و کنترل آلودگی محیط زیست

(۴) جلوگیری از نقض قوانین و مقررات کشور ساحلی در ارتباط با امور گمرکی، مالی،

مهاجرت و بهداشتی.

۵: این قوانین و مقررات شامل طراحی، ساخت، نیروی انسانی و یا تجهیزات کشتی‌های خارجی نمی‌شوند، مگر برای رعایت و اجرای استانداردها و اصول بین‌المللی که توسط عموم کشورها پذیرفته شده‌اند.

۶: کشور ساحلی این قوانین و مقررات را به طریق مقتضی به اطلاع عموم خواهد رساند.

۷: کشتی‌های خارجی که حق عبور بی‌ضرر را در دریای سرزمینی اعمال می‌کنند تمام این مقررات و همه مقررات بین‌المللی مورد قبول عموم کشورها در ارتباط با جلوگیری از تصادف در دریا را رعایت و اجرا خواهند نمود.

این مفاد در فصل دوازدهم و در ماده ۲۲۰ کنوانسیون نیز مورد تأکید بیشتر قرار گرفته‌اند.

-ماده ۲۲۰: اعمال توسط دولت‌های ساحلی

۱- وقتی یک کشتی بطور داوطلبانه در داخل یک بندر یا در پایانه دریایی یک کشور قرار دارد، آن کشور می‌تواند، منوط به بخش هفت، در ارتباط با هر نقض قوانین و مقررات مصوب خود در انطباق با این کنوانسیون یا مقررات و استانداردهای بین‌المللی قابل اعمال برای جلوگیری، کاهش و کنترل آلودگی از کشتی‌ها، اگر نقض در داخل دریای سرزمینی یا منطقه انحصاری اقتصادی آن کشور رخ داده باشد، اقدام به دادرسی نماید.

۲- در مواردی که دلایل روشنی بر این باور وجود دارند که یک کشتی در حال دریانوردی در دریای سرزمینی یک کشور حین عبور از آنجا، قوانین و مقررات مصوب آن کشور مطابق با این کنوانسیون یا مقررات و استانداردهای بین‌المللی قابل اعمال برای جلوگیری، کاهش یا کنترل آلودگی از کشتی‌ها را نقض کرده، آن کشور بدون خدشه به اعمال مقررات مربوط، آن کشتی را بازرسی فیزیکی نماید و می‌تواند در مواردی که شواهد چنین ایجاب نماید، مطابق با قوانین خود دادرسی و اقدامات قضایی شامل توقیف کشتی منوط به مقررات فصل ۷ را آغاز نماید.

۳- در مواردی که دلایل روشنی به این باور وجود دارند که یک کشتی در حال دریانوردی در منطقه انحصاری اقتصادی یا دریای سرزمینی یک کشور قواعد و استانداردهای بین‌المللی قابل اعمال برای جلوگیری، کاهش و کنترل آلودگی از کشتی‌ها، یا قوانین و مقررات آن کشور که منطبق با این قواعد و استانداردهای بین‌المللی وضع شده و به آنها تاثیر و اعتبار بخشیده‌اند، را نقض کرده آن کشور می‌تواند از کشتی بخواهد اطلاعات مربوط به هویت، بندر ثبت کشتی، آخرین بندر و نیز بندر بعدی مقصد خود و سایر اطلاعات مربوطه مورد نیاز برای اثبات این که آیا نقضی صورت گرفته است یا نه، در اختیار آن کشور قرار دهد.

۴- کشورها قوانین و مقررات و اقدامات دیگر برای این که کشتی حامل پرچم آنها درخواست اطلاعات مذکور در بند ۳ را رعایت کند، تصویب و اتخاذ خواهند نمود.

۵ - در مواردی که دلایل روشنی بر این باور وجود دارد که یک کشتی در حال دریانوردی در دریای سرزمینی یا منطقه انحصاری اقتصادی یک کشور، نقض مذکور در بند ۳ را مرتکب شده که منجر به تخلیه زباله قابل توجه و موجب آلودگی یا تهدید به آلودگی مهم محیط زیست دریا گردیده، آن کشور می‌تواند اگر کشتی از ارائه اطلاعات خودداری کرده یا اگر اطلاعات ارائه شده توسط کشتی به طور آشکار با وضعیت واقعی آن تفاوت دارد و اگر اوضاع و احوال پرونده چنین بازرسی را توجیه می‌نماید، کشتی را برای موضوعات مربوط به نقض، بازرسی فیزیکی نماید.

۶ - در مواردی که شواهد عینی وجود دارند که یک کشتی در حال دریانوردی در منطقه انحصاری اقتصادی یا دریای سرزمینی یک کشور، در منطقه انحصاری اقتصادی نقض مذکور در بند ۳ را مرتکب شده که منجر به تخلیه زباله و موجب خسارت عمده یا تهدید به خسارت عمده خط ساحلی یا منافع مربوطه کشور ساحلی یا به هر منبع دریایی سرزمینی یا منطقه انحصاری اقتصادی آن گردیده، می‌تواند مطابق با قوانین خود، منوط به فصل ۷، مشروط به اینکه شواهد چنین اقتضا کنند، اقدامات قضایی و دادرسی، شامل توقیف کشتی، اتخاذ و شروع نماید.

ماده ۲۲۶ کنوانسیون به بازرسی کشتی‌های خارجی اشاره می‌کند:

الف) دولت‌ها یک کشتی خارجی را برای مدتی بیش از آنچه که برای اهداف مذکور در موارد ۲۰۶، ۲۱۸ و ۲۲۰ لازم می‌باشد معطل نخواهند کرد. هر بازرسی فیزیکی یک کشتی خارجی به بررسی گواهی‌نامه، سوابق یا سایر مدارکی که کشتی لازم است مطابق مقررات و استانداردهای بین‌المللی پذیرفته شده عمومی با خود حمل کند یا هر مدرک مشابهی که با خود حمل می‌نماید، محدود خواهد بود و بازرسی فیزیکی اضافی کشتی را فقط می‌توان بعد از بازرسی‌ها و فقط در مواقع زیر اعمال نمود:

۱. وقتی که دلایل روشنی بر این باور وجود دارد که وضعیت کشتی با تجهیزات آن بطور اساسی با مندرجات آن مدارک مطابقت ندارند.

۲. وقتی که مندرجات این مدارک برای تایید یا تشخیص یک نقض مورد ظن کافی نیست.

۳. وقتی که کشتی گواهی‌نامه و سوابق معتبر با خود حمل نمی‌کند.

ب) اگر بازرسی حاکی از نقض قوانین و مقررات قابل اعمال یا نقض مقررات و استانداردهای بین‌المللی برای حمایت و حفاظت محیط زیست باشد، کشتی فوراً منوط به رویه‌های متعارف از قبیل تودیع وثیقه یا سایر ضمانت‌نامه‌های مالی مناسب آزاد خواهد شد.

- منطقه مجاور

منطقه مجاور با نظارت از محدوده پایان ۱۲ مایل دریای سرزمینی آغاز و تا فاصله ۲۴ مایلی دریایی از خط مبدا فرضی ادامه می‌یابد و در صورت اعلام قبلی دولت ساحلی قابل اعمال است: همه کشورها منطقه مجاور را اعمال نمی‌کنند و در صورت اعمال منطقه مجاور بخشی از منطقه انحصاری اقتصادی محسوب خواهد شد.

براساس ماده ۳۳ کنوانسیون:

کشور ساحلی می‌تواند در یک منطقه مجاور دریای سرزمینی خود که منطقه مجاور نامیده می‌شود نظارت‌های ضروری زیر را اعمال نماید:

الف) از نقض قوانین و مقررات گمرکی، مالی، بهداشتی یا مهاجرت جلوگیری نماید.

ب) نقض قوانین و مقرراتی را که در داخل قلمرو و یا دریای سرزمینی وی ارتکاب یافته، مجازات نماید [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

- منطقه انحصاری اقتصادی^۱ (EEZ)

براساس ماده ۵۶ کنوانسیون دولت ساحلی در منطقه انحصاری اقتصادی:

الف) برای اکتشاف، استخراج، حفاظت و مدیریت منابع طبیعی زنده و غیرزنده آب‌های بالای بستر، روی بستر و زیربستر دریا و در مورد سایر فعالیت‌های مربوط به اکتشاف و استخراج اقتصادی منطقه از قبیل تولید نیرو از آب، امواج و بادهای حق حاکمیت دارد.

ب) دولت ساحلی به نحو مذکور در مقررات این کنوانسیون در ارتباط با امور زیر صلاحیت

دارد:

- ساخت و استفاده از جزایر مصنوعی، تاسیسات و بناها؛

- تحقیقات علمی دریایی؛ و

¹ Exclusive Economic Zone

– حفاظت محیط زیست دریا

بنابراین با توجه به ماده فوق دولت ساحلی در منطقه انحصاری اقتصادی در خصوص حفاظت از محیط زیست دریا از حق اعمال حاکمیت بهره‌مند است.

در ارتباط با آلودگی‌های ایجاد شده از کشتی در این منطقه براساس بندهای ۵ و ۶ ماده ۲۱۱ کنوانسیون دولت ساحلی از حقوق زیر برخوردارند:

دولت‌های ساحلی به منظور اجرا به نحو مقرر در بخش ۶ کنوانسیون می‌توانند در ارتباط با مناطق انحصاری اقتصادی خود قوانین و مقررات لازم را برای جلوگیری، کاهش و کنترل آلودگی از کشتی‌ها، در انطباق و با تاثیر بخشیدن به قواعد و استانداردهای بین‌المللی پذیرفته شده عمومی که از طریق سازمان‌های بین‌المللی صلاحیت‌دار یا کنفرانس‌های عمومی دیپلماتیک ایجاد شده‌اند، وضع نمایند.

۶ – الف) وقتی که قواعد و استانداردهای بین‌المللی مذکور در بند ۱ برای تحقق شرایط و اوضاع و احوال خاص کافی نیستند و کشورهای ساحلی به دلایل منطقی بر این باروند که در یک ناحیه خاص به روشنی مشخص شده در مناطق انحصاری اقتصادی مربوطه آنها به دلایل فنی شناخته شده در ارتباط با شرایط اقیانوس‌شناسی و اکولوژیک آن ناحیه و نیز استفاده از آن یا حفاظت منابع آن و خصوصیت ویژه ترافیکی آن، ایجاد مقررات الزامی خاص برای جلوگیری از آلودگی کشتی‌ها در آن لازم است، کشورهای ساحلی بعد از مشورت مقتضی از طریق سازمان‌های بین‌المللی صلاحیت‌دار با سایر کشورهای مربوطه می‌توانند برای آن ناحیه با آن سازمان مکاتبه مستقیم نموده و مدارک فنی و عملی موید و اطلاعات مربوط به اخذ ضروری تسهیلات را به آن سازمان تسلیم نمایند.

ظرف دوازده ساعت بعد از دریافت این مکاتبه آن سازمان معلوم خواهد کرد که آیا شرایط در آن ناحیه با شرایط مذکور در بالا مطابقت می‌نمایند و اگر سازمان چنین اعلام کند، کشورهای ساحلی می‌توانند برای آن ناحیه قوانین و مقررات لازم در مورد جلوگیری، کاهش و کنترل آلودگی از کشتی‌ها

وضع نمایند که قوانین و استانداردهای بین‌المللی در رویه‌های دریانوردی قابل اعمال تکوین یافته از طریق آن سازمان برای نواحی خاص را اجرا نمایند. این قوانین و مقررات تا ۱۵ ماه بعد از تسلیم نامه به آن سازمان به کشتی‌های خارجی قابل اعمال نخواهند بود.

۶- ب) کشورهای ساحلی حدود این گونه نواحی خاص به وضوح تعریف شده را منتشر خواهند کرد.

۶- ج) اگر دولت‌های ساحلی قصد دارند قوانین و مقررات دیگری برای همان ناحیه در مورد جلوگیری، کاهش و کنترل آلودگی کشتی‌ها تصویب نمایند، در موقع تسلیم نامه فوق‌الذکر مراتب را به آن سازمان اطلاع خواهند داد. این قوانین و مقررات می‌توانند به تخلیه زباله یا روش‌های دریانوردی مربوط شوند. اما از کشتی‌های خارجی نخواهند خواست که در مورد طرح، ساخت، اداره و تجهیزات، استانداردهایی غیر از قواعد و استانداردهای بین‌المللی پذیرفته شده عمومی را رعایت نمایند. این قوانین و مقررات ۱۵ ماه بعد از تسلیم نامه به آن سازمان، بر کشتی‌های خارجی قابل اعمال خواهند بود، مشروط بر آن که آن سازمان ظرف ۱۲ ماه پس از تسلیم نامه با آنها موافقت نماید.

همانطور که در طول بررسی مفاد کنوانسیون ۱۹۸۲ ملل متحد در خصوص حقوق دریا مشاهده شده موضوع حفاظت از محیط زیست دریایی و مقابله با انتقال جانداران مضر دریایی و آلودگی‌ها در مواد و بخش‌های مختلفی از این کنوانسیون گنجانده شده است. همچنین این کنوانسیون مبنایی حقوقی را به منظور احتراز از اختلاف در میان دولت‌های بهره‌بردار از دریاها و اقیانوس‌ها بنا نهاده است که مهمترین سند بین‌المللی حقوق دریا و به عبارتی «قانون اساسی اقیانوس» [پورنوری و حبیبی، ۱۳۸۳].

۱-۲-۲- اعلامیه ریو و دستور کار ۲۱

«اعلامیه ریو در خصوص محیط زیست و توسعه» دستور کار ۲۱: برنامه عمل برای توسعه پایدار، توسط جامعه بین‌المللی در کنفرانس محیط زیست و توسعه ملل متحد در سال ۱۹۹۲ به تصویب رسیدند [UNEP,1992]. اعلامیه ریو یکی از اسناد مهم در زمینه موضوع توسعه پایدار محسوب می‌شود و حاوی ۲۷ اصل کلیدی می‌باشد. از جمله این اصول می‌توان به سه اصل مهم زیست محیطی اشاره کرد:

۱. رویکرد پیشگیرانه نسبت به تصمیماتی که می‌تواند محیط زیست را تحت تاثیر قرار دهد،

۲. اصل پرداخت توسط آلوده‌کنندگان که ابزاری اقتصادی جهت پرداخت هزینه آلوده‌سازی محیط توسط آلوده‌کنندگان است؛

۳. نهایتاً اصل سوم یعنی ضرورت ارزیابی تاثیر زیست محیطی.

«دستور کار ۲۱» را که یک کنوانسیون بین‌المللی محسوب نمی‌شود، می‌توان یک برنامه جامع مدیریتی برای تحقق توسعه پایدار در قرن بیست و یکم دانست. هر چند که این سند الزام‌آور نیست اما بر تحولات حقوقی و بین‌المللی پس از خود بی‌تاثیر نبوده است.

فصل ۱۷ دستور کار ۲۱ به حفاظت از اقیانوس‌ها و مناطق ساحلی پرداخته است و بر مسئولیت دولت ساحلی در زمینه انجام مدیریت یکپارچه فعالیت‌های موثر بر سلامت اکولوژیک دریاها و اقیانوس‌ها تاکید نموده است.

دستور کار ۲۱، در ارتباط با فعالیت‌های دریایی و کشتیرانی دولت‌ها را به اعمال بهتر کنوانسیون‌های موجود و حمایت از سازمان جهانی دریانوردی و دیگر نهادهای بین‌المللی در زمینه توسعه و تکوین رژیم بین‌المللی حافظ محیط زیست دریایی تشویق کرده است [UNEP,1992].

۱-۲-۳- کنوانسیون ۱۹۹۲ در خصوص تنوع زیستی (CBD) و اسناد

مرتبط

کنوانسیون تنوع زیستی در سال ۱۹۹۲ [UNEP,1992] و همزمان با دستور کار ۲۱ به تصویب رسید و در سپتامبر ۲۰۰۱ اجرایی شد. ۱۸۲ دولت عضو این کنوانسیون هستند. این کنوانسیون مجموعه‌ای از تعهدات نسبت به حفاظت از تنوع زیست محیطی از جمله تنوع دریایی را برای دولت‌ها ایجاد کرده است.

ماده ۲۲ کنوانسیون بر حقوق و تعهدات دولت‌ها بر مبنای کنوانسیون حقوق دریا تاکید کرده است و در بند (ح) ماده ۸ بر مسئولیت اعضا در ممانعت، کنترل و امحای آن دسته از گونه‌های بیگانه که بوم سامانه‌ها، زیستگاه‌ها و سایر گونه‌ها را تهدید می‌کنند، تاکید کرده است [UNEP,1992].

۱-۲-۴- کنوانسیون بین‌المللی ایمنی حیات دریایی (سولاس) و مقررات

بین‌المللی مدیریت ایمنی^۱ (ISM Code)

کنوانسیون سولاس مجموعه‌ای جامع از مقررات است که استانداردهای بین‌المللی مربوط به حداقل تجهیزات و دیگر الزامات مربوط به تضمین ایمنی عملیات کشتی از جمله پایداری و ثبات کشتی را بنا نهاده است. این استانداردها از طریق قانونگذاری محلی اعمال و اجرا می‌شود. از آنجا که این کنوانسیون به موضوع ثبات کشتی می‌پردازد با آب توازن و مبادله آن در ارتباط است. همین موضوع نیز در هنگام مذاکرات مربوط تصویب قطعنامه مربوط به راهکارهای آیمو و تصویب کنوانسیون مدیریت و کنترل آب توازن، سبب ایجاد دغدغه‌هایی مبنی بر لزوم سازگاری مقررات مربوط به مبادله آب توازن با ضابطه ۲۲ فصل دوم سولاس شده بود [IMO,1974].

¹ International Safety Management Code

چرا که این موضوع مطرح شد که توجه صرف به تبادل آب توازن بدون در نظر گرفتن ملاحظات ایمنی در میان اقیانوس می‌تواند برای ایمنی ناخدا و دریانوردان و کشتی ایجاد بحران نماید. همین موضوع سبب شد که مجموعه راهکارهای آی‌مو و راهکار ۱۱-۳ بر این موضوع صحنه بگذارند که: «... دولت‌های ساحلی نباید هر گونه اقدامی را که زندگی دریانوردان یا ایمنی کشتی را به مخاطره افکند، از ناخدای کشتی طلب کنند».

در قالب مجموعه کنوانسیون سولاس قانونی وجود دارد که هر چند فصل نهم آن را تشکیل می‌دهد، اما معمولاً بطور جداگانه و تحت عنوان «مقررات مدیریت بین‌المللی عملیات ایمن کشتی‌ها و ممانعت از آلودگی» یا «مقررات بین‌المللی مدیریت ایمنی» (ISM Code) خوانده شده و مورد بررسی قرار می‌گیرد و مجموعه‌ای از راهکارها را در زمینه استانداردهای بین‌المللی مدیریت اجرایی سولاس و کنوانسیون‌های مربوط به ممانعت از آلودگی آی‌مو ارائه می‌دهد. با این وجود این قانون به موضوع آب توازن نپرداخته است [IMO, 1974].

۱-۲-۵- کنوانسیون بین‌المللی استانداردهای آموزش، صدور گواهینامه و نظارت بر دریانوردان مصوب ۱۹۷۸ و اصلاحیه‌های ۱۹۹۵ و ۱۹۹۷ (کنوانسیون STCW) به انضمام مقررات آموزش، صدور گواهینامه و نظارت بر دریانوردان (مقررات STCW)

کنوانسیون و مقررات^۱ STCW (IMO, 1978/95/97)، استانداردهای بین‌المللی مربوط به آموزش و توانمندسازی دریانوردان را تشکیل می‌دهد. این مجموعه مقررات حداقل استانداردهای لازم برای دریانوردان جهت دریافت گواهینامه بین‌المللی فعالیت محسوب می‌شود که از سال ۲۰۰۲ اجرای آنها الزامی بوده و از طریق قانونگذاری داخلی اعمال می‌شود.

¹ Standards of Training, Certification and Watchkeeping

با توجه به این موضوع اجرای آموزش‌های لازم براساس مجموعه راهکارهای آی‌مو و کنوانسیون مدیریت و کنترل آب توازن براساس مفاد این کنوانسیون تاثیر مهمی در ممانعت از آثار مضر آب توازن خواهد داشت [IMO,1978].

۱-۲-۶- کنوانسیون تسهیل ترافیک دریایی بین‌المللی مصوب ۱۹۶۵^۱ (FAL)

کنوانسیون فال ، در سال ۱۹۶۷ اجرایی شد و تاکنون چندین بار و برای آخرین بار در سال ۱۹۹۹ اصلاح شده و در سال ۲۰۰۱ وارد عرصه اجرا شده است.

این کنوانسیون مجموعه مقررات مربوط به استانداردها و رویه‌های مورد تاکید در خصوص اسناد و فرایندهای مربوط به ورود و خروج و مسافرت کشتی‌ها، بار، خدمه و مسافران از یک کشور به کشور دیگر تشکیل می‌دهد.

هدف این کنوانسیون یکپارچه و هماهنگ‌سازی فرایندها و رویه‌های مربوط به مسافرت و حمل و نقل بین‌المللی دریایی می‌باشد.

فال علی‌رغم اینکه استانداردهای ورود به بنادر را نیز دربرمی‌گیرد، به مسائل مربوط به مدیریت آب توازن جهت ورود به بنادر پرداخته است که با توجه به تصویب کنوانسیون ۲۰۰۴ در خصوص مدیریت و کنترل آب توازن به نظر می‌رسد اصلاح فال و افزودن سیستم مدیریت آب توازن به عنوان یکی از پیش‌شرط‌های ورود به بنادر ضروری باشد [IMO,1965].

¹ Facilitation of International Maritime Traffic

۱-۲-۷- مقررات بین‌المللی بهداشت مصوب ۱۹۶۹^۱ (IHR) و

موافقتنامه‌های مربوط به بهداشت گیاهی و حیوانی

مقررات بین‌المللی بهداشت، توسط سازمان جهانی بهداشت و با هدف امنیت جهانی بهداشت از طریق ممانعت از گسترش امراض خطرناک مسری همچون طاعون و وبا و با اعمال کنترل‌های مرزی و قرنطینه ساختن تدوین شد. براساس ماده ۷۷ این مقررات، ناخدای کشتی موظف است ضمن بررسی ارزیابی خود را از وضعیت بهداشتی کشتی هنگام ورود به بندر به مقامات بندری اعلام کند. علاوه بر IHR موافقتنامه‌های بین‌المللی دیگر از جمله «کنوانسیون بین‌المللی حفاظت از گیاهان»^۲ (IPPC) که در سال ۱۹۵۲ و با مدیریت سازمان خواربار جهانی (فائو) وارد عرصه اجرا شد و مقررات بین‌المللی سلامت جانوران دریایی ۲۰۰۱ به بهداشت و سلامت گیاهان و جانوران می‌پردازند. علی‌رغم اینکه آب توازن کشتی‌ها و جانداران مضر و عوامل بیماری‌زای موجود در آنها می‌تواند برای سلامت انسان‌ها، گیاهان و حیوانات مضر باشد، این اسناد توجه مستقیمی به آب توازن نکرده‌اند که به نظر می‌رسد بررسی این موضوع ضروری باشد [WHO, 1964].

۱-۲-۸- دستورالعمل صیدگاه‌های مجاز و راهکارهای فنی مرتبط با آن

ورود جانداران مضر دریایی بیشترین تاثیر را بر شیلات و آبزیان بر جای می‌گذارد. که این موضوع به نوبه خود بر اقتصاد کشورها و امنیت غذایی تاثیرگذار است. دستورالعمل صیدگاه‌های مجاز که در سال ۱۹۹۵ توسط سازمان جهانی غذا (فائو) تصویب شد، بر مسئولیت دولت‌ها در زمینه ممانعت از ورود گونه‌های غیربومی به آب‌های منطقه که می‌تواند بر آبزیان بومی آب‌های آن منطقه آسیب وارد نماید، تاکید کرده است.

¹ International Health Regulations

² International Plant Protection Convention

در چارچوب مجموعه راهکارهای فنی فائو، دومین راهکار، آب توازن را مهمترین عامل مشکل‌زا برای بخش شیلات و آبزیان قلمداد کرده است و بر انجام جدی و مستمر پژوهش‌ها در خصوص یافتن روش‌های عملی جهت مقابله با جانداران و رسوبات موجود در آب توازن و تغییر در مخازن آب توازن جهت نابودسازی یا کنترل گونه‌های مهاجم بیگانه تاکید نموده است [FAO,1995].

۱-۲-۹- موافقتنامه جامع تعرفه و تجارت ۱۹۹۴ (گات)

براساس تعهدات مندرج در موافقتنامه جامع تعرفه و تجارت، تمامی دولت‌های عضو سازمان جهانی تجارت^۱ (WTO) موظف به اعمال تدابیر کنترل مرزی مربوط به آب توازن هستند که می‌تواند مستقیماً یا بطور غیرمستقیم بر تجارت بین‌المللی تاثیرگذار باشد.

براساس مواد ۱، ۲، ۳ و ۵ گات تمامی اعضا موظف به رعایت موازین بهداشتی، به منظور حفاظت از سلامت و حیات انسان‌ها، حیوانات و گیاهان هستند. رعایت این موازن می‌بایست مطابق با اصول، قوانین و مقررات سازمان‌های جهانی ذیربط همچون سازمان جهانی دریانوردی، سازمان جهانی بهداشت و سازمان جهانی غذا انجام پذیرد [WTO,1994].

۱-۲-۱۰- دستورالعمل شورای بین‌المللی اکتشاف دریا در خصوص ورود و

انتقال جانداران دریایی، ۱۹۹۴

شورای بین‌المللی اکتشاف دریا (ICES)^۲ نهادی بین دولتی است که وظیفه اصلی آن تحقیق علمی و حفاظت از اقیانوس‌هاست. این شورا در سال ۱۹۹۴ دستورالعمل ورود و انتقال جانداران دریایی را به تصویب رساند که البته الزام‌آور نیست.

¹ World Trade Organization

² International Council for the Exploration of the Sea

براساس این دستورالعمل دولت‌های عضو تشویق می‌شوند تا جدی‌ترین اقدامات را به منظور ممانعت از ورود غیرقانونی گونه‌های بیگانه به بوم‌سامانه‌های دریایی، به عمل آورند. بخش سوم این دستورالعمل به مقابله با اثرات مضر آب توازن می‌پردازد [ICS,2000].

۱-۳- قوانین حاکم بر مدیریت آب توازن در خلیج فارس و دریای عمان

• جمهوری اسلامی ایران و پروژه جهانی آب توازن

حضور فعال جمهوری اسلامی ایران در کمیته حفاظت از محیط زیست دریایی^۱ (MEPC) و حمایت شدید ایران از برنامه‌ها و پروژه‌های IMO^۲ و اتخاذ اقدامات لازم جهت اجرای الزامات مندرج در کنوانسیون مربوط به این سازمان باعث شد که ایران به عنوان یکی از سایت های محل اجرای پروژه GloBallast انتخاب شود.

الحاق به کنوانسیون‌های مارپل ۷۳/۷۸، OPRC و LC از جمله اقدامات اتخاذ شده در حمایت از محیط زیست دریایی می‌باشد. با الحاق به کنوانسیون‌های فوق، کلیه کشتی‌هایی که وارد خلیج فارس می‌شوند باید الزامات مندرج در آنها را رعایت کنند.

از سوی دیگر انتقال گونه‌های مهاجم آبی مانند گونه شانه‌دار^۳ در دریای خزر که یک پهنه آبی بسته است، باعث وارد آمدن خسارات عمده‌ای به محیط زیست دریایی شده است که از آن جمله می‌توان به کاهش صید ماهی کیلکا^۴ اشاره نمود. بدیهی است که این امر مستلزم اتخاذ اقدامات یکپارچه جهت کنترل گونه‌های آبی می‌باشد که از طریق آب توازن وارد محیط‌های جدید می‌شوند.

1 Marine Environment Protection Committee

2 International Maritime Organization

3 Comb Jelly Fish

4 Kilka

حجم بسیار زیاد تخلیه آب توازن به خاطر ورود تقریباً ۱۰ هزار نفتکش به پهنه آبی نیمه محصور خلیج فارس در سال به منظور بارگیری نفت خام و فرآورده‌های نفتی این منطقه را به شدت مستعد ورود گونه‌های آبی مهاجم نموده است.

تحقیقات ناکافی در ارتباط با شناسایی موجودات دریایی منطقه و عدم وجود اطلاعات لازم در خصوص تاریخچه این گونه‌ها و نیز عدم آشنایی با گونه‌هایی که وارد این منطقه می‌شوند و همچنین دارا بودن وسیع ترین سواحل در منطقه از جمله دلایل اجرای پروژه جهانی مدیریت آب در ایران می‌باشد. این برنامه در جزیره خارک به اجرا در آمد که نتایج آن نیز قابل دسترسی است.

همچنین برنامه مذکور به منظور اجرای موثر کنترل انتقال گونه‌های مهاجم دریایی در شش کشور دنیا در حال اجرا می‌باشد.

به منظور ایجاد یک چهارچوب منظم در خصوص اجرای فعالیت‌های پروژه و تنظیم یک برنامه زمان‌بندی در جهت اجرای این فعالیت‌ها و نحوه اختصاص بودجه‌های ارسالی از سازمان بین‌المللی دریانوردی با همکاری کارشناسان اعزامی از IMO و تیم راهبردی پروژه در ایران، برنامه ملی کار پروژه پس از تهیه و تدوین به تایید مدیریت پروژه^۱ واقع در شهر لندن رسیدن و پس از تصویب برنامه مذکور که در ۱۵ مارس سال ۲۰۰۱ مطابق با ۷۹/۱۲/۲۵ رسماً به سازمان بنادر و کشتیرانی به عنوان مرجع ملی این پروژه در سطح کشور ابلاغ گردید.

منطقه خلیج فارس و دریای عمان از جمله مناطق دارای شرایط خاص از نظر زیست محیطی محسوب می‌شوند. وجود بیش از ۳۰ میدان نفتی و گازی فعال در خلیج فارس و عبور حدود ۳۰ درصد از حجم جهانی ترافیک دریایی نفتکش‌ها از تنگه هرمز، این منطقه را بسیار آسیب‌پذیر ساخته است که این موضوع تهدیدی علیه تنوع زیستی این منطقه قلمداد می‌گردد.

جمهوری اسلامی ایران به عنوان کشوری دارای بیشترین خط ساحلی در منطقه خلیج فارس و دریای عمان در سطح ملی قانون حفاظت از دریا و رودخانه‌های مرزی از آلودگی مواد نفتی را در

¹ Project Gardination Unit

سال ۱۳۵۴ تصویب کرده است که این قانون، تنها به آلودگی‌های نفتی و جریمه‌های مربوط به ایجاد آلودگی‌های نفتی پرداخته است.

قانون مناطق دریایی جمهوری اسلامی ایران در خلیج فارس و دریای عمان، در ماده ۶ و در بحث از شرایط عبور بی‌ضرر «ایجاد هر گونه آلودگی محیط زیست دریایی برخلاف مقررات جمهوری اسلامی ایران» را ناقض عبور بی‌ضرر کشتی‌های خارجی می‌داند.

ماده ۱۸ همین قانون در ارتباط با منطقه انحصاری اقتصادی و فلات قاره اظهار داشته است که دولت جمهوری اسلامی ایران جهت حفاظت و حمایت از محیط زیست دریایی و استفاده مطلوب از منابع جاندار و سایر ذخایر منطقه انحصاری اقتصادی و فلات قاره اقدامات لازم رامعمول خواهد داشت. ضمناً شایان ذکر است که جمهوری اسلامی ایران کنوانسیون ۱۹۸۲ حقوق دریا را امضا نموده اما آن را به دلیل برخی اعتراضات به مفاد کنوانسیون به تصویب نرسانده است.

جمهوری اسلامی ایران همچنین «راهبرد و برنامه عمل ملی تنوع زیستی» را به محوریت سازمان حفاظت محیط زیست در حال اجرا دارد.

در سطح منطقه‌ای کشورهای منطقه خلیج فارس و دریای عمان در سال ۱۹۷۸ «کنوانسیون منطقه‌ای کویت برای همکاری درباره حفاظت از محیط زیست دریایی در برابر آلودگی» را به امضا و تصویب رسانده‌اند، که راس این کنوانسیون، «سازمان منطقه‌ای حفاظت از محیط زیست دریایی» (راپمی) به عنوان برنامه دریایی، برنامه محیط زیست ملل متحد^۱ (UNEP) در منطقه خلیج فارس و دریای عمان فعال است.

کشورهای منطقه تاکنون پنج پروتکل را به امضا رسانده‌اند که عبارتند از:

■ پروتکل همکاری منطقه‌ای جهت مبارزه با آلودگی نفتی و دیگر مواد مضر در صورت

بروز وضعیت اضطراری (۱۹۷۸).

¹ United Nations Environment Programme

- پروتکل مربوط به آلودگی دریایی ناشی از اکتشافات فلات قاره (۱۹۸۹).
- پروتکل حفاظت محیط زیست دریایی در مقابل آلودگی‌های ناشی از خشکی (۱۹۹۰)
- پروتکل کنترل نقل و انتقالات فرامرزی دریایی و تخلیه زباله‌های خطرناک و سایر زباله‌ها (۱۹۹۸)

- پروتکل مربوط به حمایت از تنوع زیستی و ایجاد مناطق حفاظت شده (که هنوز نهایی نشده است)

براساس ماده ۴ کنوانسیون کویت در خصوص آلودگی از کشتی‌ها: «دولت‌های متعاهد کلیه اقدامات مناسب را که طبق این کنوانسیون و با رعایت مقررات قابل اجرای قوانین بین‌المللی برای جلوگیری از آلودگی و کاهش آن و مبارزه با آلودگی در منطقه دریایی که از تخلیه عمدی یا تصادفی موادی از کشتی‌ها ناشی می‌شود، معمول خواهند داشت و مراقبت خواهند کرد که مقررات قابل اجرای بین‌المللی مربوط به کنترل این نوع آلودگی منجمله آب توازن رعایت گردد» [چرچیل و آلن، ۱۳۸۴].

ماده ۵ این کنوانسیون به آلودگی ناشی از تخلیه مواد زائد از کشتی و وسایل نقلیه هوایی پرداخته است: «دولت‌های متعاهد کلیه اقدامات مناسب را جهت جلوگیری از آلودگی و کاهش آن و مبارزه با آلودگی در منطقه دریایی که از تخلیه مواد زائد و سایر مواد از کشتی‌ها و وسایل نقلیه هوایی ناشی می‌شود معمول خواهند داشت و مراقبت به عمل خواهند آورد که مقررات قابل اجرای بین‌المللی مربوط به کنترل این نوع آلودگی طبق آنچه در کنوانسیون‌های بین‌المللی مربوطه پیش‌بینی شده است به نحو موثری در منطقه دریایی رعایت گردد».

براساس پروتکل حفاظت از محیط زیست دریایی در مقابل آلودگی ناشی از فعالیت‌های خشکی مصوب ۱۹۹۰، مقررات و تدابیر منطقه‌ای جهت مقابله با آب توازن باید اتخاذ شود.

پروتکل کنترل نقل و انتقالات فرامرزی دریایی و تخلیه زباله‌های مضر و سایر زباله‌ها، مصوب ۱۹۹۸ نیز آب توازن کشتی‌های نفتکش را مشمول اولویت‌های خود قلمداد و بر مدیریت آن و ایجاد امکانات پذیرش آن تاکید نموده است.

طی سال‌های اخیر و پس از کنفرانس بین‌المللی محیط زیست و توسعه در ریودوژانیرو در سال ۱۹۹۲، سازمان جهانی دریانوردی پروژه‌ای را با عنوان «رفع موانع و اجرای کنترل موثر بر آب توازن و اقدامات مدیریتی در کشورهای در حال توسعه» تهیه و با همکاری صندوق عمران ملل متحد^۱ (UNDP) و GEF آغاز نمود.

طی این پروژه ۶ کشور در شش نقطه مختلف و از جمله جمهوری اسلامی ایران در خاورمیانه به عنوان نمونه انتخاب شدند.

جمهوری اسلامی ایران هم اکنون عضو کنوانسیون مارپل و ضمیمه I، II و V آن است. براساس اصلاحیه کنوانسیون مارپل در سال ۱۹۷۸ منطقه خلیج فارس و دریای عمان جز مناطق ویژه دریایی محسوب می‌شود که کلیه مقررات مربوط به مبارزه با آلودگی آیمو در آن می‌بایست اجرا شود. لیکن طی ۳۰ سال گذشته و به دلیل عدم عضویت کشورهای منطقه در مارپل و عدم وجود تجهیزات دریافت مواد زائد و آب توازن کشتی‌ها در برخی از کشورهای منطقه امکان اجرای این مقررات در منطقه امکان‌پذیر نبود. لیکن در پنجاه و ششمین نشست کمیته حفاظت از محیط زیست دریایی آیمو که در ژوئیه ۲۰۰۷ در لندن تشکیل شد، مقرر شد با توجه به فراهم آمدن امکانات زیربنایی در کشورهای منطقه، از اول آگوست ۲۰۰۸ این منطقه براساس ضمیمه I و V کنوانسیون مارپل به عنوان منطقه ویژه دریایی اعلام شود.

بنابراین از این پس تمام کشتی‌های تحت پرچم دولت‌های منطقه و کشتی‌هایی که به منطقه وارد می‌شوند ملزم به رعایت کلیه الزامات کنوانسیون مارپل هستند و باید گواهینامه‌های فنی و

¹ United Nations Development Programme

² Global Environment Facility

گواهینامه‌های مارپل را اخذ نموده باشند و این گواهینامه‌ها توسط بازرسان کشورهای منطقه مورد بازرسی و کنترل قرار خواهد گرفت. همچنین براساس این مقررات هیچ کشتی حق تخلیه مواد زائد و زباله‌های خود را در آب‌های منطقه ندارد.

با توجه به این موضوع به نظر می‌رسد اصلاح هر چه سریع‌تر قانون حفاظت از دریا و رودخانه‌های مرزی از آلودگی مواد نفتی مصوب ۱۳۵۴ با توجه به تحولات ایجاد شده ضروری باشد.

۱-۴- دستورالعمل‌های سازمان دریانوردی جهانی (IMO) در کنترل و

مدیریت آب توازن

ورود گونه‌های مهاجم دریایی از طریق آب توازن کشتی به محیط‌های جدید به عنوان یکی از چهار تهدید اصلی اقیانوس‌های جهان توسط سازمان تسهیلات جهانی محیط زیست (GEF) معرفی شده است. سه تهدید دیگر عبارتند از:

- تأسیسات مستقر در سواحل
- صید بی‌رویه از منابع دریایی
- تغییرات فیزیکی و انقراض گونه‌های دریایی

با شدت گرفتن پیامدهای ناشی از معرفی گونه‌های دریایی به اکوسیستم‌های جدید و در جریان برگزاری کنفرانس بین‌المللی محیط زیست و توسعه (ریو) در همان سال، سازمان بین‌المللی دریانوردی مسئول بررسی و تصویب مقررات لازم در خصوص تخلیه آب به دریا به منظور جلوگیری از انتشار گونه‌های غیر بومی گردید. در سال ۱۹۹۲ کنوانسیون تنوع زیستی (CBD)^۱ با هدف حفظ تنوع زیستی، استفاده پایدار از گونه‌ها و سهم شدن عادلانه و برابر در مزایای حاصل از کاربرد منابع ژنتیکی از دولت‌های عضو می‌خواهد تا به نحو مقتضی از ورود گونه‌های غیر بومی که اکوسیستم‌ها

¹ Convention on Biological Diversity

و زیستگاه های گونه های دیگر را به خطر می اندازند، جلوگیری نموده و آنها را تحت کنترل درآورده و یا نابود سازند.

در پاسخ به انتقال گونه های دریایی در اثر تخلیه آب توازن سازمان بین المللی دریانوردی (IMO) ، که مسئول اتخاذ تدابیر لازم در خصوص قوانین و خطرات مربوط به ایمنی دریانوردی و پیشگیری از آلودگی ناشی از کشتی ها است ، اقداماتی را تاکنون به منظور مقابله و کنترل انتقال گونه های مهاجم دریایی از طریق آب توازن کشتی ها انجام داده است، این اقدامات عبارتند از:

- دستورالعمل مدیریت و کنترل انتقال گونه مهاجم دریایی از طریق تخلیه آب توازن و رسوبات آن، قطعنامه A. 868(20) گزینه ها و روش های مدیریت و کنترل آب توازن که در این دستورالعمل ذکر شده است عبارتند از:

- به حداقل رساندن برداشت ارگانیزم های آبی از طریق اجتناب از بارگیری آب توازن در مناطقی که در آن شیوع جمعیت گونه های مضر آبی اتفاق افتاده است و نیز در آب های کم عمق که در هنگام شب ارگانیزم های مستقر در کف دریا ممکن است در ستون های آلی تا سطح آب نیز بالا بیایند.

- پاکسازی مخازن آب توازن و گل و لای رسوباتی که ممکن است در این مخازن تجمع پیدا کنند در فواصل زمانی منظم

- اجتناب از تخلیه غیرضروری آب توازن

- انجام فرایند مدیریت آب توازن

تشکیل گروه کاری آب توازن در خلال اجلاس کمیته حفاظت از محیط زیست دریایی (MEPC) علاوه بر اتخاذ اقدامات فوق، سازمان بین المللی دریانوردی (IMO) با همکاری سازمان تسهیلات جهانی محیط زیست (GEF) و برنامه توسعه سازمان ملل (UNDP) و اعضای کشورهای عضو و صنایع کشتیرانی به منظور کمک به کشورهای در حال توسعه پروژه ای تحت عنوان

«برطرف کردن موانع اجرای موثر مدیریت و کنترل آب توازن در کشورهای در حال توسعه» یا به عبارت دیگر پروژه جهانی مدیریت آب توازن را به مرحله اجراء درآورده است.

هدف از این برنامه همکاری فنی، کمک به کشورهای در حال توسعه در جهت:

- کاهش انتقال گونه‌های آبی مضر و بیماری‌زا از طریق آب توازن کشتی‌ها
- اجرای دستورالعمل‌های سازمان بین‌المللی دریانوردی
- آمادگی برای اجرای کنوانسیون کنترل و مدیریت آب توازن

پیش از این در سال ۱۹۹۱ سازمان بین‌المللی دریانوردی، کار تدوین و تصویب دستورالعمل‌های داوطلبانه تحت عنوان "دستورالعمل‌های جلوگیری از معرفی گونه‌های ناخواسته دریایی و پاتوژن‌ها از طریق تخلیه آب توازن و رسوبات کشتی‌ها" را به اتمام رسانده بود. بلافاصله پس از صدور اعلامیه کنفرانس ریو در سال ۱۹۹۳ و متعاقباً ۱۹۹۷ ضمن اصلاح دستورالعمل‌های مذکور اقدامات لازم برای تهیه و تصویب سند حقوقی لازم‌الاجرای بین‌المللی در قالب "کنوانسیون بین‌المللی برای کنترل و مدیریت آب توازن و رسوبات کشتی" با سرعت بیشتری دنبال گردید. پس از برگزاری جلسات متعدد و بحث و کارشناسی طولانی سند مذکور در ۱۳ فوریه سال ۲۰۰۴ میلادی پس از برگزاری کنفرانس دیپلماتیک به تصویب دولت‌های عضو سازمان بین‌المللی دریانوردی رسید. هرچند این دستورالعمل‌ها راه حل قطعی برای مشکل بدست نمی‌دهند، اما اگر درست به کار گرفته شوند، می‌توانند به کاهش خطرات ناشی از تخلیه آب توازن کمک شایانی بنمایند. انتخاب روش‌های مناسب برای کاهش خطر به عوامل مختلفی بستگی دارد، از جمله نوع جانداران مورد نظر، میزان خطر احتمالی آنها، قابلیت تطابق آنها با محیط، ارزش اقتصادی و اکولوژیکی آنها و امنیت کشتی‌ها.

هدف این دستورالعمل‌ها، که با راهنمائی‌های فنی و علمی تدوین و گسترش پیدا کرده‌اند، کمک کردن به دولت‌ها، کاپیتان‌ها و عوامل کشتی‌ها، مقامات بنادر و کلیه علاقمندان به موضوع در

جهت کاهش خطر ناشی از معرفی گونه‌های آبی خطرناک و پاتوژن‌ها از آب توازن و رسوبات کشتی‌ها به محیط جدید می‌باشد.

۱-۵- اجلاس IMO در سال ۲۰۰۸ میلادی

در پنجاه و هفتمین اجلاس کمیته اصلی حفاظت محیط زیست دریایی – MEPC 57 که در آوریل ۲۰۰۸ میلادی برگزار شد جمعاً بیست و یک مورد دستور کار مورد بررسی قرار گرفت که در زیر به آنها اشاره می‌شود.

– پذیرش دستور کار، موجودات آبی خطرناک در آب‌های توازن کشتی‌ها، بازیافت کشتی‌ها، جلوگیری از آلودگی جوی ناشی از کشتی‌ها، تعبیر و تفاسیر و اصلاحات نسبت به کنوانسیون مارپل و اسناد مربوطه، اعمال و اجرای کنوانسیون^۱ OPRC و پروتکل^۲ OPRC-HNS و قطعنامه‌های مربوطه، شناسایی و حفظ مناطق ویژه و مناطق دریایی بسیار خاص و حساس، عدم کفایت تسهیلات دریافت زباله‌ها، گزارش کمیته‌های فرعی، عملکرد سایر مراجع آیمو، وضعیت کنوانسیون‌ها، سیستم‌های ضرر رساننده ضد خزه و رسوب برای کشتی‌ها، ایجاد انگیزه و ترغیب برای اجراء و اعمال کنوانسیون مارپل و اسناد مربوطه، تعقیب برنامه‌های کنفرانس سازمان ملل راجع به محیط زیست و توسعه^۳ (UNCED) و مجمع جهانی توسعه پایدار^۴ (WSSD)، برنامه همکاری فنی در زمینه محیط زیست دریایی، نقش عامل انسانی (در این خصوص سندی ارایه نشد)، برنامه کاری آتی کمیته^۵ MEPC و کمیته‌های

1 The Protocol on Preparedness, Response and Co-operation

2 Hazardous and Noxious Substances

3 United Nations Conference on Environment and Development

4 World Summit on Sustainable Development

5 Marine Environment Protection Committee

فرعی آن، اعمال دستورالعمل‌های کمیته، موضوعات متفرقه دیگر و نهایتاً ملاحظه گزارش کار کمیته.

به دلیل اهمیت موضوعات مطرح شده در خصوص آب توازن کشتی در ادامه در خصوص نتایج مرتبط به این موضوع در اجلاس فوق توضیحاتی ارائه شده است:

برای این موضوع نیز هجده سند ارایه شد که بسیاری از آنها مربوط به اخذ تاییدیه نهایی و یا اولیه سیستم‌های مدیریت آب توازن^۱ بود. در قالب دستور کار فوق کمیته ابتدا اقدام به استماع گزارش نشست‌های چهارم و پنجم گروه کاری فنی - کارشناسی آب توازن معروف به "GESAMP-BWWG" نمود و بر اساس توصیه‌های این گروه کاری به شرح ذیل تصمیم‌گیری کرد:

- درخواست کشورهای کره جنوبی و آلمان برای صدور تأییدیه نهایی سیستم مدیریت آب توازن در ارتباط با استفاده از "مواد فعال"^۲ را مردود دانست و مقرر داشت، این درخواست‌ها پس از تکمیل اسناد و مدارک و اقدامات مورد نیاز مجدداً مورد بررسی گروه کاری مزبور در اجلاس آتی قرار گیرد.

- درخواست کشور کره جنوبی برای صدور تأییدیه اولیه سیستم مدیریت آب توازن در ارتباط با استفاده از مواد فعال (Gli En-Patrol Tm)، کشور ژاپن در ارتباط با "Hitachi B.W.Purification System" و کشور نروژ در ارتباط با مواد فعال (Clear Ballast) را مورد تایید قرار داد.

- درخواست کشور آلمان برای صدور تأییدیه نهایی سیستم مدیریت آب توازن با استفاده از مواد فعال را مورد تایید قرار داد.

1 Basic/Final Approval of the Ballast Water Management System

2 Active Substances

- درخواست کشورهای ژاپن و هلند برای صدور تاییدیه اولیه را موکول به بررسی نهایی آنها توسط گروه کاری^۱ GESAMEP در اجلاس ششم و ارایه گزارش به اجلاس بعدی کمیته نمود.

پس از اخذ تصمیمات فوق کمیته اقدام به تشکیل گروه کاری تجدیدنظر^۲ نمود و پس از دریافت گزارش گروه کاری، پیشنهادهای مطرح شده در گزارش را مورد توجه و بررسی قرار داد و کلیه آنها را به تصویب رساند.

از میان تصمیمات متخذه توسط کمیته موردی که از اهمیت بیشتری نسبت به بقیه برخوردار می باشد، این است که کمیته قطعنامه شماره^۳ MEPC.126(53) در خصوص رویه های کاری مربوط به تایید سیستم ها مدیریت آب توازن را که در آنها از مواد اکتیو^۳ استفاده می شود، مورد بازنگری قرار داد و قطعنامه مربوطه را به تصویب رساند. این قطعنامه جایگزین قطعنامه موجود فوق اشاره خواهد شد. خاطر نشان می سازد، موضوعات مطروحه تحت دستور کار فوق بسیار فنی و پیچیده و عمدتاً راجع به تکنولوژی سیستم های مدیریت آب توازن بود که در اختیار کشورهای پیشرفته ای همچون آلمان، آمریکا، ژاپن، انگلیس، هلند و کره جنوبی قرار دارد و کشور ایران فاقد هر گونه تکنولوژی در این زمینه می باشد. یکی از دلایل کندی به عضویت درآمدن کشورها نیز فقدان تکنولوژی لازم برای مدیریت آب توازن اعلام شده است.

۱-۶- گزارش پنل مشورتی کالیفرنیا در خصوص استانداردهای آب توازن

• استاندارد تخلیه آب توازن

در پنل مشورتی کالیفرنیا پیشنهاد گردید ، موارد مطرح شده در جدول (۱-۱) که در خصوص استانداردهای تخلیه است، به منظور کاهش خطر معرفی گونه های جدیدغیربومی در سطح قابل

^۱ Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection

^۲ Revision Group

^۳ Active Substances

قبول، پذیرفته شود. استاندارد موقت تعریف شده در جدول (۱-۱) باید با توجه به برنامه های جدول

(۲-۱)، که برنامه آن مشابه کنوانسیون IMO است، رعایت گردد [CWQP,2005].

جدول (۱-۱) : استانداردهای پیشنهاد شده برای تخلیه آب توازن [CWQP,2005]

نوع استاندارد	نوع ارگانیسم و یا اندازه رده	استاندارد تخلیه
استانداردهای موقت	<u>محدودیت های حفاظتی زیست محیطی</u>	
	ارگانیسم های بزرگتر از ۵۰ میکرون با حداقل اندازه:	ارگانیسم های زنده غیر قابل شناسایی
	ارگانیسم های بین ۱۰-۵۰ میکرون با حداقل اندازه:	کمتر از ۱۰۲ ارگانیسم زنده در هر میلی لیتر
	ارگانیسم های کوچکتر از ۱۰ میکرون با حداقل اندازه:	کمتر از ۱۰۳ واحدهای تشکیل دهنده کلنی باکتری در هر ۱۰۰ میلی لیتر
		کمتر از ۱۰۴ ویروس در هر ۱۰۰ میلی لیتر
	<u>محدودیت های حفاظت از سلامت عمومی</u>	
	اشرشیا کلی:	کمتر از ۱۲۶ واحد تشکیل دهنده کلنی در هر ۱۰۰ میلی لیتر
	انتروکوک روده:	کمتر از ۳۳ واحد تشکیل دهنده کلنی در هر ۱۰۰ میلی لیتر
	تولید کننده محصولات سمی و بیروکلرا (سروتیپ O1 و O139)	کمتر از ۱ واحد تشکیل دهنده کلنی در هر ۱۰۰ میلی لیتر کمتر از ۱ واحد تشکیل دهنده کلنی در هر گرم از نمونه های مرطوب جانورشناسی
	تمام اندازه رده ها	هیچ ارگانیسم زنده قابل تشخیص یا میکروارگانیسم های قابل کشت وجود ندارد
استانداردهای طولانی مدت		

جدول (۲-۱): برنامه زمانبندی پیشنهادی برای پیاده سازی استاندارد های موقت [CWQP,2005]

ظرفیت آب توازن کشتی	برای کشتی هایی در این کلاس که در این سال یا بعد از آن ساخته شده اند	برای کشتی های دیگر در این کلاس، که ساخته خواهند شد در سال
> ۱۵۰۰ تن متریک:	۲۰۰۹	۲۰۱۶
۱۵۰۰-۵۰۰۰ تن متریک:	۲۰۰۹	۲۰۱۴
< ۵۰۰۰ تن متریک:	۲۰۱۲	۲۰۱۶

• اصول و پایه استانداردهای پیشنهادی

بعد از بحث و بررسی های بسیار، پنل موافقت کرد تا استانداردهایی بر مبنای اندازه رده ارگانیکسم، در استاندارد تخلیه آب توازن کشتی ها و در برنامه پیاده سازی کنوانسیون IMO و پیش نویس دو لایحه (S. 363 و S. 1224) که در حال بررسی در مجلس سنای ایالات متحده است ، ارائه شود. این برنامه چارچوب زمانی قابل اعمالی بر اساس سال ساخت کشتی ها و نیز معیاری جهت سنجش انسجام تلاش های ملی و بین المللی را برای تنظیم استانداردهای تخلیه آب توازن فراهم می کند.

در این چارچوب، پانل طیف وسیعی از استانداردهای غلظت را در نظر گرفته است که شامل استانداردهای پیشنهادی IMO، استانداردهای لوایح در حال بررسی مجلس سنا، استانداردهای ارائه شده در کنفرانس IMO توسط نمایندگان ایالات متحده، استاندارد بر اساس کاهش نرخ تهاجم به علت تخلیه آب توازن در حدی نزدیک به نرخ طبیعی تهاجم و فرم های مختلف از استانداردهای zero discharge می باشد. جدول (۱-۳) میزان غلظت ارگانیکسم در هنگام تخلیه آب توازن تصفیه نشده را با محدوده ای از استانداردهای غلظت برای تخلیه آب توازن مقایسه می کند.

جدول (۱-۳): مقایسه بر اساس غلظت ارگانیکسم در آب توازن و استانداردهای پتانسیل تخلیه [CWQP,2005]

استاندارد تخلیه Zero	استاندارد مبتنی بر نرخ طبیعی تهاجم	موضع کنفرانس IMO ایالات متحده در	استاندارد لوایح مجلس سنا	استاندارد کنوانسیون IMO	غلظت آب توازن تصفیه و آزمایش نشده	واحدها	اندازه رده ارگانیکسم*
0	10^{-3} - 10^{-2}	10^{-2}	10^{-1}	10	10^2 - 10^3	m ³	>۵۰ میکرومتر
0	10^{-4} - 10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10	10 - 10^2	mL	۵۰-۱۰ میکرومتر
0	10^3 - 10^4	—	—	—	10^8 - 10^9	mL ۱۰۰	>۱۰ میکرومتر

* اندازه رده های ارگانیکسم ها اشاره به حداقل اندازه ارگانیکسم ها دارد.

جدول (۴-۱) داده های آماری IMO در غلظت ارگانسیم آب توازن کشتی را نشان می دهد. این داده ها بر پایه شدت در ستون ۳ از جدول (۳-۱) هستند، و بر گرفته از مطالعات بر روی آب توازن با منشاء ساحلی با دامنه وسیعی از دوره ها که تصفیه یا آزمایش نشده اند، می باشند. کمیته حفاظت از محیط زیست دریایی (MEPC) در سال ۲۰۰۳، پیشنهاد کرد که مقادیر میانه برای در نظر گرفتن استاندارد آب توازن، مفید و کاربردی هستند (میانه به این معنا است که نیمی از مخازن غلظت های بالاتری از مقدار میانه داشته باشد و نیم دیگر کمتر از آن باشد). در جدول (۵-۱) مقادیر کنوانسیون آیمو با استاندارد های مجلس سنا مقایسه شده است.

جدول (۴-۱) : غلظت ارگانسیم در آب توازن تصفیه و آزمایش نشده [CWQP,2005]

نوع ارگانسیم	تعداد کشتی های نمونه برداری شده	غلظت میانه	غلظت میانگین
زئوپلانکتون	۴۲۹	۰/۴ لیتر	۴/۶۴ لیتر
فیتوپلانکتون	۲۷۳	۱۳۳۰۰ لیتر	۲۹۹۲۰۲ لیتر
باکتری	۱۱	-	$۸/۳ \times ۱۰^۸$ لیتر
ذرات ویروس مانند	۷	-	$۷/۴ \times ۱۰^۹$ لیتر

جدول (۵-۱) : کنوانسیون IMO و لایحه استاندارد مجلس سنا برای حدود مجاز غلظت در

تخلیه توازن [CWQP,2005]

نوع یا رده ارگانسیم	کنوانسیون IMO	S. 1224 و S. 363
ارگانسیم های زنده > ۵۰ میکرون با حداقل اندازه	$10/m^3$	$0.1/m^3$
ارگانسیم های زنده $۵۰-۱۰$ میکرون با حداقل اندازه	$10/mL$	$0.1/mL$
واحدهای تشکیل دهنده کلنی اشرشیا کلی	$250/100 mL$	$126/100 mL$
واحدهای تشکیل دهنده کلنی انتروکوک روده	$100/100 mL$	$33/100 mL$
واحدهای تشکیل دهنده کلنی زهرزا ویبریوکلا (سروتیپ O1 & O139)	$1/100 mL$	$1/100 mL$
واحدهای تشکیل دهنده کلنی زهرزا ویبریوکلا (سروتیپ O1 & O139)	۱ گرم از نمونه های مرطوب جانورشناسی	۱ گرم از نمونه های مرطوب جانورشناسی

- استانداردهای پیشنهادی برای ارگانیسم های کوچکتر از ۵۰ میکرون (>50) با

حداقل اندازه

سیستم های تصفیه با استفاده از فیلترهای کوچکتر از ۵۰ میکرون می توانند همه یا تقریباً تمام ارگانیسم ها با حداقل اندازه و بزرگتر از ۵۰ میکرون را حذف کنند. با بررسی های صورت گرفته فیلترهایی با این اندازه در تصفیه آب توازن، عملکردی کاملاً مطمئن داشته اند و انتظار می رود جزئی از سیستم های مختلف تصفیه آب توازن باشند که برای استفاده روی عرشه کشتی برنامه ریزی می شوند. البته در برخی از مطالعات انجام شده در خصوص آب توازن، سیستم های پیشنهادی برای تصفیه ۱۰ الی ۲۵ میکرون می باشد، اما سازگاری این فیلترها با عملکرد مورد نیاز کشتی ها به صورت واضح روشن نشده است. پیل به این نتیجه رسید که استاندارد خروجی غیر قابل تشخیص ارگانیسم های زیر ۵۰ میکرون با حداقل اندازه قابل اجرا است و به همین دلیل پیشنهاد شد که این استاندارد به عنوان استandar دی موقت برای پیاده سازی در بین سال های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۶ به تصویب برسد.

- استانداردهای پیشنهادی برای ارگانیسم های بین ۵۰-۱۰ میکرون با حداقل

اندازه

بر اساس اطلاعات ذکر شده در بخش قبلی، پیل مطمئن نبود که استاندارد خروجی غیر قابل تشخیص ارگانیسم ها ۱۰-۵۰ میکرون با حداقل اندازه در کوتاه مدت عملی باشد. در عوض، پیل مشخص کرد که میزان استاندارد عملی کوتاه مدت می تواند کمتر از محدوده برآوردهای استاندارد نرخ طبیعی تهاجم باشد.

بنابراین پیشنهاد کرد که استانداردهای موقت برای این میکروارگانیسم با اندازه رده ۰/۰۱ ارگانیسم زنده در هر میلی لیتر از تخلیه آب بین سال های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۶ اجرا شود و در سال ۲۰۱۶،

زمانی که استانداردهای طولانی مدت ، می توانند به اجرا درآیند، مجدداً ارزیابی شود. پنل خاطرنشان کرد که استاندارد موقت پیشنهادی برای این اندازه رده ارگانسیم ، همانند استانداردهای ارائه شده در کنفرانس IMO است.

• استانداردهای پیشنهادی برای ارگانسیم های <10 با حداقل اندازه

در حال حاضر فیلترهایی با قطر 0.2 میکرون در سیستم های تصفیه آب استفاده می شود، اما این فیلترها برای از بین بردن میکروارگانسیم های <10 میکرون با حداقل اندازه آب توازن آزمایش نشده اند و بعید است که استفاده از آنها در کوتاه مدت برای تصفیه گسترده آب توازن عملی باشد. در عوض، پنل مشخص کرد که استاندارد کوتاه مدت برای این اندازه رده عملی است و می توان بر اساس کاهش 10^5 برابری غلظت ارگانسیم ها نسبت به میانگین غلظت در آب توازن تصفیه و آزمایش نشده، مطابق با میانگین استاندارد نرخ طبیعی تهاجم ، عمل کرد. بنابراین پنل پیشنهاد کرد که استانداردهای موقت برای میزان کمتر از 10^3 باکتری ها و کمتر از 10^4 ویروس ها در هر 100 میلی لیتر از تخلیه آب توازن کشتی ها در بین سال های 2009 و 2016 اجرا شود و در سال 2016 ، مجدداً، ارزیابی شود [CWQP,2005].

۱-۷- کنوانسیون بین المللی کنترل سامانه های مضر گندزدایی در

کشتی ها مصوب 2001 (NIF) یا کنوانسیون گندزدایی)

کنوانسیون گندزدایی آیمو که در سال 2001 ، در پی ممانعت از ورود مواد شیمیایی سمی به سامانه های دریایی و نهایتاً زنجیره غذایی انسانی ، به تصویب آیمو رسیده است. رنگ موجود در بدنه کشتی ها از جمله عواملی هستند که جانداران دریایی می توانند با اتصال به آن به نقاط دیگر انتقال پیدا کنند. این کنوانسیون به منظور مقابله با رنگ های حاوی مواد سمی جهت جلوگیری از اتصال و

رشد و نمو جانداران آبی روی بدنه و زیر کشتی‌ها تصویب و از ۱۷ سپتامبر ۲۰۰۸ به مرحله اجرا رسید. بنابراین جایگزین کردن ترکیبات رنگی که از طرفی برای محیط زیست مضر نباشند و از طرف دیگر مانع رشدونمو جانداران آبی روی بدنه کشتی‌ها و در نتیجه انتقال آنها به نقاط دیگر شوند، ضروری به نظر می‌رسید [IMO,2001].

۱-۸- کنوانسیون بین‌المللی ممانعت از آلودگی ناشی از کشتی‌ها، مصوب

۱۹۷۳ اصلاحیه ۱۹۷۸ (مارپل)

کنوانسیون مارپل اساساً به منظور ممانعت از ایجاد آلودگی ناشی از فعالیت‌های کشتی‌ها تدوین و تصویب شده است.

آلودگی‌های موضوع کنوانسیون مارپل عبارتند از:

آلودگی‌های نفتی، مایعات خطرناک بصورت فله، مواد خطرناک، فاضلاب کشتی‌ها، زباله و مواد انتشار یافته در هوا. اشاره به مواد خطرناک می‌تواند مبنای خوبی برای مقابله با آب توازن باشد.

ماده ۲ کنوانسیون مارپل «مواد خطرناک» را اینگونه تعریف می‌کند:

«مواد خطرناک هر گونه موادی هستند که اگر وارد دریا شوند قادر به وارد ساختن آسیب به

سلامت انسانی و خسارت به منابع زیستی حیات دریایی می‌باشند».

براساس این کنوانسیون «تخلیه» نیز به معنای هر گونه «تخلیه توسط کشتی بصورت ریختن،

نشت، پمپاژ یا خالی کردن می‌باشد» [IMO, 1973/78].

۱-۸-۱- کاربرد کنوانسیون

(۱) در خصوص کشتی‌هایی که حق برافراشتن پرچم یک دولت عضو را داشته باشند.

۲) در خصوص کشتی هایی که حق برافراشتن پرچم یک دولت عضو را ندارند ولی تحت نظر آنها بهره برداری می گردند.

هرگونه تخلف از الزامات کنوانسیون ممنوع می باشد و مجازات ها باید تحت قوانین دستگاه اجرایی کشتی متخلف صورت پذیرد. همچنین هرگونه تخلف در منطقه تحت حاکمیت هر دولت عضو ممنوع بوده و مجازات ها باید تحت مقررات همان دولت عضو صورت پذیرد.

چنانچه تخلیه و یا آلودگی رخ دهد، هر دولت عضو باید مدارک و مستنداتی که نشان دهنده تخلیه مواد مضر یا جریانی از مواد که حاوی چنین مواد مضرى باشد که باعث تخلف از مفاد کنوانسیون گردد را جهت مرجع دریایی دولت صاحب پرچم کشتی تهیه و ارائه نماید و هنگامیکه یک دولت عضو گزارشی مبنی بر سانحه آلودگی دریافت نمود باید بلافاصله مرجع دریایی کشتی آلوده کننده را از وقوع سانحه آلودگی مطلع نماید. در صورتی که یک سانحه در بردارنده اثرات مضر مهمی برای محیط زیست باشد، دولت های عضو باید به سانحه رسیدگی و متخلفین به دادگاه معرفی شده و مجازات ها باید به اندازه کافی محکم باشند تا از وقوع مجدد تخلف جلوگیری نمایند.

۱-۸-۲- ضمائى مارپل

۱. مقررات برای جلوگیری از آلودگی ناشی از نفت
۲. مقررات برای کنترل آلودگی توسط مواد مایع سمی بصورت فله
۳. مقررات برای جلوگیری از آلودگی توسط مواد مضر بسته بندی شده
۴. مقررات برای جلوگیری از آلودگی توسط فاضلاب کشتی ها
۵. مقررات برای جلوگیری از آلودگی توسط زباله کشتی ها
۶. مقررات برای جلوگیری از آلودگی هوای ناشی از کشتی

دولت جمهوری اسلامی ایران به سه ضمیمه ۱، ۲ و ۵ آن در سال ۱۳۸۱ و ضمائم ۳، ۴ و ۶ در سال ۱۳۸۸ ملحق گردیده و بر اساس ضمائم کنوانسیون مارپل، بنادر باید به تسهیلاتی در جهت دریافت مواد زائد از کشتی ها مجهز شوند و مواد زائد مربوط به مواد نفتی و ضایعات نفتی، روغن سوخته و اسلج، آب خن و زباله را از شناورها دریافت کنند.

۱-۸-۲-۱- ضمیمه ۱: مقررات برای جلوگیری از آلودگی ناشی از نفت

این ضمیمه در مورد همه تانکرهای با ظرفیت ناخالص ۱۵۰ تن و بالاتر و سایر کشتی ها با ظرفیت ناخالص ۴۰۰ تن و بیشتر اعمال می گردد. تخلیه مواد حاوی نفت به دریا در مناطق ویژه دریایی در هر شرایطی ممنوع و در سایر مناطق از محدودیت هایی برخوردار می باشد. کلیه نفتکش های با ظرفیت ناخالص ۱۵۰ تن و بیشتر و سایر کشتی های غیرنفتکش با ظرفیت ۴۰۰ تن و بیشتر باید "طرح اضطراری آلودگی نفتی بر روی کشتی"^۱ داشته باشند.

۱-۸-۲-۲- ضمیمه ۲: مقررات برای کنترل آلودگی توسط مواد مایع سمی

بصورت فله

این ضمیمه برای کلیه کشتی هایی که مایعات مضر بصورت فله را حمل می کنند اعمال می گردد. بر اساس این ضمیمه موادی که ممکن است باعث صدمه به محیط زیست دریایی گردند، تخلیه آنها به دریا ممنوع و باقیمانده این مواد باید به بندر تحویل داده شود.

¹ SOPEP

۱-۸-۲-۳ - ضمیمه ۳: مقررات برای جلوگیری از آلودگی توسط مواد مضر

بسته بندی شده

این ضمیمه برای کشتی هایی که حامل مواد مضر به شکل بسته بندی می باشند اعمال می گردد و مواد مضر به آن دسته اطلاق می گردد که بر اساس مقررات حمل کالاهای خطرناک از طریق دریا (IMDG code) خطرناک شناخته شده باشند. بر اساس این ضمیمه حمل و نقل مواد مضر ممنوع می باشد مگر اینکه بر اساس شرایط معین شده مانند موارد بسته بندی، علامت گذاری، چسب زنی، وجود اسناد و مدارک کافی، چیدمان کالا و محدودیت های ویژه در ارتباط با ایمنی کشتی و حفاظت از جان افراد در دریا باشد.

۱-۸-۲-۴ - ضمیمه ۴: مقررات برای جلوگیری از آلودگی توسط فاضلاب

کشتی ها

این ضمیمه در مورد کلیه کشتی ها با ظرفیت خالص ۴۰۰ تن و بیشتر و قابلیت حمل بیش از ۱۵ نفر سرنشین اعمال می گردد. بر اساس این ضمیمه کشتی ها باید دارای سیستم تصفیه فاضلاب و یا سیستم آسیاب و ضدعفونی یا مخازن نگهداری فاضلاب باشند.

۱-۸-۲-۵ - ضمیمه ۵: مقررات برای جلوگیری از آلودگی ناشی از زباله کشتی ها

این ضمیمه در مورد کلیه کشتی ها، شناورها، سکوها، حفاری ثابت و یا شناور اعمال شده و تخلیه زباله به دریا ممنوع می باشد. زباله به معنی، ضایعات شناور شامل، پارچه و مواد بسته بندی، کاغذ، شیشه، فلزات و بطری، انواع مواد غذایی و پسماندهای خانگی و عملیاتی کشتی که در اثر

فعالیت های معمول کشتی تولید می گردند و می بایست دفع شوند، به استثنا ماهی تازه می باشد.

تخلیه مواد ذیل در هر شرایطی به دریا ممنوع می باشد:

- کلیه مواد پلاستیکی

- مواد کاغذی ، پارچه ، بطری ، زائدات کالای کشتی ، مواد شیشه ای

تخلیه مواد غذایی در ۱۲ مایلی نزدیکترین ساحل مجاز است. زباله های آسیاب شده را چنانچه از ۲۵ میلی متر بزرگتر نباشند، در ۱۲ مایلی نزدیکترین ساحل و تخته های زیر کالاهای را با فاصله ۲۵ مایلی از نزدیکترین ساحل می توان تخلیه نمود. تخلیه هر نوع زباله به غیر از ضایعات غذایی در مناطق ویژه ممنوع می باشد. تسهیلات دریافت زباله توسط بنادر باید ارائه گردد و هر کشتی و یا شناور موظف به داشتن طرح مدیریت زباله و دفتر ثبت زباله می باشد.

۱-۸-۲-۶- ضمیمه ۶: مقررات برای جلوگیری از آلودگی هوا ناشی از کشتی

ضمیمه ششم شامل الزامات کنترلی در خصوص مواد کاهنده لایه ازن (ازن شامل هالون ها و CFC)، اکسیدهای نیتروژن، اکسیدهای گوگرد، ترکیبات معدنی فرار ناشی از بارگیری مواد نفتی، گازهای ناشی از سوزاندن مواد در کوره کشتی، تسهیلات دریافت مواد زائد در بنادر و کیفیت سوخت مصرفی کشتی ها می باشد و هر گونه انتشار عمدی این مواد ممنوع می باشد. خلاصه ضمیمه کنوانسیون مارپل در جداول (۱-۶) الی (۱-۱۰) آمده است [amsa.gov.au,2012].

جدول (۱-۶): ضمیمه ۱ مارپل [amsa.gov.au,2012]

شرایط تخلیه	زیر گروه	نوع کشتی/منطقه
- فاصله بیش از ۵۰ مایل دریایی از نزدیکترین منطقه خشکی - میزان تخلیه کمتر از ۳۰ لیتر در هر مایل دریایی	پسماندهای نفتی حاصل از تانکرهای بارکشی	تانکرهای نفت تمامی آب ها
- تخلیه نفت کمتر از ۱۵ ppm باشد - تخلیه نفت باید تحت نظارت و کنترل باشد و تجهیزات فیلتر کننده نفت در این رابطه بکار گرفته شود. - نکته: غیر از مناطقی که محدودیت وجود دارد در هر جایی از دریا کشتی ها می توانند ۱۵ ppm تخلیه کنند. کشتی در هنگام تخلیه نباید ثابت باشد.	دستگاه آب خن	تمامی کشتی ها (با ظرفیت ناخالص ۴۰۰ تن یا کمتر) در تمامی آب ها
- میزان تخلیه نفت کمتر از ۱۵ ppm باشد. - غیر از مناطقی که محدودیت وجود دارد در هر جایی از دریا کشتی ها می توانند ۱۵ ppm تخلیه کنند. کشتی در هنگام تخلیه نباید ثابت باشد.	سوخت رسانی از طریق کشتی به کشتی	تمامی کشتی ها (با ظرفیت ناخالص بیشتر از ۴۰۰ تن) در تمامی آب ها

جدول (۱-۷): ضمیمه ۲ و ۳ مارپل [amsa.gov.au,2012]

شرایط تخلیه	زیر گروه	نوع کشتی/منطقه
- قبل از ترک بندر تانک ها شسته شود. تخلیه پسماند ها به ساحل زمانی که غلظت ماده در پساب ۰/۱ درصد وزن و یا کمتر، باشد انجام می گیرد که با استفاده از تجزیه و تحلیل نمونه های فاضلاب گرفته شده توسط یک نقشه بردار دریایی AMSA بدست می آید. - هنگامی که غلظت مورد نیاز به دست آمد، باقیمانده پساب درون مخزن شستشو داده می شود تا وقتی که مخزن خالی شود. - کشتی با سرعت ۷ گره در حال حرکت باشد. - تخلیه در فاصله ۱۲ مایلی از ساحل و در عمق ۲۵ متری در زیر آب صورت گیرد.	Category X	مواد شیمیایی و فراورده های حاصل از تانکرهای نفت کش
- کشتی با سرعت ۷ گره در حال حرکت باشد. - تخلیه در فاصله ۱۲ مایلی از ساحل و در عمق ۲۵ متری در زیر آب صورت گیرد.	گروه Y با ویسکوزیته بالا یا به صورت جامد	
- کشتی با سرعت ۷ گره در حال حرکت باشد. - غلظت ماده در کشتی کمتر از ۱ ppm باشد. - مقدار شستشوی نباید بیشتر از ۱ یا ۱/۳ متر مکعب ظرفیت مخزن باشد. اگر بیشتر بود تخلیه در فاصله ۱۲ مایلی از ساحل و در عمق ۲۵ متری در زیر آب صورت گیرد.	Category Y Category Z	
ممنوع	مواد مضر بسته بندی شده (ضمیمه ۳ مارپل)	کشتی های حمل مواد مضر بسته بندی شده

جدول (۸-۱) : ضمیمه ۴ مارپیل [amsa.gov.au,2012]

نوع کشتی/منطقه	زیر گروه	شرایط تخلیه
کشتی هایی که در سفرهای بین المللی اند	فاضلابی که با استفاده از یک سیستم مورد تأیید، خرد شده و ضد عفونی شده است	• در فاصله ۱۲ nm نزدیک خشکی
کشتی هایی که در سفرهای بین المللی اند	فاضلاب های انبار شده در مخازن نگهداری (فاضلاب تصفیه نشده و تصفیه شده)	• در فاصله ۱۲ nm نزدیک خشکی، میزان تخلیه در حد متوسط* کشتی در مسیر با حداقل سرعت ۴ گره حرکت کند. * میزان تخلیه باید توسط دولت منطقه تأیید شده باشد.
کشتی هایی که در سفرهای بین المللی اند	• تخلیه پساب فاضلابی تصفیه شده از طریق دستگاه تصفیه فاضلاب (STP) مورد تأیید IMO بعلاوه سیستم STP شامل، ورودی آب (Gray water) و ورودی مواد غذایی است.	• در پساب نباید مواد جامد شناور قابل مشاهده وجود داشته باشد و نیز نباید باعث تغییر رنگ آب اطراف شود. • هنگامی که در محدوده بندر قرار دارد، بازرسی در بندر لازم است. • باید از همه کشتی ها اطمینان حاصل شود که دستگاه STP آن ها عملکرد مطلوب داشته است. • تخلیه مواد غذایی یا زباله های بیولوژیکی که تصفیه شده است در فاصله ۱۲ مایلی از خشکی ممنوع است.
کشتی های داخلی (تمام اندازه ها)		• مطابق با ضمیمه مربوطه عمل شود • قوانین محلی ممکن است تخلیه در بندر را ممنوع اعلام کنند.

جدول (۹-۱) : ضمیمه ۵ مارپل [amsa.gov.au,2012]

شرایط تخلیه	زیر گروه	نوع کشتی/منطقه
با استفاده از دقیق ترین تجهیزات لازم	زباله مخلوط با نخاله های دیگر (به عنوان مثال زباله مواد غذایی به همراه پلاستیک)	تمامی کشتی ها در تمامی آب ها
ممنوع	پلاستیک ها شامل طناب های مصنوعی، تورهای ماهیگیری مصنوعی، کیسه های زباله پلاستیکی و خاکستر باقی مانده از محصولات پلاستیکی از دستگاه زباله سوز، فیلتر سیگار پشم شیشه / ساختارهای چند لایه (ورقه ای) لوله کشی، عایق، رنگ فرش و رنگ روغن، ترکیبات الکتریکی، تور های ماهیگیری شناور، تسمه طناب	تمامی کشتی ها در تمامی آب ها
ممنوع	همه انواع زباله ها (از جمله زباله های مواد غذایی)	همه کشتی ها در نزدیکی خشکی (قانون مارپل)
ممنوع	همه نوع زباله (به جز زباله های مواد غذایی)	تمامی کشتی هایی که در کنار و یا در ۵۰۰ متری از بندر اند و یا شناورهایی که در فاصله بیش از ۱۲nm از نزدیکترین خشکی واقع شده است.
در فاصله ۲۵ nm از نزدیکترین خشکی	پوشال، پوشش و مواد بسته بندی که شناور خواهد ماند (برای مثال: پالت چوبی، مقوا، تخته سه لا)	تمامی کشتی ها در تمامی آب ها
در فاصله ۱۲ nm از نزدیکترین خشکی	مواد زائد غذایی و زباله های دیگر این شامل زباله های خانگی، باقی مانده های باری، باقیمانده زباله از دستگاه زباله سوز (به جز محصولات پلاستیکی)، رسوبات ماشین آلات و غیره می باشد.	تمامی کشتی ها در تمامی آب ها
در فاصله ۳ nm از نزدیکترین خشکی	زباله هایی که روی زمین ریخته یا ذرات خرد شده کوچکتر از ۲۵mm	تمامی کشتی ها در تمامی آب ها
اجازه تخلیه در دریا را دارند. هنگامی که در بندر است، باید بررسی گردد و نیاز به مجوز دارد.	فاضلاب (Gray water) دوش حمام، لباسشویی، اب ظرف شویی) و آب استخر شنا / استخر آبگرم	تمامی کشتی ها
مطابق با تمام دستورات ضمیمه عمل شود اگر کشتی در فاصله ۱۲nm از نزدیکترین خشکی لنگر انداخته یا ثابت است، توصیه می شود که تنها زباله های مواد غذایی و زباله های دیگر که نگهداری شدند تخلیه شوند.	زباله های مواد غذایی و زباله های دیگر	کشتی هایی که در لنگرگاه یا در اسکله ثابت اند. در تمامی آب ها

ادامه جدول (۱-۹): ضمیمه ۵ مارپل [amsa.gov.au,2012]

نوع کشتی/منطقه	زیر گروه	شرایط تخلیه
تمام کشتی ها	تمامی پلاستیک ها تمامی زباله های دیگر (به جز زباله های مواد غذایی) زباله های مواد غذایی	ممنوع ممنوع • در فاصله ۱۲ nm نزدیک خشکی
همه کشتی ها در سفرهای بین المللی	کلیه پسماندهای مواد غذایی و آن هایی که از سیستم فیلتراسیون تخلیه شدند.	• در فاصله ۱۲ nm نزدیک خشکی
همه کشتی ها در سفرهای بین المللی	زباله های بازیافتی (به عنوان مثال قوطی های آلومینیومی، شیشه)	• چنانچه کشتی زباله های بازیافت شده از طریق سیستم تبخیری ضد عفونی کند تخلیه بار می تواند در تأسیسات بندر انجام شود.
همه کشتی ها در سفرهای بین المللی	باقیمانده زباله از نوع زباله سوز تایید شده IMO قطعنامه 76(40) MEPC باقیمانده زباله از زباله سوز (تایید نشده)	• در بندر پذیرفته می شود.

جدول (۱-۱۰): ضمیمه ۶ مارپل [amsa.gov.au,2012]

نوع کشتی/منطقه	زیر گروه	شرایط تخلیه
همه کشتی ها	تخلیه مواد ازن	ممنوع
	اکسیدهای نیتروژنی	استفاده از موتورهای دیزل کمتر از ۱۳۰ kw ممنوع است مگر اینکه موتور مجوز استانداردهای تخلیه را داشته باشد. موتورهای جدید: • درجه I - ۱۷ گرم / کیلووات از ۱ ژانویه ۲۰۰۰ • درجه II - ۱۴/۴ گرم / کیلو وات از ۱ ژانویه ۲۰۱۱ • درجه III - ۳/۴ گرم / کیلو وات از ۱ ژانویه تا سال ۲۰۱۶ موتور های موجود (بین ۱ ژانویه سال ۱۹۹۰ تا ۱ ژانویه ۲۰۰۰ روی کشتی نصب شدند)
	اکسیدهای گوگردی	گوگرد ناشی از سوخت نفت نباید بیشتر از ۴/۵ درصد باشد از ۱ ژانویه ۲۰۱۲، گوگرد ناشی از سوخت نفت نباید بیشتر از ۳/۵ درصد باشد. • از ۱ ژانویه تا سال ۲۰۲۰ گوگرد ناشی از سوخت نفت نباید بیشتر از ۰/۵ درصد باشد.
	زباله سوزها	زباله سوزهایی که بعد از ۱ ژوئن ۲۰۰۰ نصب شده است باید مجوز مطابق با استانداردها را داشته باشد. نباید در محدوده بندر استفاده شود.

فصل دوم: مواد و روش کار

۲-۱- مشخصات فیزیکی - شیمیایی فاضلاب

۲-۱-۱- مشخصه های فیزیکی

• مواد جامد:

عبارتند از مواد شناور ، مواد قابل ته نشینی ، مواد کلوییدی و مواد محلول . در کل مواد جامد عبارت است از تمامی موادی که به شکل پسماند از تبخیر فاضلاب در دمای ۱۰۳ تا ۱۰۵ درجه باقی می مانند.

• رنگ:

رنگ هر فاضلاب نمایانگر وضعیت کیفی یا عمر فاضلاب است .

• بو:

بو یکی از مهمترین مشخصه های فاضلاب است و معمولاً از گازهای حاصل از تجزیه مواد آلی یا گازهای محلول در آن و یا از مواد افزوده شده به فاضلاب ناشی می شود.

• دما:

عدم کنترل دمای فاضلاب های کشتی که معمولاً به دلیل واکنش های زیست شناختی با افزایش رو برو است، باعث ایجاد شوک به آب های پذیرنده فاضلاب های فوق از لحاظ افت شدید اکسیژن محلول در خلال ماه های گرم می شود که ممکن است منجر به مرگ و میر در حیات آبی گردد.

• کدورت:

شاخصی برای تعیین کیفیت فاضلاب ها و آب های طبیعی از لحاظ مقدار مواد معلق اضافی و کلوییدی موجود در آن است.

- چگالی:

به دلیل امکان تشکیل جریان های چگالی در مخازن ته نشینی و در سایر واحد های تصفیه خانه ، از مشخصه های فیزیکی مهم فاضلاب تلقی می شود.

۲-۱-۲- مشخصه های شیمیایی

- مواد آلی :

شامل کربو هیدرات ها ، پاک کننده ها و آلاینده های درجه اول است .

- کربو هیدرات ها:

به طور گسترده در طبیعت یافت می شوند و دارای کربن ، هیدروژن و اکسیژن هستند (قند ، نشاسته،.....)

- چربی:

انواع چربی ها از جمله ترکیبات آلی پایدار می باشند و به راحتی به وسیله باکتری ها تجزیه نمی شوند و بیشتر باعث پوشاندن سطح آب و بروز مشکلات متعدد می شوند.

- پاک کننده ها:

پاک کننده ها یا مواد آلی سطحی ، مولکول های آلی بزرگی هستند که تا حدی در آب قابل حل هستند . در جریان هوادهی فاضلاب این ترکیبات در سطح حباب های هوا جمع می شوند و به این ترتیب کف بسیار پایداری به وجود می آورند.

- آلاینده های درجه اول^۱:

آلاینده های درجه اول (هر دو نوع آلی و غیر آلی) را بر اساس آثار شناخته شده آنها در سرطان زایی ، جهش زایی ، آسیب رسانی به جنین و یا سمی بودن بسیار شدید و بسیاری از

¹ PRIORITY POLLUTANTS

آلاینده های درجه اول آلی را نیز تحت عنوان ترکیبات آلی فرار (VOC)^۱ طبقه بندی کرده اند.

- اندازه گیری محتوای مواد آلی:

BOD^۲ نیاز اکسیژن بیو شیمیایی: پارامتر آلودگی آبی که بیشترین مورد استفاده را دارد و هم برای فاضلاب و هم آب های سطحی به کار می رود و نشان دهنده مواد آلی قابل تجزیه توسط میکرو ارگانیسم می باشد. مقدار اکسیژنی را که باکتری های موجود در آب برای تجزیه مواد آلی و به منظور سوخت و ساز خود احتیاج دارند، در اصطلاح "نیاز زیست شیمیایی به اکسیژن یا (BOD)" می نامند. بنابراین مقدار BOD نماینده مقدار مواد آلی موجود در فاضلاب است.

COD^۳ نیاز اکسیژن شیمیایی: مانند BOD نشان دهنده مقدار مواد آلی موجود در فاضلاب است ولی با این تفاوت که فقط در آزمایشگاه و با استفاده از یک عامل اکساینده قوی شیمیایی در محیط اسیدی قابل اندازه گیری است.

TOC^۴: کل کربن آلی و نمایانگر کل ماده آلی موجود در آب است.

- ماده غیر آلی:

عبارت از قلیاها، کلریدها، فلزات سنگین، نیتروژن، ترکیبات غیر آلی سمی، گوگرد و فسفر می باشند.

- گازها:

گازهایی که عموماً در فاضلاب های تصفیه نشده یافت می شوند عبارتند از: نیتروژن (N_2)، اکسیژن (O_2)، کربن دی اکسید (CO_2)، هیدروژن سولفید (H_2S)، آمونیاک (NH_3) و متان (CH_4)

1 Volatile organic compounds

2 Biochemical oxygen demand

3 chemical oxygen demand

4 Total organic carbon

سه گاز اول از گازهای عمومی موجود در اتمسفر هستند بنابراین در همه آب هایی که در معرض هوا باشند دیده می شوند و سه گاز آخر از تجزیه مواد آلی موجود در فاضلاب مشتق می شوند.

مشخصه های زیست شناختی: قابلیت تجزیه مواد موجود در فاضلاب یا قابلیت ته نشینی آنها حاصل اختصاصات مرفولوژیکی و سینتیکی لجن فعال می باشد که به اجتماع میکروارگانیسم های تک سلولی و پرسلولی در لجن بستگی دارد. انواع باکتری های بیماری زای روده ای و ویروس ها از جمله میکروب هایی هستند که در فاضلاب ها وجود دارند [spowpowerplant.blogfa.com,1385].

۲-۲- فاضلاب کشتی ها، کمیت و کیفیت آن ها

دو نوع فاضلاب در کشتی ها تولید می شود، یک نوع آن حاصل از فعالیت های انسانی و تولید شده در سیستم های بهداشتی بوده و نوع دوم حاصل از فعالیت های خاص کشتی است. سیستم های بهداشتی درون کشتی ها شامل موارد زیر است: دستشویی و توالت ها، حمام ها، سینک آشپزخانه، پساب آشپزخانه، ظرفشویی، لباس شویی و مخازن آب. فاضلابی که از توالت ها می آید را آب سیاه^۱ می گویند و فاضلابی که از دیگر مخازن می آید را آب خاکستری^۲ می گویند. این فاضلاب ها دارای آلاینده های مشابه با فاضلاب های خانگی و با میزان غلظت کمتری هستند. حجم و مشخصات فاضلاب به نوع ترکیبات فاضلاب و نوع سیستم های تخلیه آن، نوع کشتی، سازه آن، تعداد لوازم و تجهیزاتی که استفاده می شود، نوع محموله، فصول سال و دیگر فاکتورها بستگی دارد. واضح است که ترکیبات فاضلاب کشتی ها باهم تفاوت زیادی دارد. بنظر می رسد آب سیاه حاوی آلاینده های مهمی است و آب خاکستری حاوی مقدار محسوسی از BODها و مواد جامد معلق است. در کل با تفکیک فاضلاب سرویس های بهداشتی از فاضلاب اصلی می توان حجم زیادی از آب را تصفیه کرد. حجم فاضلاب سرویس های بهداشتی معمولاً کمتر از نصف حجم کلی فاضلاب است.

¹ Black water

² Gray water

فاضلاب کشتی ها با فاضلاب شهری تفاوت بسیاری دارد. از آنجائیکه سرانه مصرف آب در کشتی معمولاً کمتر است، فاضلاب کشتی ها دارای میزان بالایی BOD و غلظت بالای مواد جامد معلق و شوری زیادی است. در برخی موارد فاضلاب تولیدی از توالت ها در آب دریا تخلیه می شود. فاضلاب کشتی به دلیل ماهیت طبیعی اش حاوی تعداد زیادی عوامل بیماری زا است. باکتری هایی که به طور معمول در فاضلاب کشتی وجود دارد عبارتند از باکتری های هوازی مانند:

Aerobacter aerogenes, *Bacillus mesentericus*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus subtilis* و *Escherichia coli* و باکتری های غیرهوازی مانند *Spirillum regina*, *Clostridium perfringens* و *Clostridium amylobacter*. اگر میزان تولید فاضلاب توسط یک انسان را حدود ۸۰ لیتر در روز در نظر بگیریم، بنابراین یک کشتی مسافر ۱۰۰۰ نفری با خدمه روزانه ۱۰۰ تن فاضلاب تولید می کند. تخلیه فاضلاب کشتی ها باید در محدوده های ۱۲ مایلی ساحلی صورت پذیرد.

نوع دوم فاضلاب های خروجی از کشتی های حاصل از فعالیت های کشتی است. بطور مثال کشتی های صیادی با فرآیند آماده سازی و بسته بندی ماهی دارای فاضلاب بسیار آلوده ای می باشند.

در محدوده خلیج فارس بیش از ۵ هزار لنج صیادی، ۳۰۰ کشتی صنعتی صیادی و شناورهای کوچکی فعالیت دارند که عمدتاً در نواحی ساحلی فعال می باشند و تابع قوانین و مقررات زیست محیطی نبوده و فاضلاب خود را مستقیماً به دریا تخلیه می کنند.

مقدار دورریز و ضایعات صید جهانی که معمولاً به دریا ریخته می شوند، حدود ۷ میلیون تن در سال بر آورد گردیده که به نوعی باعث آلودگی محیط شده و با از بین بردن مقدار قابل توجهی از بچه ماهی ریز به عنوان نابود کننده ذخایر محسوب می شوند. به همین دلیل حساسیت های زیادی در مورد کاهش ضایعات خصوصاً در کشور های اروپایی وجود داشته و از سوی سازمان خوار و بار جهانی پروژه های مختلفی در این مورد ارائه شده است.

۲-۳- سیستم های تصفیه فاضلاب کشتی و کیفیت فاضلاب های تولیدی

۲-۳-۱- اهداف تصفیه فاضلاب

- گرفتن مواد معلق و شناور از فاضلاب
 - تبدیل مواد ناپایدار موجود در فاضلاب به مواد پایدار
 - جداسازی مواد سمی محلول و نامحلول
 - گندزدایی و نابودی میکروب ها در فاضلاب
- محدودیت اصلی که برای نگهداری فاضلاب و یا تصفیه آن در کشتی وجود دارد محدودیت فضا و وزن است. این محدودیت ها برای قایق های تفریحاتی و گردشگری بیشتر است و یک مشکل اصلی برای شناورهای نظامی و کشتی های تجاری بزرگتر محسوب می شود. به علاوه کمبود پرسنل ماهر برای عملیات تعمیر و نگهداری مناسب از این سیستم ها نیز اهمیت دارد.
- سیستم های تصفیه فاضلاب کشتی باید ضوابط و معیارهای زیر را دنبال کند:
۱. کوچک، محکم و فشرده باشد.
 ۲. برای عملکرد میزان انرژی کمی نیاز داشته باشد.
 ۳. توانایی زیادی برای تصفیه در مدت زمان کوتاه داشته باشد.
 ۴. گازهای سمی، مضر و منفجر شوند تولید نکند.
 ۵. بتواند سریع خاموش و روشن شود.
 ۶. به راحتی قابل تعمیر باشد.
 ۷. نیاز به متصدی ماهر و نگهداری خاص نداشته باشد.
 ۸. توانایی انجام عمل در هنگام ضربه، تکان در شرایط دریا را داشته باشد و در برابر تکان خوردن مقاومت داشته باشد.
 ۹. از تماس خدمه و یا مسافران با عوامل پاتوژن جلوگیری کند.

۱۰. در مقابل تکان ها مقاوم باشد و روی کارایی سیستم اثر منفی نگذارد.

۱۱. در برابر زنگ زدگی مقاوم باشد.

۱۲. جای کمی را اشغال کرده و به دلیل پایداری بهتر ، نزدیک به قسمت مرکزی کشتی

قرار گیرد.

در سال های اخیر جهت نگهداری آب های فاضلابی کشتی ها پیشرفت های بسیاری شده

است که برخی از آنها عبارتند از سیستم های جمع آوری فاضلاب، سیستم تخلیه zero- discharge و

سیستم تصفیه بیولوژیکی که هریک دارای مزایا و معایبی می باشند.

۲-۳-۲- سیستم جمع آوری فاضلاب

در گذشته تخلیه فاضلاب کشتی ها بر طبق نیروی جاذبه انجام می گرفت که به منظور

جلوگیری از انسداد سیستم لوله کشی به وسیله مواد جامد، آب با میزان فشار بالایی مورد نیاز بود.

مشکل اصلی زمانی است که فاضلاب بدون تصفیه مستقیماً به دریا تخلیه می شود. بنابراین توجه به

کاهش حجم فاضلاب به منظور کاهش میزان هزینه های تصفیه ضروری است. در حال حاضر فاضلاب

کشتی ها نگهداری و یا تصفیه می شوند. این کار با استفاده از سیستم های جمع آوری فاضلاب که

نیاز به آب با فشار کمی دارد صورت می گیرد.

دو نوع از سیستم های با جریان کم در حال حاضر استفاده می شود. اولین سیستم برای

فاضلاب های با حجم کم فاضلاب توالی استفاده می شود، که در آن از لوله هایی با قطر کم برای

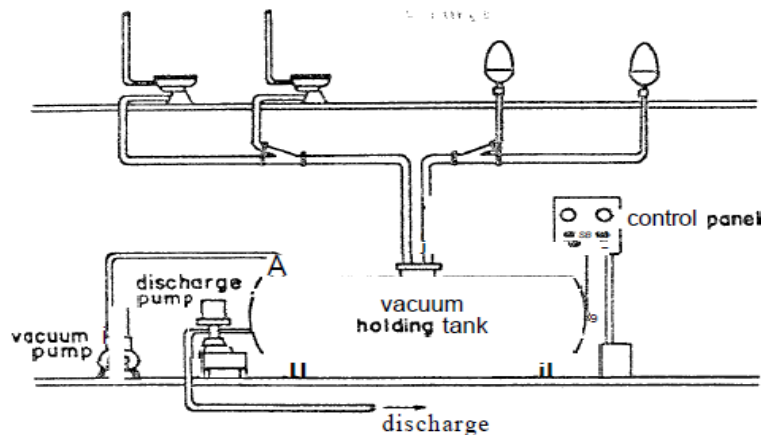
تخلیه و انتقال فاضلاب استفاده می شود. در این سیستم از مقدار کمی آب با فشاری معادل ۳ gal تا

۵ استفاده می شود. به منظور جلوگیری از بسته شدن لوله ها با مواد جامد به خصوص در لوله های با

قطر کم، از یک نوع پمپ مخصوص استفاده می شود. در این حالت ذرات معلق به قطعات کوچکتر

تبدیل شده و می توانند از طریق لوله جریان پیدا کنند. سیستم دوم تخلیه فاضلاب توالی براساس

سیستم خلاء (مکش) کار می کند. در این نوع سیستم به جای آب، از هوا برای انتقال فاضلاب استفاده شده، بنابراین میزان جریان تخلیه از فشار یک به ۲ pt، کاهش می یابد. شکل (۱-۲) روند انتقال از طریق خلاء را نشان می دهد.



شکل (۱-۲): روند انتقال از طریق خلاء [Bishop, P,L.,1983]

در زمان تخلیه فاضلاب سرویس های بهداشتی ، یک شیر تخلیه در بخش پایینی باز می شود که اختلاف فشار بین فشار هوای بالای فاضلاب و فشار منفی زیر آن باعث تخلیه مواد زائد از طریق سیستم لوله کشی به مخزن نگهدارنده می شود. استفاده از این سیستم در حال گسترش است. چراکه حجم مواد زائد را در فضای کوچکی تا حد زیادی کاهش داده و با انواع شناورها و سازه های متفاوت آن سازگار است. با این حال سرویس های بهداشتی مخصوص و لوله کشی های مورد نیاز آنها، فاضلاب بدست آمده را به شدت غلیظ می کند که ممکن است تصفیه و دفع آن مشکل تر شود [Bishop, P,L.,1983].

۲-۳-۳- سیستم تخلیه Zero- discharge

بسیاری از کشتی ها، به خصوص کشتی های کوچک تر، از این نوع سیستم تخلیه فاضلاب استفاده می کنند. انواع در دسترس این سیستم ها عبارتند از:

۱. مخازن نگهدارنده

۲. سیستم های تصفیه بازیافتی

۳. سیستم های زباله سوز تبخیری

۴. ترکیبی از موارد فوق

این سیستم ها به گونه های طراحی شده اند که امکان استفاده مجدد از آب در آنها وجود دارد. مواد زائد در این سیستم ها یا به طور کل از بین می روند یا نگهداری شده و دفع نهایی آنها در ساحل یا در آب های خارج از محدوده ساحلی انجام می گیرد. در تمامی موارد، باید از تخلیه هر نوع ماده زائد به آب های محدوده ساحلی توسط این سیستم ها جلوگیری گردد.

۲-۳-۱- مخازن نگهدارنده

مخازن نگهدارنده گسترده ترین شکل استفاده از سیستم تخلیه Zero discharge است که ساده ترین و کم هزینه ترین راه برای نگهداری فاضلاب است. با این حال ممکن است فضای زیادی از کشتی را اشغال کند. در صورتیکه کشتی زمان زیادی را در محدوده آب های ساحلی صرف کند زمانی که پر است بسیار سنگین بوده و از این جهت نامناسب است.

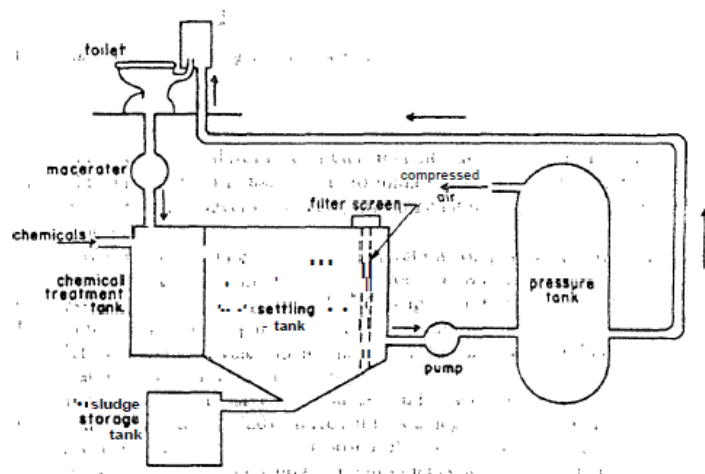
مخزن نگهدارنده ممکن است به طور جداگانه در کشتی نصب و یا به عنوان بخشی از بدنه کشتی ساخته شود. اندازه مخزن بستگی به تعداد خدمه کشتی دارد. نوع سیستم شستشو و میزان تخلیه در کشتی های بزرگ به این صورت است که چند لوله به یک مخزن نگهدارنده متصل و در آن تخلیه می شوند.

در حال حاضر استفاده از مخازن نگهدارنده مشکلات زیادی دارد. طراحی آنها باید به صورتی باشد که شستشوی آنها به راحتی امکان پذیر باشد. برای جلوگیری از تولید گازهای قابل اشتعال و سمی و بوهای بد، مخزن باید هوادهی شده و دریچه خروجی داشته باشد. از معایب این مخازن

می توان به اندازه بزرگ آنها ، وزن و هزینه های نگهداری اشاره نمود. در نهایت این مخازن باید تخلیه شوند، بنابراین در دسترس بودن تجهیزات ساحلی جهت تخلیه فاضلاب نگهداری شده در این مخازن نیز ضروری است . معمولاً استفاده از این امکانات رایگان است و باید در ارزیابی اقتصادی روند تخلیه مواد زائد به آن توجه شود.

۲-۳-۳-۲- سیستم های تصفیه بازیافتی

این سیستم ها بر روی کشتی قرار می گیرند و معمولاً برای تصفیه فاضلاب سیستم های بهداشتی در یک مکان مقرون به صرفه تر هستند. از سیستم های تصفیه بازیافتی در حال حاضر در کشتی ها استفاده می شود که در این سیستم ها رنگ و بو کنترل شده و عمل جداسازی مواد جامد، ضد عفونی کردن و حذف آمونیاک انجام می شود. برای جلوگیری از تجمع آمونیاک و مواد آلی محلول فاضلاب، عمل جذب کربن نیز ممکن است انجام شود. شکل (۲-۲) یک سیستم تصفیه بازیافتی را نشان می دهد. کیفیت آب بازیافت شده به دلیل تجمع مواد آلی محلول، املاح و مواد جامد به تدریج نامناسب می شود. در نتیجه تخلیه آب و لجن انباشته شده باید به صورت دوره ای و منظم صورت گیرد. در سیستم های تصفیه بازیافتی، فاضلاب برای استفاده مجدد در دسترس قرار می گیرد بنابراین ظرفیت مخزن نگهدارنده افزایش می یابد. این سیستم ها فقط برای فاضلاب های بهداشتی انسانی بکار می رود و بسیار گرانقیمت هستند [Bishop, P,L.,1983] .



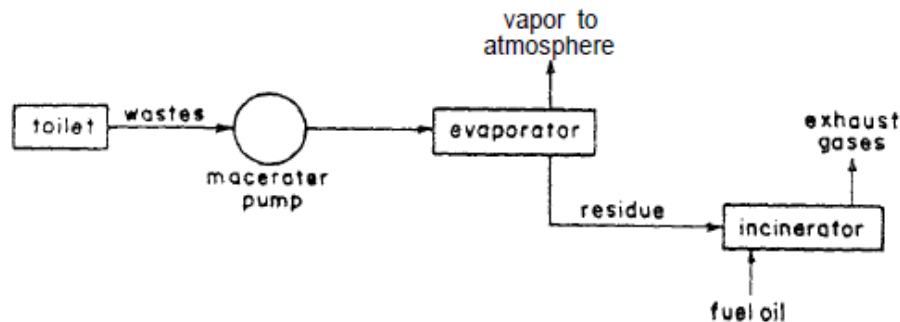
شکل (۲-۲): سیستم تصفیه باز یافتی [Bishop, P,L.,1983]

۲-۳-۳- سیستم های زباله سوز تبخیری

سیستم های زباله سوز تبخیری می توانند به صورت منفرد یا پیچیده، در بخش سیستم های بهداشتی کشتی متمرکز شوند. در هر صورت عملکرد این سیستم ها به این صورت است که ابتدا از طریق تبخیر مایعات، عمل تغلیظ صورت گرفته و در نهایت مواد آلی جامد را برای سوزاندن باقی می ماند.

در این سیستم ها ضایعات تولیدی در سیستم های بهداشتی یا در برخی موارد ترکیبی از مواد زائد از طریق تبخیر تغلیظ شده و برای ضد عفونی شدن جمع می شوند. تبخیر تنها وسیله تصفیه در این سیستم می باشد و برای لجن بدست آمده نیاز به یک مخزن نگهدارنده است که در نهایت برای از بین بردن کلی ماده زائد می توان از سیستم زباله سوز استفاده نمود (شکل (۲-۳)). گرمای مورد نیاز جهت تبخیر در این سیستم از طریق نیروی برق، سوخت های فسیلی، گاز پروپان یا گرمای تولید شده از یک موتور دیزلی یا یک دیگ بخار تأمین می شود. باقی مانده مواد زائد نیز در یک دیگ بخار یا در یک زباله سوز که در کشتی طراحی شده سوزانده می شود. با این حال به دلیل مقدار زیاد آب، سوخت و انرژی بالایی مورد نیاز است و مشکل دیگر تولید بوی زننده توسط سیستم می باشد. جهت کنترل

آلودگی هوای تولید شده توسط این سیستم می توان از تجهیزات کنترل آلاینده هوا استفاده نمود [Bishop, P,L.,1983].

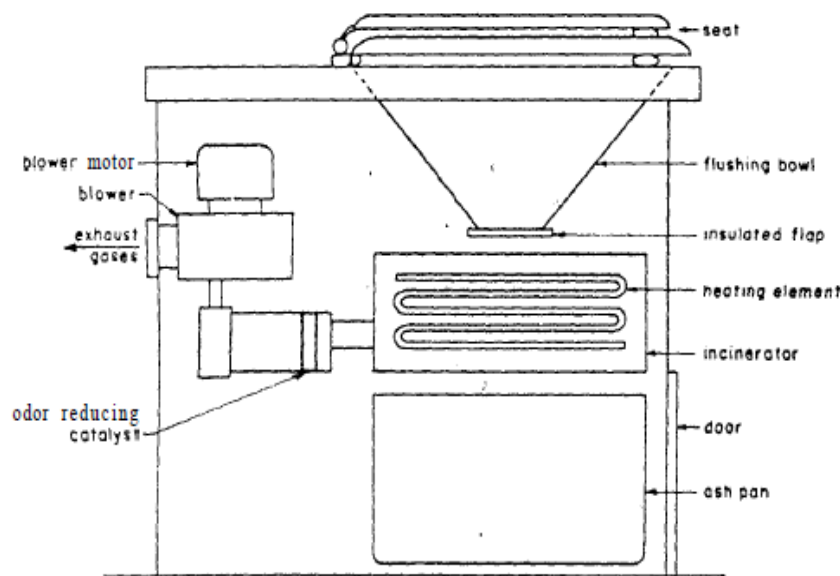


شکل (۲-۳): سیستم های زباله سوز تبخیری [Bishop, P,L.,1983]

۲-۳-۴- زباله سوز های سرویس های بهداشتی

این زباله سوزها برای از بین بردن فاضلاب انسانی طراحی شده و حرارت مورد نیاز برای تبخیر مایع و احتراق مواد آلی جامد از طریق برق، سوخت های نفتی، گاز طبیعی یا پروپان تأمین می شود. مواد زائد در محفظه زباله سوز جمع آوری و در آن درجه حرارت افزایش یافته و مواد زائد به خاکستری غیر آلی، استریل و بی بو تبدیل می شوند. یک مرحله کامل سوزاندن در حدود ۱۰ تا ۲۰ دقیقه طول می کشد. نوعی زباله سوز مورد استفاده در سیستم های بهداشتی انسانی در شکل (۲-۴) دیده می شود.

تا کنون از این زباله سوزها در انواع زیادی از شناورهای بزرگ استفاده شده است. مزایای استفاده از آن ها تولید فاضلابی فشرده، بی بو و استریل است که به راحتی دفع می گردد. این سیستم مصرف آب در کشتی را کاهش می دهد. با این حال در این سیستم برق زیادی مورد نیاز می باشد و فقط می تواند برای فاضلاب سیستم های بهداشتی انسانی بکار رود.



شکل (۲-۴): زباله سوز سرویس های بهداشتی [Bishop, P,L.,1983]

۲-۳-۴- سیستم های Flow-Through

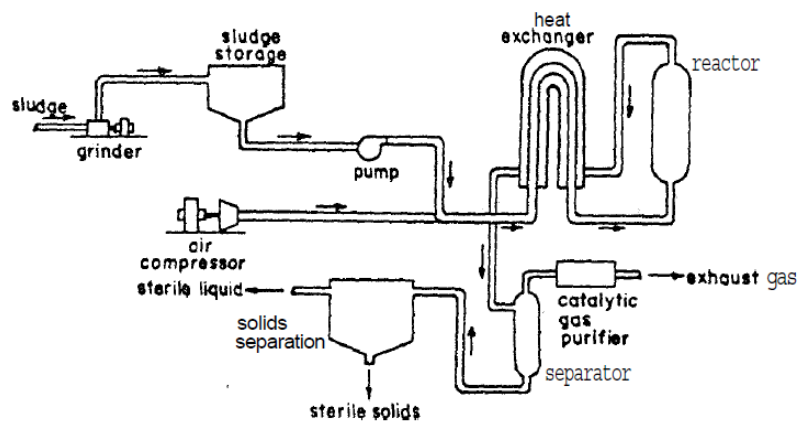
کشتی های بزرگتر که بیشتر وقت خود را در محدوده آب های ساحلی می گذرانند مشکلات زیادی در ارتباط با ذخیره سازی فاضلاب از طریق سیستم Zero دارند و در نتیجه، استفاده از سیستمی که بتواند به طور مداوم فاضلاب کشتی را تصفیه و به دریا تخلیه کند ضروری است. به همین منظور در سال های اخیر استفاده از این نوع سیستم های تصفیه گسترش یافته است.

۲-۳-۵- سیستم اکسیداسیون wet-air

شکل منحصر بفرد زباله سوزهای فاضلابی سیستم فرایند اکسیداسیون wet-air است. از این فرایند برای تصفیه تمامی فاضلاب های خانگی و بهداشتی داخل کشتی، از طریق اکسیداسیون مواد آلی موجود در فاضلاب در حالت مرطوب (بدون تبخیر مایعات آن) استفاده می شود. در حقیقت چنانچه مواد زائد تحت فشار بالا قرار گیرند بدون اینکه مایعات موجود در آن تبخیر شود درجه حرارت مواد آلی مواد زائد افزایش یافته و به نقطه احتراق می رسد. به طور معمول این سیستم در دمای

حدود 550°F و فشار 1200 lb/in^2 کار می کند (شکل (۲-۵)). به طور معمول قبل از تخلیه فاضلاب کشتی، برای تبدیل ذرات جامد به اندازه های کوچکتر تنها شکل تصفیه، خیس کردن آن ها می باشد. درجه حرارت مواد زائد فاضلاب با عبور از میان یک مبدل حرارتی افزایش یافته و سپس تحت فشار زیاد وارد راکتور می شود. عمل اکسیداسیون در راکتور طول می کشد که همین امر موجب بالا رفتن درجه حرارت آن ها می شود. طی عمل اکسیداسیون گاز و بخار تولید شده از مایعات جدا و وارد اتمسفر شده و پس از آن تصفیه می شوند. خاکستر استریل شده باقی مانده در مایع از طریق ته نشین شدن، سانتریفوژ یا فیلتراسیون جدا شده و به راحتی تخلیه می شود. در نهایت آبی که عاری از هرگونه آلودگی است و ضدعفونی شده به دریا تخلیه می گردد.

از جمله مزایای استفاده از سیستم های اکسیداسیون wet-air این است که با وجود درگیربودن حجم کوچکی از مواد جامد، کلیه مواد آلی و باکتری های موجود در فاضلاب از بین می روند. در کل این سیستم قادر به تصفیه ترکیبی از مواد زائد بوده و نیاز به انرژی نسبتاً کمی دارد. علاوه بر این، این سیستم بسیار کم جا است. سیستم های پیشرفته تر تا حدود ۷۲۰ گالن در روز می توانند تصفیه فاضلاب را انجام دهند و فقط 48 ft^3 فضا را اشغال نمایند. از معایب این سیستم این است که در درجه حرارت و فشار بالا عمل می کند. این سیستم نیاز به کنترل، تعمیر، نگهداری و رسیدگی زیاد دارد. در صورتی که محلول رقیق باشد، اکسیداسیون مواد آلی محلول ممکن است ناقص انجام گیرد. آلودگی هوای تولید شده توسط این سیستم از دیگر معایب استفاده از این سیستم ها می باشد گرچه به نظر می رسد برخی از تولید کنندگان این دستگاه ها بر این مشکل غلبه کرده اند. در نهایت، باید ذکر کرد که هزینه های اولیه خرید تجهیزات و نصب و راه اندازی این سیستم زیاد است [Bishop, P,L.,1983].



شکل (۲-۵): سیستم اکسیداسیون wet-air [Bishop, P,L.,1983]

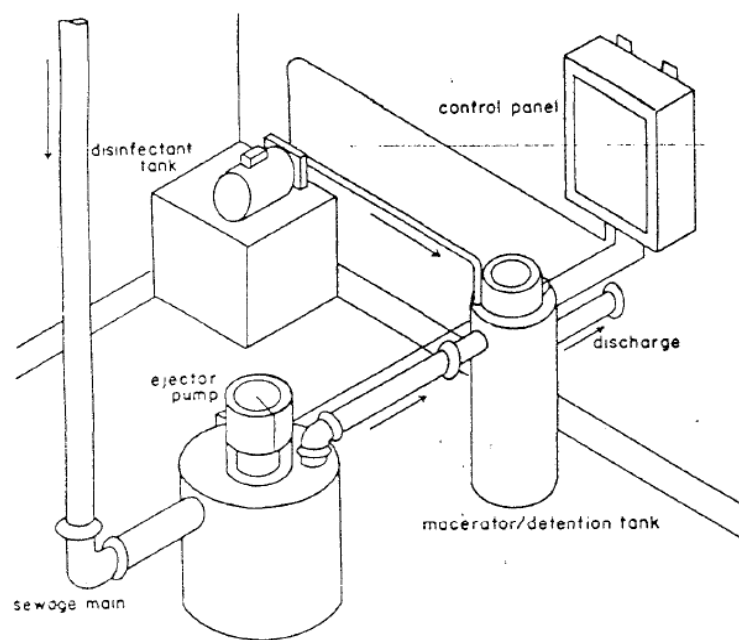
۲-۳-۶- سیستم Macerator-chlorinator

یکی از اولین فرایندهایی که برای تصفیه فاضلاب در کشتی ها انجام می شود خیس کردن مواد جامد موجود در فاضلاب است که آن ها را به صورت مواد زائد همگن تر در آورده و سپس با کلر و یا مواد ضد عفونی کننده دیگر، ضد عفونی می شوند. این دستگاه می تواند موجب کاهش عوامل بیماری زا (عوامل پاتوژن) که در فاضلاب وجود دارد، گردد ولی تاثیر کمی بر مواد جامد محلول آن دارد.

متأسفانه، عملکرد این دستگاه ها خوب نبوده و نظر مکانیکی ایراداتی دارند از جمله اینکه به دلیل گیر کردن کاغذ درون آن، مواد جامد کاملاً خرد نمی شوند و بنابراین عمل ضد عفونی کردن نیز به صورت ناقص انجام می شود.

زمان مناسب مورد نیاز برای ضد عفونی کردن از طریق کلر بسته به نوع فاضلاب از کمتر از یک دقیقه تا چند ساعت می باشد. میزان کلر مصرفی در این سیستم بیش از حد معمول می باشد. در صورتیکه فاضلاب با ۱۳۰۰ میلی گرم بر لیتر کلر ضد عفونی گردد، سیستم عاری از کلی فرم ها خواهد بود اما به دلیل هزینه بر بودن و همچنین و غلظت بالای کلر استفاده شده، این فاضلاب

می تواند برای محیط زیست بسیار مضر باشد. در حال حاضر نصب و راه اندازی سیستم های تصفیه Macerator-chlorinator، به دلیل عملکرد ضعیف و کیفیت نامناسب تصفیه پساب در ایالات متحده غیر مجاز بوده اما به طور گسترده ای در کشورهای دیگر استفاده می شود. اما از این سیستم می توان به عنوان یک مرحله قبل از سیستم های تصفیه دیگر استفاده نمود (شکل (۲-۶)) [Bishop, P,L.,1983].

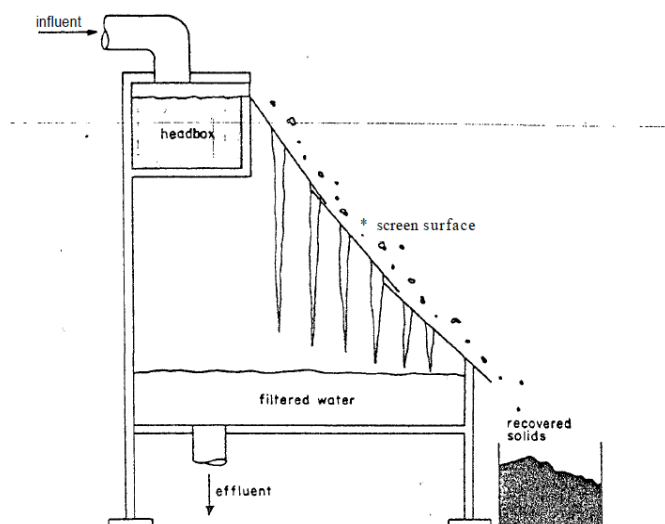


شکل (۲-۶) : سیستم Macerator-chlorinator [Bishop, P,L.,1983]

۲-۳-۷- جداسازی مایع از جامد

جدا سازی مایع از جامد یکی از اهداف اساسی تصفیه خانه های فاضلاب کشتی ها است که به منظور کاهش غلظت مواد جامد معلق در فاضلاب انجام می گیرد. در واقع حذف مواد جامد فاضلاب، قبل از تبدیل آن که به ذرات کوچکتر، ضروری است. روش های معمول جداسازی مایع از جامد که روی کشتی ها انجام می شود شامل: غربالگری، فیلتراسیون، سانتریفوژ و ته نشین شدن است. بهترین روش برای دفع زباله های دریایی استفاده از صفحات شیب دار ثابتی به نام

hydrosieves است. این دستگاه بخش عظیمی از مواد جامد معلق فاضلاب را که در یک جا متمرکز شده اند حذف می کند، این دستگاه ارزان قیمت، کم جا بوده و شرایط تعمیر و نگهداری آسانی دارد (شکل (۷-۲)) [Bishop, P,L.,1983].



شکل (۷-۲) : جدا ساز مایع از جامد [Bishop, P,L.,1983]

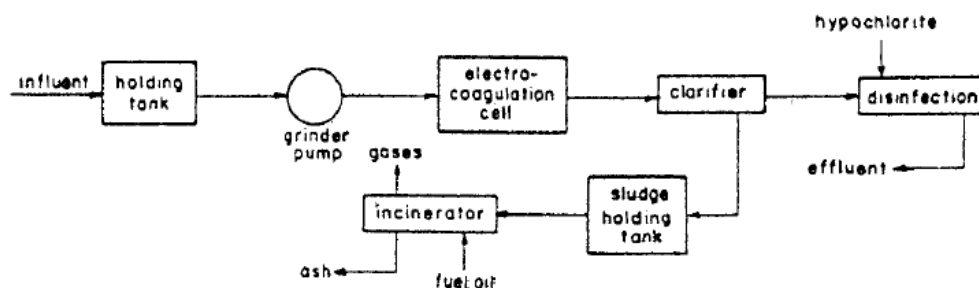
استفاده از تانک های رسوب گذاری درون کشتی، به دلیل اثر حرکات ناشی از امواج موفقیت آمیز نبوده و ته نشینی به درستی صورت نمی گیرد.

۲-۳-۸- فرایند الکتروکواگولاسیون^۱

تصفیه فاضلاب از طریق فرایندهای الکتروکواگولاسیون یا لخته شدن و انعقاد از طریق جریان برق در شکل (۸-۲) نشان داده شده است. انعقاد به معنی اتصال مواد معلق سبک و اجزای غیر قابل ته نشینی (ذرات کلوئیدی) به یکدیگر و تبدیل آنها به لخته های سنگین و قابل ته نشینی است.

¹ Electrocoagulation

این فرایند یکی از روش های تصفیه فاضلاب بدون استفاده از مواد شیمیایی است که با استفاده از آن آلاینده های فاضلابی، مواد جامد معلق، فلزات سنگین، ویروس ها، باکتری ها، آفت کش ها، آرسنیک،^۱ MTBE، سیانید، BOD، TDS^۲ و TSS^۳ را می توان از فاضلاب جدا نمود. فاضلاب های شهری، صنعتی، تجاری و غیره را می توان از این طریق تصفیه نمود. در ساده ترین نوع این سیستم از یک راکتور به همراه یک پیل الکتریکی با یک آند و کاتد ساخته شده است. درون اتاقک تصفیه این دستگاه یک سری صفحات آهنی به صورت عمودی نصب شده و هنگامی که به یک منبع انرژی خارجی وصل می شود پیوندهای هیدروژنی مواد جامد محلول که درون مولکول های آب فاضلاب قرار دارند، درون اتاقک این دستگاه شکسته شده و از حالت انحلال خارج می شوند و پس از فیلتر شدن، مواد جامد از آب جدا می شوند. از طریق این فرایند امکان رسوب یون های فلزات سنگین نیز وجود دارد [Bishop, P,L.,1983].



شکل (۸-۲): تصفیه از طریق فرایند Electrocoagulation [Bishop, P,L.,1983]

■ توانایی های دستگاه الکتروکواگولاسیون

- حذف فلزات سنگین
- حذف مواد جامد معلق و کلوئیدی

1 Methyl tert-butyl ether
2 Total Dissolved Solids
3 Total Suspended Solids

- معافیت امولسیون روغن در آب
- حذف چربی ها، روغن و گریس
- حذف مواد آلی پیچیده
- از بین بردن و حذف باکتری ها، ویروس ها و کیست

▪ مزایای استفاده از الکتروکواگولاسیون

- کاهش حجم مواد زائد
- از بین بردن مواد شیمیایی
- فاضلاب تصفیه شده در نهایت شفاف، بی بو و بی رنگ می باشد.
- تصفیه فاضلاب با حداکثر ۵٪ ماده جامد محلول
- حذف پروتئین ها، روغن و فلزات (جدول (۱-۲))

جدول (۱-۲) : نمونه ای از آلاینده های حذف شده

آلاینده ها	میزان درصد حذف
BOD	90%+
TSS (Clay, coal, silt, silica, etc.)	99%+
Fats, Oils, Grease	93-99%+
Water From Sludge	50-80%+
Heavy Metals	95-99%+
Phosphates	93%+
Total Coliform (E. Coli)	99.99%+

۲-۳-۹- سیستم های تصفیه بیولوژیکی

۲-۳-۹-۱- تصفیه بیولوژیکی

زمانی که تصفیه فیزیکی جوابگو نباشد از تصفیه بیولوژیکی جهت حذف آلاینده ها استفاده می گردد. انواع تصفیه بیولوژیکی به قرار زیر است :

الف - تصفیه بیولوژیکی با کمک باکتری های هوازی

اساس کار در این روش تصفیه ، رسانیدن اکسیژن به فاضلاب است. برای رسیدن به این هدف باید سطح تماس فاضلاب با هوا افزایش یابد. این کار ممکن است با دمیدن هوا در فاضلاب و یا ایجاد تلاطم در سطح آن رخ دهد. اینگونه هوادهی در استخر های هوا رسانی انجام می گیرد . یا اینکه با چکانیدن فاضلاب روی قلوه سنگ های طبیعی و یا مصنوعی می توان آن را در مجاورت هوا قرار داد . یا بصورت لایه های نازکی روی بسترهای ماسه ای و یا زمین های کشاورزی وغیر از آن پخش نمود.گاهی نیز از اکسیژن خالص استفاده می کنند[behddasht.persianblog.ir,2012] .

■ انواع تصفیه هوازی

- رشد معلق: (لجن فعال)
 - رشد چسبیده: (صافی چکنده یا دیسک های بیولوژیک گردان)
- باید به این نکته توجه نمود که هدف از تصفیه فاضلاب تنها تبدیل مواد آلی ناپایدار به مواد تثبیت شده معدنی نیست بلکه باید این مواد را از آن جدا کرد .

ب- تصفیه زیستی باکمک باکتری های بی هوازی

اساس کار این باکتری ها بر این است که اکسیژن مورد نیاز خود را از تجزیه مواد آلی و معدنی موجود در فاضلاب بدست آورند. نتیجه این فعالیت ها تجزیه مواد آلی ناپایدار و تبدیل آنها به

نمک های معدنی پایدار و نیز تولید گازهایی چون هیدروژن سولفور ، متان ، CO_2 و ازت می باشد. به علت تولید گاز هیدروژن سولفور به این روش ، روش تعفن نیز می گویند.

مهمترین کاربرد این روش در مخزن های سربسته هضم لجن می باشد. در تکنیک هضم لجن تلاش می شود که مرحله اسیدی زود گذر باشد و فرایند هضم لجن بیشتر به صورت متانی و در حالت قلیایی انجام گیرد. لجنی که مرحله هضم متانی بدست می آید دارای رنگ قهوه ای مایل به سیاه است ، بویی شبیه بوی خاک مرطوب دارد و در نتیجه تولید ناراحتی نمی کند ، به خوبی آب خود را از دست می دهد و حجم آن به صورت چشم گیری کم شده و خاصیت چسبندگی آن ناچیز و مقدار موجودات زنده در آن کاسته شده است.

پ - تصفیه زیستی باکمک باکتری های هوازی نیترات ساز و باکتری های بی هوازی نیترات زدا

اکسیداسیون مواد آلی فاضلاب در حالت هوازی در دو مرحله انجام می گیرد . مرحله اول مربوط به اکسیداسیون مواد آلی کربن دار و مرحله دوم مربوط به اکسیداسیون مواد آلی ازت دار می باشد که نتیجه کار باکتری ها در این مرحله تجزیه مواد آمونیاکی و تولید نمک های معدنی نیتريت ها و نیترات ها می باشد. از این رو به این مرحله آمونیاک زدایی و یا نیترات سازی نیز می گویند. در تصفیه خانه های فاضلاب نباید تنها به تبدیل مواد آلی ازت دار به مواد معدنی اکتفا نمود .

معمولاً نزدیک به ۵ تا ۱۰ درصد از کل ترکیبات ازت دار موجود در فاضلاب توسط لجنی که از استخر های ته نشینی نخستین برداشت می شود و نزدیک به ۱۰ تا ۲۰ درصد توسط لجن بدست آمده از استخرهای ته نشینی نهایی کاسته می شود [behddasht.persianblog.ir,2012] .

۲-۳-۹-۲ - انواع روش های بیولوژیکی تصفیه فاضلاب

• روش SBR^۱

هنگامیکه دبی فاضلاب ورودی به سیستم تصفیه خیلی کم باشد، در نظر گرفتن واحدهای هوادهی و ته نشینی بصورت مجزا باعث افزایش هزینه تصفیه به ازای هر مترمکعب فاضلاب می گردد. در چنین مواردی با انجام تغییراتی در روش لجن فعال از آن برای بکارگیری در سیستم تصفیه مناسب تر استفاده می شود. طی این تغییر مخازن هوادهی و ته نشینی را با یکدیگر ترکیب نموده و فرآیندهای هوادهی و ته نشینی بصورت متناوب و در زمان های متوالی انجام می شوند.

• روش RBC^۲

در تمامی روش های مبتنی بر لجن فعال رشد میکروارگانیسم ها بصورت معلق بوده و مقداری انرژی صرف هوادهی می شود. در شرایطی که هزینه تأمین انرژی بسیار بالا باشد، می توان با استفاده از روش RBC انرژی مصرفی را کاهش داد. زیرا در این روش میکروارگانیسم ها بر روی سطح صفحاتی گردان و نیمه مستغرق در فاضلاب چسبیده و روی آنها رشد می کنند.

• روش MBR^۳

امروزه یکی از روش های پیشرفته تصفیه فاضلاب روش غشایی است و در این روش جداسازی میکروب ها توسط غشا انجام می شود. با نصب این غشا ها در درون رآکتور بیولوژیکی دیگر نیازی به بخش های ته نشینی و فیلتراسیون نیست و همین غشاها وظیفه جداسازی فاضلاب تصفیه شده از لجن را انجام می دهند. استفاده از غشا باعث می شود در فضای کم، تصفیه فاضلاب با راندمان

¹ Sequencing Batch Reactor

² Arotating Biological Contactor

³ Membrane Biological Reactors

بالایی انجام شود، به طوری که کیفیت فاضلاب تصفیه شده از استانداردهای فاضلاب برای تخلیه به آب های سطحی نیز بهتر است.

• روش MBBR^۱

در این روش از آکنه هایی^۲ استفاده می شود که در مخزن هوادهی شناور می باشند. بیوفیلم یا لایه میکروبی، بر روی آکنه های غوطه ور رشد کرده و به این ترتیب موجب افزایش توده بیولوژیکی شناور در محیط فاضلاب که نقش تجزیه کننده مواد آلی را بعهدہ دارند ، می شود. این روش جهت حذف COD، BOD و نیتروژن بسیار مطلوب است [www.pars-mco.com,2012].

• روش IFAS^۳

این روش ترکیبی از دو فرآیند لجن فعال و فرآیند MBBR است. به همین دلیل دارای مزایای روش های بستر ثابت و لجن فعال می باشد. با ترکیب لجن فعال با قابلیت انعطاف پذیری بسیار زیاد و بستر ثابت با مقاومت بالا در مقابل شوک بار آلی و بیولوژیکی می توان راندمان بسیار بالایی را برای این سیستم فراهم آورد.

۲-۳-۹-۳- تصفیه بیولوژیکی فاضلاب به روش MBR

فرایند MBR یک سیستم تصفیه فاضلاب یکپارچه است که از ترکیب فرایند تصفیه بیولوژیکی (لجن فعال) با یک سیستم ممبرانی (غشایی) مستغرق تشکیل شده است. این فرایند با ادغام واحدهای ته نشینی (زالال سازی)، هوادهی و فیلتراسیون در یک راکتور، جایگزین فرایندهای تصفیه متعارف (لجن فعال متعارف) شده و یک سیستم ساده و موثر را تشکیل می دهد که

¹ Moving Bed Biofilm Reactors

² Packing

³ Integrated Fixed Film Activated Sludge

هزینه های سرمایه گذاری اولیه و هزینه های بهره برداری سیستم را کاهش می دهد . در این فرایند با جایگزینی واحد ته نشینی ثقلی با سیستم جدا کننده ممبرانی، منافع زیادی از قبیل پایداری در بهره برداری، کاهش تولید لجن مازاد و کیفیت بسیار بالاتر پساب خروجی بدست می آید. بنابراین این سیستم ، فرآیند مناسبی است که می تواند در محدوده وسیعی برای سیستم های استفاده مجدد از پساب تصفیه شده در تصفیه فاضلاب های شهری و صنعتی بکارگرفته شود.

• فرآیند لجن فعال بدون استفاده از مخزن ته نشینی (با استفاده از ممبران به

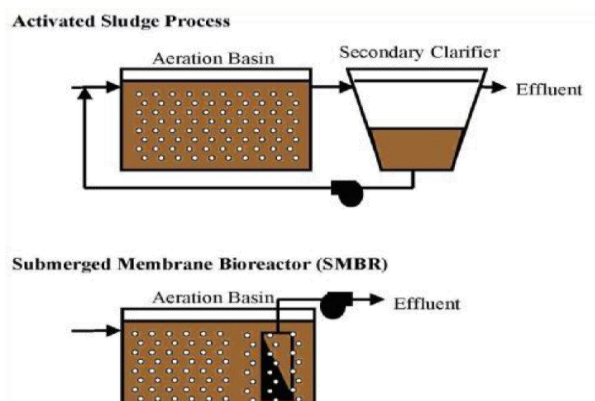
روش MBR)

فرآیند MBR یک فرآیند لجن فعال رشد معلق است که با یک سیستم ممبران (معمولاً از نوع ممبران های رشته ای تو خالی^۱ یا نوع لوله ای^۲) ادغام شده است. در این فرآیند، سیستم ممبرانی نقش واحد ته نشینی (زالال سازی) در جداسازی جامدات معلق در سیستم لجن متعارف را برعهده دارد (شکل (۲-۹)). در فرآیند MBR معمولاً ممبران ها بصورت مستغرق در واحد هوادهی قرار داشته و صورت مستقیم با فاضلاب و مایع مخلوط^۳ در تماس می باشند. در این فرآیند با استفاده از پمپ مکش، با صرف انرژی کمی، خلا بوجود می آید که استخراج پساب تصفیه شده از درون ممبران ها به بیرون را به دنبال دارد. علاوه براین در این فرآیند، مقداری هوا نیز از کف واحد هوادهی به این واحد وارد می شود تا سطح خارجی رشته های ممبرانی را تمیز نموده و جامدات پذیرش نشده توسط ممبران ها را از سطح ممبران ها کنارزده و جابجا نماید. لجن مازاد در این فرآیند نیز معمولاً بصورت مستقیم از واحد هوادهی به خارج پمپ می شود [www.pars-mco.com,2012] .

1 Hollow fiber

2 Tubular

3 Mixed Liquor

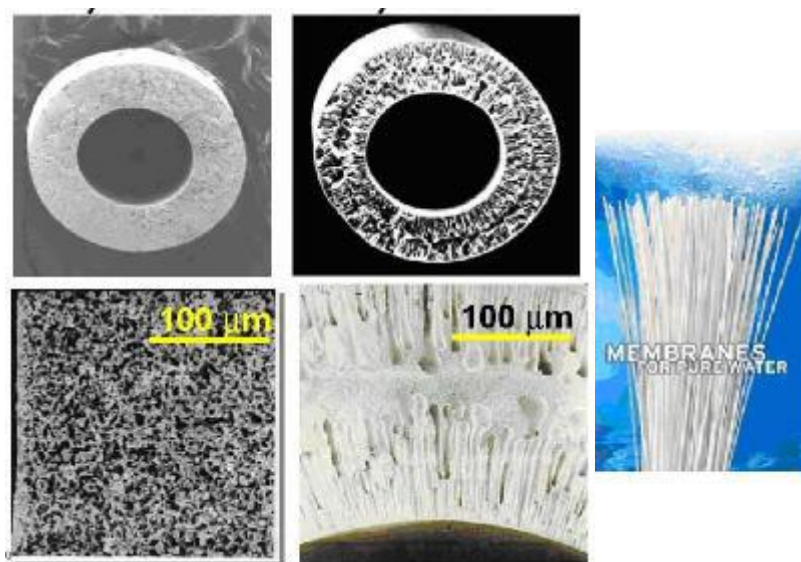


شکل (۲-۹): مقایسه فرایند لجن متعارف با فرایند لجن فعال ممبرانی مستغرق [www.pars-mco.com,2012]

• آشنایی با ممبران / مدول^۱

الف) رشته خالی تقویت شده (محکم شده)

یک رشته (میکروتیوپ) شکل داده شده ممبرانی (مانند شکل (۲-۱۰)) (که بصورت مستغرق در فاضلاب قرار می گیرد)، با امکان فیلتراسیون ذرات میکروب ها، ویروس ها و باکتری ها، ساختار متخلخلی را بوجود می آورده که امکان بدست آوردن پساب با کیفیت بسیار بالاتر را فراهم نموده و می تواند برای تصفیه فاضلاب سیستم بسیار مناسبی باشد.



شکل (۲-۱۰): میکروتیوپ ممبرانی [www.pars-mco.com,2012]

¹ Membrane/ Module

ب) مقاومت مکانیکی بسیار بالای ممبران ها

هرچند امکان تخریب سطح ممبران ها در اثر تاثیرات فیزیکی و اصطکاک بین رشته های ممبران ها در اثر هوادهی وجود دارد، اما تقویت ممبران و محکم نمودن از شکست آنها تحت شرایط هوادهی زیاد جلوگیری می کند. لازم به ذکر است تقویت ممبران ها با محکم نمودن ممبران های رشته ای از دو طرف و ساخت مدول های ممبرانی حاصل می شود.

ج) تراوایی (قابلیت نفوذ) بسیار خوب ممبران ها

ساختار اسفنجی با تخلخل زیاد لایه های رشته ای ممبران ها، با قدرت انتخابگری بالا در عبور ذرات بسیار ریز، تراوایی و قابلیت نفوذ بسیار خوبی برای ممبران ها فراهم می کند که منافع زیادی را به دنبال دارد.

د) خصوصیات مدول های ممبرانی

هر مدول از ممبران شامل ساختاری از چند رشته توخالی ممبران است که عمل فیلتراسیون در آنها از خارج به داخل صورت می گیرد. علاوه براین هر مدول از این ممبران ها شامل گروهی از رشته های توخالی است که درون یک قاب مستطیل شکل قرار گرفته است. دو انتهای هر یک از فیبرهای رشته ای ممبرانی به بالا و پایین هدرها¹ متصل شده است. هر هدر شامل یک لایه رزین متخلخل است که رشته ها جهت نفوذ محتویات خود به کانال های جمع آوری آب، در آنجا با هم روبرو می شوند. هر مدول ممبرانی شامل صدها رشته ممبران هم اندازه است که بطور عمودی بین دو هدر و تیرحائل قرار گرفته است. چند مدول ممبران با هدر مشترک در فریم های مختلف درون واحد هوادهی در فرآیند MBR نصب می شوند [www.pars-mco.com,2012].

¹ Headers

در شکل (۱۱-۲) نمونه هایی از مدول های ممبرانی قاب مستطیلی و در جدول (۲-۲) برخی خصوصیات بعضی از انواع ممبران های رشته ای توخالی ارائه شده است.



شکل (۱۱-۲): شمایی از مدول های ممبرانی مختلف در قاب های مستطیلی

[www.pars-mco.com,2012]

جدول (۲-۲): خصوصیات برخی انواع ممبران های رشته ای تو خالی [www.pars-mco.com,2012]

پارامتر	شرح	خواص
ممبران رشته ای توخالی	جنس	(Polysulfone) PS
	قطر داخلی	۰/۸ میلیمتر
	قطر خارجی	۲ میلیمتر
	سایز منافذ	۰/۳ میلیمتر

• فوائد بکارگیری فرآیند لجن فعال ممبران یا MBR

الف) اشغال فضای کم

در این فرآیند معمولاً ممبران ها بصورت مستقیم و مستغرق در یک مخزن هوادهی قرار

گرفته و در نتیجه مقادیر بالای غلظت مایع مخلوط یا ^۱MLSS به میزان متوسط ۸۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰

1 Mixed Liquor Suspended Solids

میلیگرم در لیتر در حین بکارگیری و بهره برداری از این سیستم در مخزن هوادهی حاصل می شود. به این ترتیب و با توجه به حذف واحد های ته نشینی، ضد عفونی و فیلتراسیون از سیستم متعارف تصفیه، فضای مورد نیاز جهت اشغال توسط فرآیند لجن فعال یا MBR به مراتب کوچکتر (حدود ۴ برابر کمتر از فرآیند لجن فعال متعارف) از فضای اشغال شده سیستم های لجن فعال متعارف می باشد. سیستم مدولار ممبرانی با افزودن مدول های دیگری از ممبران ها به آسانی برای رسیدن به ظرفیت های بالاتر قابل توسعه است.

ب) کاهش تولید لجن مازاد

در این فرآیند بدلیل زمان ماندگاری بالای لجن، تولید لجن مازاد تا ۷۰٪ کاهش پیدا می کند.

ج) کنترل کارآمد گرفتگی ها

هوای تمیز کننده که از کف مدول های ممبرانی به واحد هوادهی وارد و شستشوی معکوس واتوماتیک ممبران ها، سیستم کارآمدی را بوجود آورده و در نتیجه از گرفتگی آنها جلوگیری می کند.

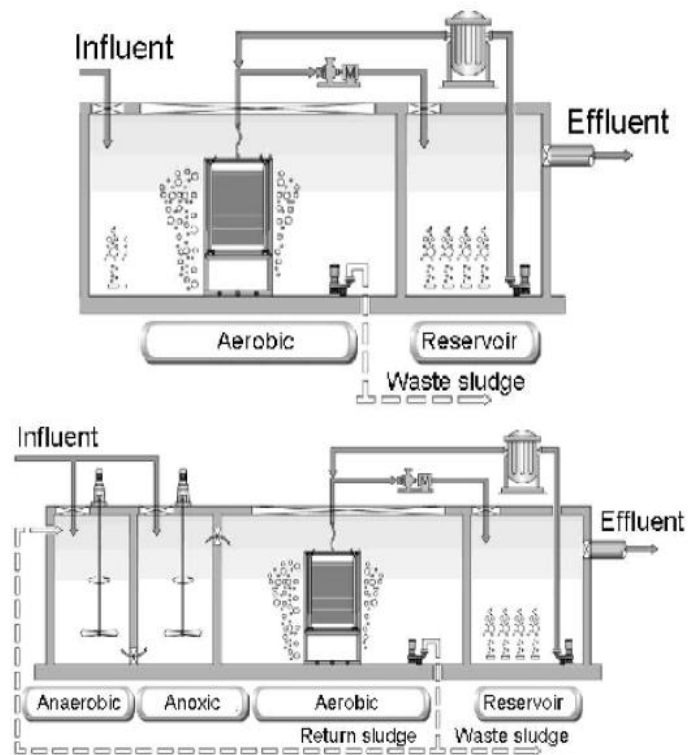
• کاربردهای فرآیند ممبران بیواکتور یا MBR

فرایند ممبران بیواکتور یا MBR برای کاربری های زیر مناسب است:

۱. برای ارتقاء ظرفیت تصفیه خانه های فاضلاب در حال بهره برداری.
۲. تصفیه فاضلاب های بهداشتی بخصوص در مناطقی که به لحاظ فضای تصفیه خانه محدودیت وجود دارد.

۳. استفاده مجدد و باز گردش پساب تصفیه شده تصفیه خانه های فاضلاب

[www.pars-mco.com,2012]



شکل (۲-۱۲): دو نوع از کاربردهای فرآیند MBR [www.pars-mco.com,2012]

برخی پارامترهای بهره برداری و راندمان حذف و کیفیت پساب خروجی از فرآیند MBR در

جدول های (۲-۳) و (۲-۴) ارائه شده است .

جدول (۳-۲): پارامترهای بهره برداری از فرآیند MBR [www.pars-mco.com,2012]

پارامتر	کمیت
دبی عبوری از واحد سطح ممبران یا شار (Flux) (در شرایط بهره برداری بلند مدت)	$15-30 \text{ L/m}^2.\text{h}$
غلظت توده سلولی فعال یا بیومس (Biomass) در سیستم	$5-25 \text{ g MLSS/L}$
زمان ماند سلولی میکروارگانیسم ها (SRT)	بیشتر از ۲۰ روز
میزان تولید لجن برحسب kgSS/kgCOD.d	کمتر از ۰/۲۵
زمان ماند هیدرولیکی سیستم	۹-۱ ساعت
نسبت F/M برحسب kgCOD/kgMLSS.d	کمتر از ۰/۲
میزان باگذاری حجمی سیستم برحسب $\text{kgCOD/m}^3.\text{d}$	تا ۲۰
میزان هوای مورد نیاز به ازای هر مدول از ممبران ها	$8-12 \text{ Nm}^3/\text{h}$
تناوب زمانی شستشوی معکوس (wash Back) ممبران ها	۵-۱۶ دقیقه
دوره زمانی شستشوی معکوس ممبران ها (در هربار انجام آن)	۱۵-۳۰ ثانیه
مصرف انرژی برق سیستم	$0.2-0.4 \text{ Kwh/m}^3$

جدول (۴-۲): راندمان حذف و کیفیت پساب خروجی از فرآیند MBR [www.pars-mco.com,2012]

پارامتر	راندمان حذف	کیفیت پساب تصفیه شده خروجی
TSS	بیشتر از ۹۹ درصد	کمتر از ۲ میلیگرم در لیتر
کدورت	۹۸/۸-۱۰۰ درصد	$<1 \text{ NTU}$
COD	۸۹-۹۸ درصد	۱۰-۳۰ میلیگرم در لیتر
BOD	بیشتر از ۹۷ درصد	کمتر از ۵ میلیگرم در لیتر
NH ₃ -N	۸۰-۹۰ درصد	کمتر از ۵/۶ میلیگرم در لیتر
N total	۳۶-۸۰ درصد	کمتر از ۲۷ میلیگرم در لیتر
P total	۶۲-۹۷ درصد	۰/۳-۲/۸ میلیگرم در لیتر
میزان کل کلیفرم ها Total Coliforms	۵-۸ Log	$<100 \text{ CFU/100 ml}$
میزان کلیفرم های مدفوعی Faecal Coliforms	۰	$<20 \text{ CFU/100 ml}$

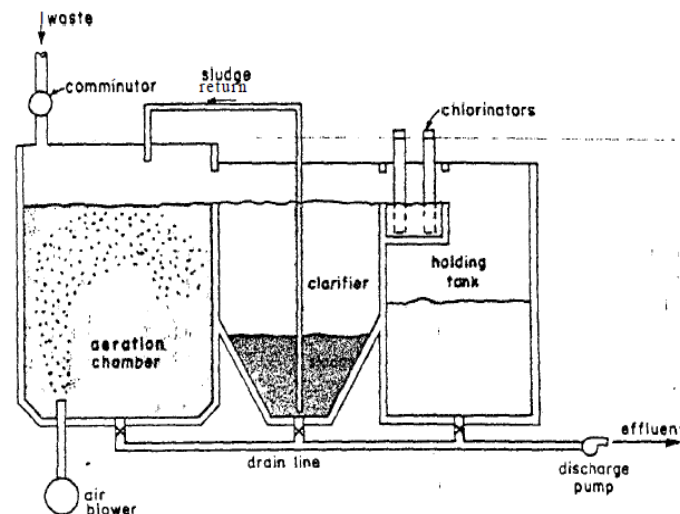
اغلب به دلیل سایز و وزن دستگاه های تصفیه، نیاز به تعمیر و نگهداری منظم و نیاز به پذیرش مداوم پساب، تصفیه بیولوژیکی بر روی فاضلاب کشتی ها انجام نمی شود. به هر حال فرایند تصفیه بیولوژیکی در بسیاری از کشتی ها انجام می شود و تحقیقات مداوم برای سیستم های ساده تر

و قابل اطمینان تر که در آینده مورد استفاده قرار گیرد، در حال انجام است. اکسیداسیون بیولوژیکی دریایی مشابه عملیاتی است که در خشکی انجام می گیرد. در حال حاضر بسیاری از سیستم ها از روش هوادهی لجن فعال استفاده می کنند. فاضلاب کشتی وارد ۱۰ مخزن هوادهی می شود، جایی که با لجن فعال مخلوط شده و به مدت ۲۴ ساعت هوادهی می شود. پس از آن مواد زائد صاف و ضدغفونی شده و به دریا تخلیه می شوند. حال آنکه بخشی از لجن تصفیه شده و باقی مانده به مخزن هوادهی باز می گردد. لجن مازاد به صورت منظم و دوره ای باید از سیستم برداشته شده و به پایگاه تصفیه خشکی منتقل شود یا به منظور کاهش غلظت مواد جامد به مخزن هوادهی منتقل گردد. عدم انجام این کارها منجر به ته نشینی نامناسب لجن شده و مواد جامد به پساب منتقل می شود. برای ایجاد دستگاه تصفیه معمولاً لازم است میزان غذادهی بالایی به میکروارگانیسم ها انجام شود (شکل ۲-۱۳).

در صورتی که فرایند هوادهی در شرایط ایده آل به درستی عمل کند ، امکان تولید پسابی با کیفیت بالا با میزان BOD و غلظت مواد جامد معلق ۵۰ میلی گرم بر لیتر و میزان کلی فرم کمتر از ۱ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر وجود دارد.

تغییرات شوری فاضلاب نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است و برای غلبه بر آن از دستگاه MSD استفاده می شود. این سیستم ها فقط در برخی کشتی های بزرگ اقیانوس پیما استفاده می شوند. برای کشتی های کوچکتر، به دلیل محدودیت سایز و وزن و عدم امکان هوادهی به صورت مداوم استفاده از این سیستم اغلب غیر عملی است. فرایندهای تصفیه بیولوژیکی می توانند همراه با فرایند تصفیه فیزیکی شیمیایی باشند که در این صورت پسابی با کیفیت بالا تولید می شود. برخی از انواع این سیستم ها می توانند پسابی حاوی ۶ تا ۲۵ میلی گرم BOD در لیتر و ۵ تا ۱۳ میلی گرم در لیتر ماده جامد معلق تولید نمایند.

بر طبق مقررات دریایی تخلیه ایالات متحده در حال حاضر نیازی نیست پسایی که از سیستم بیولوژیکی تصفیه بدست می آید دارای کیفیت بالایی باشد. بنابراین استفاده از این سیستم ها برای تصفیه فاضلاب های دریایی در ایالت متحده در آینده نزدیک احتمالاً به حداقل می رسد [Bishop, P,L.,1983].



شکل (۲-۱۳): سیستم تصفیه بیولوژیکی فاضلاب [Bishop, P,L.,1983]

۲-۳-۱۰- اثرات زیست محیطی فاضلاب کشتی ها و لزوم تصفیه آن ها

اجرای این قوانین نیاز به میلیون ها دلار دارد. ایالت متحده بر این باور است که کشتی ها در حین حرکت مقدار ناچیزی از فاضلاب را به دریا تخلیه می کنند و اقیانوس قادر است این مقادیر را در خود حل کند. تخلیه فاضلاب کشتی ها به آب های ساحلی، لنگرگاه ها و مصب ها اهمیت دارد. چنانچه به هر دلیل پسماندها و فاضلاب های شناورها و کشتی ها به دریا وارد شود کیفیت آب را مورد تهدید قرار داده و سلامت انسان را به خطر می اندازد. انتقال بیماری هایی از قبیل حصه، وبا، اسهال، بروز عفونت های چشمی، گوش و گلو و سایر بیماری های عفونی توسط شنا در آب های آلوده به فاضلاب ویا از طریق مصرف صدف های آلوده به ویروس هاوارگانیزم های فاضلاب امکان پذیر می گردد. هر ساله ۲/۵ میلیون نفر در دنیا بر اثر خوردن اویسترهای آلوده دچار بیماری هپاتیت

می شوند. تخلیه فاضلاب های غلیظ تر جوامع بستر را تحت تأثیر قرار داده و برای اغلب پوده خواران که قادر به تجزیه آن نیستند مشکل ایجاد می کند. لذا باکتری های تجزیه کننده شروع به تجزیه کرده و اکسیژن تمام شده و محیط بی هوازی می شود. این باکتری ها بخاطر تولید گاز بوی نامطبوعی ایجاد می کنند. لذا محیط دیگر مناسب نبوده و موجوداتی که قادرند محیط را ترک کنند از آن جا رفته و بقیه از بین می روند و موجودات مقاوم تر مانند کرم های پرتار (پلی کیت ها) و لاشه خواران جایگزین گونه های قبلی می شوند. ماهیان نیز به بیماری های مختلفی دچار می شوند از جمله تومورهای پوستی یا برخی از آن ها باله هایشان تجزیه می شود. امکان بروز چنین اتفاقی در سطح آب هم وجود دارد. میکروارگانیزم هایی که در فاضلاب هستند نیاز به اکسیژن دارند بنابراین با تخلیه کردن فاضلاب به دریا مقدار اکسیژن آبی که در دسترس ماهیان و سایر آبزیان بوده به تدریج کاهش می یابد. علاوه بر آن مواد مغذی فراوان موجود در فاضلاب رشد جلبک ها را تشدید کرده و همین امر موجب می شود از نفوذ نور خورشید به قسمت های زیرین آب جلوگیری شود. وقتی جلبک ها از بین می روند نیز به وسیله باکتری ها تجزیه شده و در نتیجه اکسیژن محلول در آب را کاهش می دهد. جابجایی کالا و انبار آنها نیز باعث بوجود آمدن ضایعات و پس ماند ها ، پراکندگی یا نشت عناصری که ممکن است شامل مواد مضر یا سمی، عناصر ارگانیک یا ترکیبات نفتی باشند، می شود. آلودگی آب و آلودگی بستر ناشی از این جریانات باعث نابودی زیستگاه آبزیان و منابع شیلات می شود.

مشکل اصلی حرکت کشتی ها در آب ها و تخلیه غیر کنترل شده و تصادفی فاضلاب آنها در هر مکانی می باشد. این تخلیه ممکن است در زیستگاه های صدف ها (مناطق پرورش صدف) و یا مناطق شنا انجام گیرد که در نتیجه موجب به خطر افتادن سلامتی انسان ها می گردد. حجم فاضلاب تخلیه شده توسط کشتی های صنعت گردشگری و کشتی های تفریحی در ایالت متحده نامشخص است. برآوردها نشان می دهند که ترکیب فاضلاب تخلیه شده از ۸ میلیون کشتی و شناور (۴۶۰۰۰

کشتی تجاری، ۶۵۰۰۰ شناور ماهیگیری و ۱۶۰۰ شناور خصوصی فدرال) در یک کشور معادل فاضلاب شهری تولید شده از یک شهری با جمعیت بیش از ۵۰۰ ۰۰۰ نفر است. این حجم فاضلاب تولید شده روزانه در حال افزایش است. از آن جاییکه این فعالیت ها در مناطق نسبتاً کوچکی مانند لنگرگاه ها انجام می گیرد بنابراین اثری که در این مناطق می گذارد حائز اهمیت است. تحقیقات زیادی در رابطه با تخلیه فاضلاب های کشتی انجام شده است. در سال ۱۹۷۷، van hess، بیان کرد زمانی که کشتی از خود رد فاضلابی بر جای می گذارد در ابتدا میزان باکتری های کلی فرم افزایش می یابد و به حدود ۲۰ عدد در ۱۰۰ میلی لیتر می رسد و پارامترهای شیمیایی مانند BOD، نیتروژن، فسفر و مواد جامد معلق تفاوت زیادی نمی کنند. چنانچه تخلیه فاضلاب های تصفیه شده کشتی ها کنترل گردد غلظت کلیفرم‌هایی^۱ که بر جای می ماند به عدد قابل قبولی می رسد و این روش بهتر از نگهداری مواد زائد درون کشتی است.

در عملیات مربوط به انبار و جابجایی کالاهای نیز ضایعاتی مانند پس ماندهای کالاهای انبار شده به صورت فله ای، زباله های موجود آمده از کالاهای بسته بندی نشده، خرده چوب های ناشی از الوارهای استفاده شده برای ضربه گیر در جابجایی محموله ها، زباله های شناور و دیگر ضایعات روزانه، تولید می شود.

رعایت مسائل زیر موجب کاهش میزان زائدات تولیدی و دفع بهینه آنها می گردد. از جمله ایجاد تسهیلاتی برای سوزاندن خرده چوب ها در محل بندر و یا بکارگیری پس مانده های باقی مانده از انبار کالاهای فله یا ضایعات صنعتی کم خطر، در احیای اراضی جاهایی که دیوارهای محافظ جهت جلوگیری از نشت مواد مضر یا سمی طراحی شده اند. فاضلاب یا زباله های موجود آمده از فعالیت های شناورها را می توان بوسیله تسهیلات موجود در بندر دفع کرد. در شناورها بهتر است کمتر از کیسه ها و پلاستیک های یکبار مصرف استفاده شود و از ظروف و کیسه های قابل بازیافت بیشتر استفاده گردد.

¹ Coliform

برخی از کشتی‌هایی که جهت ماهیگیری در دریا شناور هستند، ضمن تولید ضایعات ماهی، آن‌ها را در دریا رها می‌کنند که این ضایعات دارای بوی نامطبوع و ناخوشایندی بوده و پس از رها شدن تکه‌های انواع ماهی‌ها و موجودات صید شده به دریا، بعد از مدتی این ضایعات تجزیه شده و اکسیژن آب را کاهش داده و کیفیت آب را نیز تغییر می‌دهند که برای جلوگیری از این مسئله دفع این گونه ضایعات باید در لنگرگاه‌ها و بنادر صورت گیرد.

بیشترین فاضلاب‌های تولیدی از شناورها به طور معمول حاصل از ظرفشویی‌ها، لباس شویی‌ها، دستشویی و غیره است. با توجه به قوانین وضع شده در رابطه با تخلیه فاضلاب‌ها، کشتی‌ها مجاز به تخلیه فاضلاب خام به دریا نیستند.

معمولاً برای توقف شناورها، ایستگاه‌ها یا لنگرگاه‌های مخصوص وجود دارد که تخلیه در این مناطق انجام می‌گیرد. براساس قوانین حفاظت محیط زیست ایالات متحده تمامی کشتی‌ها باید از سیستم دستگاه^۱ MSD (دستگاه بهداشت دریایی) برای دفع فاضلاب دستشویی استفاده کنند. این دستگاه یا سیستم جهت دریافت، نگهداری، تصفیه و تخلیه فاضلاب طراحی شده است و روی عرشه کشتی نصب می‌شود و از این طریق تخلیه انواع فاضلاب کشتی‌ها کنترل می‌گردد. بر طبق قوانین وضع شده، کشتی‌هایی که قبل از سال ۱۹۷۵ ساخته شدند باید این دستگاه را نصب کنند که انواع این دستگاه به طول کشتی بستگی دارد. کشتی‌هایی که بعد از سال ۱۹۷۵ ساخته شدند باید نوع ۱ و ۲ و یا نوع ۳ را نصب کنند و کشتی‌هایی که بعد از سال ۱۹۸۰ ساخته شدند باید فقط نوع ۲ و ۳ MSD را نصب کنند. (این قانون مختص فاضلاب دستشویی‌ها^۲ است و آب خاکستری (یا فاضلاب سینک‌ها، دوش، آشپزخانه و غیره) باید از طریق سیستم‌های تصفیه دریایی تخلیه شود.

^۱ Marine sanitation device

^۲ Black water- toilet waste

انواع دستگاه MSD عبارتند از:

نوع اول: سیستم مکانیکی این دستگاه در ابتدا مواد جامد و زباله ها را قبل از رها شدن به آب دریا کاهش می دهد و آن ها را ضد عفونی می کند و در طی این عمل میزان باکتری های موجود در آن تنظیم شده و ماده جامدی در آن مشاهده نمی شود. در واقع این دستگاه پسابی بدون مواد جامد قابل مشاهده تولید می کند و در پساب تولید شده از این سیستم باکتری های کلی فرم دفعی نباید بیشتر از ۱۰۰۰ تا در ۱۰۰ میلی لیتر باشد. این نوع سیستم باید برچسب گواهی گارد ساحلی آمریکا را داشته باشد [Bishop, P,L.,1983].

نوع دوم: سیستم تصفیه فاضلاب استانداردتر از نوع قبلی می باشند و نیاز به فضای بیشتر و انرژی بیشتری دارد. این نوع سیستم نیز باید برچسب گواهی از گارد ساحلی ایالت آمریکا را داشته باشد. در پساب تولید شده از این سیستم باکتری های کلی فرم دفعی نباید بیشتر از ۲۰۰ تا در ۱۰۰ میلی لیتر باشد و مواد جامدی که معلق در آن هستند نباید بیشتر از ۱۵۰ میلی گرم در لیتر باشند. نوع سوم: فاضلاب را تخلیه نمی کند. دارای تانکرهای نگهدارنده و سیستم های سوزاننده است که معمول ترند و نیاز به برچسب گواهی ندارد.

شناورهایی که ۶۵ فوت و یا کمتر از آن هستند ممکن است هر سه نوع سیستم MSD را داشته باشند و شناورهایی که بیشتر از ۶۵ فوت هستند دستگاه های MSD، نوع ۲ و ۳ را دارند. برای نگهداری دستگاه های MSD نوع ۱ و ۲ یک برنامه تعمیر و نگهداری منظم در کتابچه راهنما به مالک ارائه می گردد و زمان افزودن مواد شیمیایی، تمیز کردن الکترودها و غیره در آن تعیین می گردد. پساب هایی که از دستگاه های MSD نوع یک و دو تخلیه می شوند حاوی مواد مغذی و مواد شیمیایی سمی و پاتوژن ها هستند. تخلیه این سیستم ها نباید در لنگرگاه های قایق های تفریحی، مناطق گردشگری و شناکردن و غیره صورت گیرد [Bishop, P,L.,1983].

بیشتر کشتی های کوچک از نوع سوم استفاده می کنند. تخلیه این نوع کشتی ها باید در لنگرگاه ها صورت گیرد و می توانند بر اساس قوانین^۱ IMCO، زمانی که در فاصله ۱۲ مایلی از ساحل قرار دارند عمل تخلیه را انجام دهند. به دنبال قوانین ایالت متحده، سازمان بین المللی IMCO استانداردهایی به شرح زیر برای تخلیه فاضلاب های کشتی ها به آب های ساحلی ارائه نمود:

- میزان BOD^۲ نباید از ۵۰ میلی گرم بر لیتر تجاوز کند.
- میزان جامدات معلق کمتر از ۵۰ میلی گرم بر لیتر در شرایط ساحلی بوده و یا نباید از ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر باشد.
- تعداد باکتری های کلی فرم نباید از ۲۵۰ تا در ۱۰۰ میلی لیتر بیشتر باشد.
- این استانداردها هنوز در برخی از کشورها به تصویب نرسیده است اما قوانین مشابهی در آن ها اجرا می گردد. همانطور که مشاهده می شود قوانین و استانداردهای IMCO، به خصوص جهت کاهش غلظت BOD در فاضلاب، دقیق تر از قوانین ایالات متحده است.

۲-۴- امکانات لازم جهت مدیریت آب توازن و روش های تیمار موجود

بیش از یک قرن است که از آب دریا برای حفظ تعادل و پایداری کشتی ها استفاده می شود و کشتی های فله بر جدید می توانند بیش از یکصد هزارتن آب را در تانک های توازن خود حمل کنند. حمل و نقل دریایی، بیش از ۹۰ درصد کالاهای جهانی و همچنین مقادیر عظیمی آب توازن را نیز بین بنادر جابه جا می کند. البته آبی که به تانک های توازن شناورها پمپ می شود، حاوی ارگانیسم های زنده ای است که آنها نیز خود حاوی باکتری، فیتو پلانکتون ها و جانوران شناور بر سطح دریا، گیاهان، تخمدان ها و تخمک بسیاری از گونه ها هستند. بنابراین تخلیه بی قانون و

^۱ International Maritime Consultative Organization

^۲ Biochemical Oxygen Demand

بدون برنامه آب توازن، می تواند منجر به جابه جایی غیر عمدی گونه ها و معرفی گونه های بیگانه، ناسازگار و مهاجم جدید به زیستگاه های دیگر شود.

تصویب کنوانسیون مربوط به آب توازن کشتی ها، در فوریه سال ۲۰۰۴ توسط IMO، انگیزه و نیروی جدیدی به تحقیق و پیشرفت، جهانی در این زمینه بخشیده است. دانشکده علوم دریایی گرمسیری دانشگاه ملی سنگاپور، در اواخر دهه ۹۰، پروژه مشترکی را با دانشکده مهندسی و علوم محیط زیست دانشگاه صنعتی نانیانگ آغاز کرد که هدف آن تولید تخمدان های یک نوع گیاه دریایی شناور برای آزمایش میزان سودمندی فناوری های تصفیه ای بود که توسط دانشکده مهندسی و علوم زیست محیطی ابداع شده بودند.

این همکاری تا امروز ادامه داشته و اکنون نیز در حال طراحی فناوری چند جانبه انجام آزمایش های اولیه و نهایی برای یک سیستم واقعی تصفیه آب توازن بر روی کشتی است که توسط سازمان بنادر و امور دریایی سنگاپور هدایت می شود. تعدادی از شرکت های حمل و نقل دریایی هم در این طرح مشارکت دارند. هدف از انجام این طرح، ایجاد سیستمی است که استانداردهای قانونی مصوب IMO درباره تصفیه آب توازن کشتی ها پیش از تخلیه را تأمین کند. برای اینکه یک سیستم تصفیه آب توازن بتواند استاندارد عملکردی قانونی د-۲ مصوب IMO را تأمین کند، باید در هر مترمکعب از آب تخلیه شده، کمتر از ۱۰ ارگانیسم زنده بزرگتر یا مساوی ۵۰ میکرومتر و در هر میلی لیتر کمتر از ۱۰ ارگانیسم زنده بزرگتر یا مساوی ۱۰ میکرومتر، وجود داشته باشد.

همچنین در مورد سه میکروب خاص که شاخص آلودگی هایی از نوع ته نشینی هستند، آب تخلیه شده نباید از استانداردهای لازم برای تعداد آنها در واحد حجم فراتر رود. این استانداردها عبارتند از:

- تعداد میکروب های موسوم به ویبریوکلرا^۱ که تولید کننده مواد سمی هستند باید

کمتر از یک واحد شکل دهنده کلونی^۲ یا cfu در هر ۱۰۰ میلی لیتر باشد (یا کمتر

از یک cfu در هر گرم از جانوران شناور)

- تعداد میکروب های اشرشیاکولی^۳ باید کمتر از ۲۵۰ واحد شکل دهنده کلونی در هر

۱۰۰ میلی لیتر باشد.

- تعداد میکروب های نوع انتروکوکسی روده ای^۴ باید کمتر از ۱۰۰ واحد شکل دهنده

کلونی در هر ۱۰۰ میلی لیتر باشد. (جدول (۲-۵))

دامنه وسیع ارگانسیم هایی که مشمول این استانداردها می شوند (باکتری ها، گیاهان و جانوران شناور در دریا) این امکان که یک فناوری به صورت انفرادی قادر به تصفیه آب توازن باشد را منتفی می کند و به همین دلیل بسیاری از پژوهشگران در حال کارهای تحقیقاتی بر روی فناوری های ترکیبی هستند.

به علاوه چالش های عمده ای در تحلیل میزان سودمندی هر سیستم تصفیه ای وجود دارد که ناتوانی در بررسی حجم های نمونه بزرگ (درحد چند متر مکعب) که برای آزمایش ارگانسیم های بزرگتر از ۵۰ میکرومتر، مورد نیاز است، از آن جمله می باشد. بیشتر پژوهشگران با متمرکز کردن نمونه ها در حجم های کوچکتر که قابلیت مدیریت بیشتری دارند از عهده مشکل برمی آیند، اما این کار باید به گونه ای انجام شود که پیش از تجزیه و تحلیل ارگانسیم ها، آسیبی به آن ها وارد نشود.

چالش عمده دومی که به ویژه برای ارگانسیم های بین ۱۰ تا ۵۰ میکرومتر در کمترین اندازه وجود دارد این است که باید قابلیت زنده ماندن آنها را بررسی کرد . بسیاری از گونه های گیاهان ریز شناور بر سطح دریا، بویژه دیاتومه ها قابلیت جابه جایی سریع (ساده ترین ویژگی یک ارگانسیم زنده برای مشاهده شدن در زیر میکروسکوپ) را ندارند . بنابراین تشخیص سریع و مطمئن ارگانسیم های

¹ Vibrio cholerae

² colony forming unit

³ Escherichia Coli

⁴ Intestinal Enterococci

زنده از ارگانسیم های مرده یکی از موارد اصلی در پژوهش های بسیاری از گروه های تحقیق و توسعه ای آب توازن است. قانون د-۱ کنوانسیون، تعویض آب توازن در وسط اقیانوس ها را بعنوان یک روش موقتی مدیریت آب توازن برای کشتی های موجود مجاز می داند. استدلالی که برای این موضوع وجود دارد این است زنده ماندن ارگانسیم هایی که طی فرایند تعویض در وسط اقیانوس ها وارد تانک های آب توازن می شوند، تا هنگام تخلیه در آب های ساحلی و بنادر بعید است. این قانون تصریح می کند که تعویض آب تانک های توازن باید به گونه ای باشد که ۹۵ درصد از حجم آب موجود در تانک تعویض شود و تخلیه آن باید حداقل در فاصله ۲۰۰ مایل دریایی (۳۷۰ کیلومتری) سواحل صورت گیرد. میزان آب تخلیه شده کشتی هایی که به روش پمپ کردن، آب توازن را تعویض می کنند، باید حداکثر آب توازن هر تانک پمپ شود.

یکی از مؤسسات تحقیقاتی محیط زیست، روش هایی ابداع کرده و براساس تجزیه و تحلیل مجموعه ای از ویژگی های شیمیایی که به صورت طبیعی انجام می گیرند، تعویض های انجام شده در وسط اقیانوس ها را بررسی می کند. در واقع این کار با مقایسه ویژگی هایی که در آب های بندری غلظت بسیار بیشتری نسبت به آب های اقیانوسی دارند، انجام می شود. مؤسسات تحقیقاتی سنگاپوری برای استفاده جهانی از این طرح فعالیت می کنند. برای کمک به شناسایی، اولویت بندی، تحقیق و توسعه فناوری آب توازن در سنگاپور، دانشکده علوم دریایی گرمسیری، کارگاه آموزشی یک روزه ای در فوریه سال ۲۰۰۵ برگزار کرد که پژوهشگرانی از مراکز آکادمیک و نمایندگانی از بخش صنایع حمل و نقل دریایی در آن شرکت کردند. مجموعه ای از موضوعاتی که در سنگاپور ظرفیت تحقیق و توسعه درباره آنها وجود داشت از قبیل جوانب مختلف توسعه سیستم های تصفیه، آزمایش برای اطمینان از کارایی سیستم های تصفیه و سیستم های مدیریت، سیستم های ارزیابی خطرات و تشخیص مسیرهایی که گونه های مهاجم ناسازگار دریایی از آنها استفاده می کنند، در این کارگاه مورد شناسایی قرار گرفتند. البته موضوعات مورد تحقیق دانشکده علوم دریایی گرمسیری سنگاپور، دقیقاً به آب توازن

مربوط نمی شود. اهمیت برنامه های تحقیقاتی کنونی این دانشکده به مواردی مانند نظارت بر کیفیت آب های دریایی و مدل سازی عددی علم هیدرودینامیک، گونه های شکوفه های مضر جلبک ها و خزه ها، تعیین مشخصات ارگانیسم هایی که در لایه های سخت و آلوده زیر آب قابلیت رشد دارند و توسعه عوامل و مواد ضد آلودگی، مربوط می شود. در خلال این طرح ها، زیست شناسان دریایی دانشکده علوم دریایی گرمسیری سنگاپور، تعدادی از گونه های مهاجم ناسازگار بی مهره را در آب های این کشور تشخیص داده اند، اگرچه مکانیزم انتقال آنها به سنگاپور هنوز مشخص نشده، اما حضور آنها نشانگر این است که یک کشور بندری مانند سنگاپور نیازمند عملیات گسترده و دقیق تحقیق و توسعه درباره آب توازن است. طرح مدیریت آب توازن نباید با سایر طرح های مربوط به کشتی و برنامه سفرهای موردنظر تفاوت داشته باشد و باید بر اساس الزامات قانونی (سازمان IMO و الزامات بندر) تهیه شود و همچنین باید ضمن قرارگرفتن در مراحل عملیاتی کشتی توسط مأمورین و خدمه به مورد اجرا گذارده شود [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

جدول (۲-۵): استاندارد موجودات مختلف در آب توازن کشتی ها بر اساس معیار IMO

[مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

	IMO Regulation D-2 and Transport Canada	S363 – Ballast Water Management Act Section 1101 (f) ¹	California Advisory Committee ¹	S 770 National Aquatic Invasive Species Act Section (1101 (b) 3	Washington Administrative Code 222-170
Management approach	Exchange moving towards treatment only	Exchange moving towards treatment only	Exchange moving towards treatment only	Exchange moving towards treatment only	Exchange or treatment
Standard:	Proposed	Proposed	Recommended Interim	Proposed	Adopted Interim:
1) Organisms greater than 50 microns in minimum dimension:	<10 viable organisms per cubic meter	< 0.1 living organisms per cubic meter	No detectable living organisms	Promulgate numeric discharge standards to ensure that non-native species will not establish in US waters	Technology to inactivate or remove:
2) Organisms 10-50 microns in minimum dimension:	<10 viable organisms per ml	< 0.1 living organisms per ml	<10 ⁻² living organisms per ml	When no technology exists to accomplish above standard, treat with best performing treatment technology	95% zooplankton
3) Organisms less than 10 microns in minimum dimension:	No standards	No standard	< 10 ³ cfu bacteria/100 ml		99% bacteria & phytoplankton
4) Escherichia coli	< 250 cfu ^{III} /100 ml	<126 cfu/100 ml	<126 cfu/100 ml	<u>For existing vessels:</u> has a concentration of viable biological material that contains 99 percent fewer near-coastal plankton than the concentration of viable biological material of the intake water of the vessel.	
5) Intestinal Enterococci	<100 cfu/100 ml	< 33 cfu/100 ml	<33 cfu/100 ml		
6) Toxicogenic <i>Vibrio cholerae</i> (O1& O139)	<1 cfu/100 ml <1 cfu/gram of wet zooplankton samples	<1 cfu/100 ml <1 cfu/gram of wet weight of zoological samples;	<1 cfu/100 ml < 1 cfu/gram of wet zoological samples <10 ⁴ viruses/100 ml Final standards – no discharge of living organisms	<u>For new vessels:</u> has a concentration of viable biological material that contains 99.9 percent fewer near-coastal plankton than the concentration of viable biological material of the intake water of the vessel	

۲-۴-۱- گزینه مدیریت آب توازن و رسوبات آن برای فرماندهان کشتی

از آنجائیکه در چرخه مدیریت آب توازن سه مرحله وجود دارد - در حین برداشت آب توازن، روی کشتی و در هنگام تخلیه آن - بنابراین گزینه‌ها و روش‌های موجود در کاهش خطر گونه‌های مضر آبی و بیماری‌زا باید با این سه مرحله در ارتباط باشند. این گونه اقدامات عمده‌تاً دو دسته‌اند:

۱. اقدامات مقابله‌ای (که گزینه‌های مدیریت آب توازن را شامل می‌شود)

۲. اقدامات احتیاطی - آب توازن و رسوبات آن

۲-۴-۱-۱- اقدامات احتیاطی

عبارت از اقداماتی است که کشتی باید حتماً در هنگام برداشت آب توازن و تخلیه آن انجام دهد. دستورالعمل سازمان IMO در این زمینه در قطعنامه A.868(20) بند ۱-۱-۹ توصیه‌های خوبی را ارائه می‌کند. از جمله اینکه، برداشت آب توازن باید به حداقل رسیده و در صورت امکان در محل‌های زیر از برداشت آن خودداری شود:

- مناطقی که از طرف بندر به عنوان مناطق پرخطر از نظر وجود گونه‌های مضر آبی و بیماری‌زا معرفی شده است.
- در تاریکی هنگامی که ارگانیزم‌های ساکن بستر دریا به ستون‌های سطحی آب می‌آیند.
- در آب‌های بسیار کم‌عمق
- دستورالعمل سازمان IMO در ماده ۲-۱-۹ در خصوص نحوه برخورد با رسوبات آب توازن نیز توصیه‌هایی را ارائه می‌کند:

• در صورت امکان، پاکسازی مخازن آب توازن از رسوبات باید در آب های آزاد (وسط

اقیانوس) یا تحت شرایط کنترل شده ای در بندر یا حوضچه خشک مطابق با مقررات

مندرج در طرح مدیریت آب توازن کشتی و الزامات بندر صورت گیرد.

تحقیقات علمی نشان داده است که گونه های دریایی که از مناطق ساحلی برداشت شده اند در آب های آزاد اقیانوس ها دوام نمی آورند و به همین شکل آب های آزاد اقیانوس نیز تقریباً عاری از گونه های مضر هستند. از سوی دیگر گونه های ساکن در آب های آزاد نیز نمی توانند در مناطق ساحلی زنده بمانند. این موضوع انتخاب مناطقی را که در آن کشتی ها می توانند آب توازن برداشت کنند تحت الشعاع قرار می دهد.

از طرفی، تراکم ارگانیزم ها و رسوبات موجود در آب در مناطق کم عمق ساحلی بیشتر بوده و از برداشت آب توازن در این مناطق باید خودداری نمود.

کشتیرانی بین المللی به عنوان یکی از راه های اصلی جابجایی گونه های متفاوت بین زیست بوم های مختلف شناخته شده است. جانداران^۱ و عوامل بیماری زایی^۲ که در آب توازن و رسوبات موجود در مخازن توازن کشتی ها یافت می شوند، تأثیر اقتصادی و اکولوژیکی بسزایی بر تنوع زیستی دریایی، در بسیاری از مناطق دارند.

این جانداران و عوامل بیماری زا با انتقال و گسترش امراض و گونه های مضر برای انسان ها می توانند تهدیدی علیه سلامت و بهداشت نوع بشر قلمداد شوند. علی رغم تلاش های صورت گرفته طی سالیان اخیر و به ویژه پانزده سال گذشته در راستای مقابله با اثرات زیان بار آب توازن از طریق تدوین و تهیه قوانین، مقررات و راهکارهای بین المللی، هنوز ابزارها و روش های کاملاً جامع و رضایت بخشی جهت ممانعت از انتقال گونه های مختلف موجود در آب توازن و شیوه های فنی مدیریت تبادل آب توازن در دسترس نیست، که این موضوع علاوه بر دغدغه های زیست محیطی سبب نگرانی هایی

¹ Organisms

² Pathogens

هم در خصوص ایمنی کشتی و خدمه آن شده است. همین موضوع لزوم انجام تحقیقات بیشتر و وضع قوانین فراگیرتر و انجام تغییرات متناسب جهت بهبود و ارتقای طراحی کشتی‌ها و مخازن توان آن‌ها را ضروری تر می‌سازد [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]. در جدول (۲-۶) فهرست برخی از بی مهرگان حمل شده در آب توازن توسط کشتی‌ها ارائه شده است.

جدول (۲-۶): فهرست برخی از بی مهرگان حمل شده در آب توازن توسط کشتی [ijc.org,2012]

وضعیت تقسیم فعلی	نام علمی
نیواورلئان	<i>Daphnia rosea</i>
	<i>Bosmina nagmani</i>
بلغارستان، نیواورلئان	<i>Acanthocyclops americanus</i>
	<i>robustus A</i>
اروپا	<i>Corophium curvispinum</i>
	<i>C. sowinskyi</i>
	<i>Gmelinoides fasciatus</i>
	<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>
	<i>D.villosus</i>
	<i>Gammarus pulex</i>
	<i>Pontogammarus crassus</i>
	<i>P. obesus</i>
	<i>P. robustoides</i>
	<i>P. maeoticus</i>
	<i>Jaera sarsi</i>
	<i>Limnomysis bendini</i>
دریای سیاه، آزوف و خزر	<i>Paramysis intermedia</i>
	<i>P. lacustris</i>
	<i>P. ullskyi</i>
	<i>Hemimysis anomala</i>
	<i>Polypodium hydrifrome</i>
	<i>Hypania invalida</i>
	<i>Benthophilus stellatus</i>
	<i>Neogobius fluviatilis</i>
	<i>Limnoperna fortune</i>
	<i>Pomacea caniculata</i>
آسیا، آمریکای جنوبی	<i>Marisa cornuarietis</i>
فلوریدا، تگزاس	<i>Biomphalaria glabrata</i>
نواحی نیمه حاره ای	<i>Melanoides tuberculata</i>
	<i>Indoplanorbis exustus</i>
	<i>Clupeonella caspia</i>
دریای سیاه، آزوف و خزر، رود خانه ولگا	<i>Cercopagis pengoi</i>

۲-۴-۲- شناسایی گونه های مهاجم

ارگانیزم های آبی مضر و بیماری زا به ارگانیزم هایی اطلاق می شود که در صورت ورود به دریا و آب های شیرین ممکن است سلامت انسان را به خطر انداخته، به منابع زنده و آبی، زیستگاه های طبیعی، تنوع زیستی آسیب رسانده و در استفاده مشروع از دریا اختلال ایجاد نماید. انتقال موجودات و ارگانیزم های دریایی بیگانه توسط آب توازن کشتی ها و یا از طریق چسبیدن به بدنه کشتی به عنوان یکی از عوامل بزرگ تهدید کننده اقیانوس ها و دریاها می باشد. فعالیت های انسان نیز انتشار گونه های آبی را تسهیل نموده است. این امر در طول هزاران سال روی داده تا جایی که گونه های آبی روی بدنه و تجهیزات کشتی ها جابجا و مستقر شده اند. امروزه آب توازن به عنوان عامل اصلی انتقال حداقل ۷۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ گونه مختلف از جمله میکروب ها، گیاهان و جانوران دریایی در سراسر جهان شناخته شده اند که بی تردید علت این امر افزایش تعداد مسافرت های دریایی، افزایش انتقال آب توازن در سراسر دنیا توسط کشتی ها و افزایش سرعت کشتی ها (که به بقای موجودات دریایی کمک می کند)، می باشد. هنگامی که این جانداران به محیط جدید وارد می گردند ممکن است مهاجم شده و اکوسیستم بومی آن محیط را بهم ریخته، فعالیت های اقتصادی مانند صیادی و آبی پروری را تحت تاثیر قرار دهند و یا باعث بروز بیماری و حتی مرگ و میر در انسان ها شوند. یکی از ویژگی های اغلب ارگانیزم های مضر آبی و بیماری زا قابلیت تبدیل به گونه های مهاجم است. بطوریکه زیستگاه طبیعی گونه های بومی را اشغال کرده و جایگزین آنها می شوند. به همین خاطر اغلب به آنها مهاجمان آبی می گویند. گاهی اوقات نیز آنها را با نام گونه های غیر بومی می خوانند. با وجود اینکه هزاران ارگانیزم آبی و بیماری زا که ممکن است بصورت مهاجم باشند وجود دارد، ۱۰ نوع از این گونه ها که در سراسر دنیا شناخته شده هستند در پروژه آب توازن به منظور نشان دادن اهمیت خطر مورد متوجه قرار گرفته اند، که عبارتند از:

۱. ویبریو کلرا^۱

۲. کک آبی^۲

۳. خرچنگ یک انگشتی^۳

۴. جلبک سمی^۴ (کشند قرمز، قهوه ای، سبز)

۵. گوبی گرد^۵

۶. خرچنگ سبز اروپایی^۶

۷. جلبک آسیایی^۷

۸. زبرا ماسل^۸

۹. ستاره دریایی شمال اقیانوس آرام^۹

۱۰. شانه دار شمال آمریکا^{۱۰}

در شکل (۲-۱۴) تصاویر برخی گونه های مهاجم نشان داده شده است.

¹ vibrio cholerae

² cercopagis pengoi

³ mitten crab{eiocheir}

⁴ Dinoflagellate

⁵ Neogobius melanostomus

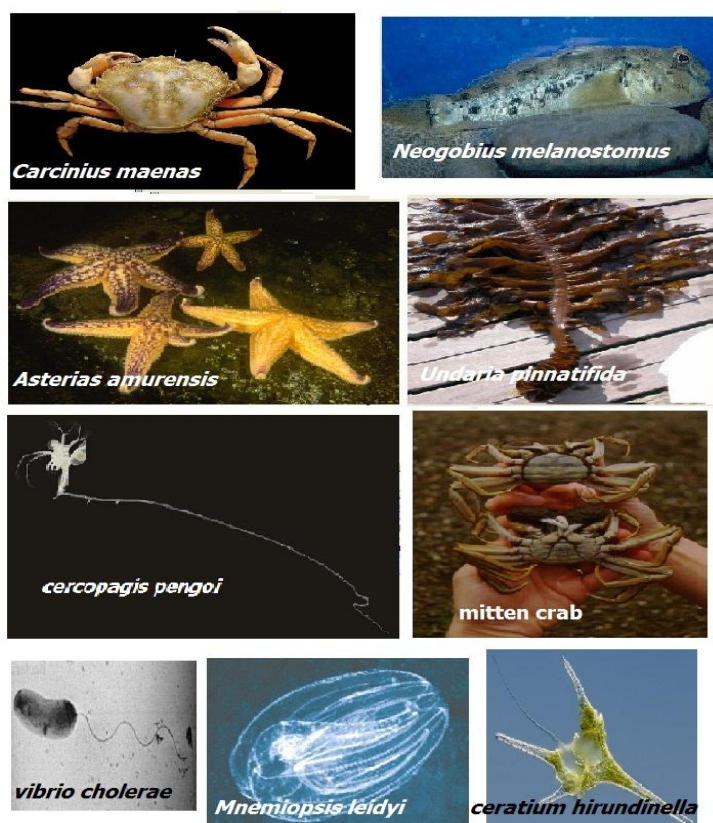
⁶ Carcinus maenas

⁷ Undaria pinnatifida

⁸ Dreissena polymorpha

⁹ Asterias amurensis

¹⁰ Mnemiopsis leidyi



شکل (۲-۱۴): تصاویر تعدادی از گونه های مهاجم

۲-۴-۲-۱- شانه دار آمریکای شمالی^۱:

شانه دار آمریکای شمالی به عنوان جانوری مهاجم، توان تولید مثل و تطابق فیزیولوژیکی بالایی دارد و به همین دلیل مستعد است به مناطق جدید منتقل شود و می تواند به مدت ۳ هفته یا بیشتر از طریق کاهش اندازه بدن بدون غذا زنده بماند. همچنین در دامنه وسیعی از زیستگاه های دریایی قادر به زندگی است و در درجات متفاوت شوری، دما و کیفیت آب یافت می شود. طبق شواهد موجود گفته می شود که این گونه از طریق آب توازن کشتی هایی که از کانال ولگا-دن وارد دریای خزر شده اند، به این دریا راه یافته است و زمانیکه برای اولین بار در سال ۱۹۹۹ به وجود این گونه پی برده شد، احتمالاً مدت زیادی از حضور آن در دریای خزر می گذشته است. به

¹ Mnemiopsis leidyi

طوری‌که جمعیت این جانور و پراکنش آن در سرتاسر دریا آنچنان غافلگیرکننده بود که امیدی به استفاده از هیچ روشی جهت پیشگیری از گسترش بیشتر آن وجود نداشت. این جاندار، گونه‌ای مخرب است و در شرایط مطلوب با سرعت زیادی تکثیر می‌یابد و از زئوپلانکتون‌ها تغذیه کرده و با برهم زدن توده‌های آنها زنجیره غذایی و اکوسیستم محیط خود را مختل می‌سازد. گسترش این گونه در سال‌های دهه ۹۰ به رکود شدید صنایع صیادی در دریای سیاه و دریای آزوف و پیامدهای جدی اقتصادی و اجتماعی منجر شد و اکنون در حال مختل ساختن توده‌های محلی ماهی کیلکا در دریای خزر می‌باشد. از اثراتی که این گونه با ورود خود بر یک منطقه آبی جدید می‌گذارد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. ایجاد تغییر در ترکیب کمی و کیفی زئوپلانکتون‌ها و برخی از فرم‌های آن‌ها که در

ترکیب غذایی Mnemiopsis نقشی ندارد.

۲. کاهش فراوانی برخی از گونه‌های ماهیان به علت تغذیه شانه دار از تخم‌ها و

لاروهای آن‌ها

۳. کاهش میزان ذخایر ماهیان در نتیجه دو فاکتور مذکور

۴. تغذیه شانه دار Mnemiopsis از لاروهای پلانکتونی بی‌مهرگان کف‌زی می‌تواند

منجر به کاهش فراوانی آن‌ها شود.

۵. رشد انبوه Mnemiopsis بر روند بیوشیمیایی، بخصوص بر عناصر اصلی بیوژن تأثیر

خواهد داشت که این امر به نوبه خود منجر به تغییراتی در روند تولیدات حوزه آبی

می‌شود.

۶. هنگامی که جمعیت انبوه از این شانه دار تلف می‌شود به علت تجزیه آن‌ها به

واسطه مواد آلی نه تنها آلودگی‌های شدیدی ایجاد می‌شود بلکه نمونه‌های بزرگ

آن، رسوبات کفی را افزایش می دهند و این امر منجر به وخامت میزان اکسیژن در لایه های ضخیم و لایه های کفی می شود.

۷. رشد انبوه این شانه دار در حوزه های جدید ممکن است منجر به افزایش شدید برخی از گونه هایی گردد که از آن تغذیه می کنند و ممکن است طیف غذایی این فرم ها گسترده تر گردد [امانی عبدالملکی و همکاران، ۱۳۸۲].

به طور کلی تمام این فاکتورها می توانند منجر به تغییراتی در روند تولیدات اکوسیستم دریا گردند و در نتیجه پایداری و ثبات ساختاری دریا در برخورد با آلودگی های ناشی از انسان کاهش یابد. اگر چنانچه ورود گونه های مهاجم در مراحل اولیه شناسایی شده و راهکارهای مقابله با آن مورد بررسی قرار گیرد و از طرفی اطلاعات زیست محیطی منطقه تا حد قابل قبولی در دسترس باشد، هزینه انجام پروژه های کنترلی مشابه آنچه در توضیح دیاگرام های هزینه کرد، به آن اشاره گردیده، خواهد بود. اما در موارد مشابه برای شانه دار دریای خزر، صرف بودجه های چندمیلیاردی علاوه بر هزینه های ناشی از خسارات وارده در اثر ورود گونه مهاجم، دور از انتظار نمی باشد و همچنین زمان مورد نیاز برای مقابله بسیار طولانی تر خواهد بود و همانگونه که مشاهده می شود تا چندین سال افزایش می یابد [www.pars-mco.com, 2010].

از جمله اقداماتی که در زمینه مبارزه با این گونه صورت می گیرد عبارت از سه روش مکانیکی، فیزیکی - شیمیایی و بیولوژیکی است.

• روش مکانیکی

در روش مکانیکی مبارزه با شانه دار Mnemiopsis این امکان وجود دارد که موجودات را از محیط آبی خارج نمود که در هنگام صید، صدماتی به آن ها وارد می شود که منجر به عواقب ناگواری می گردد. از سوئی شکل گیری تراکم انبوه Mnemiopsis، شرایط بکارگیری این روش را ملزم

می کند و از سوی دیگر، تولیدات تدریجی و همیشگی این گونه بکارگیری این روش را با مشکل مواجه می کند. نمونه های صدمه دیده این گونه، به سرعت قسمت صدمه دیده را ترمیم می کنند. بنابراین با از بین رفتن این گونه با روش مکانیکی در تراکم ها، نه تنها نتیجه دلخواه بدست نمی آید بلکه به علت تکثیر مجدد منجر به افزایش فراوانی آن ها می شود.

• روش فیزیکی - شیمیایی

در روش فیزیکی-شیمیایی، شرایط نامساعد بیوتیک برای این گونه ایجاد می شود. روش های شیمیایی عواقب بهتری در ارتباط با مبارزه Mnemiopsis دارند. در ضمن باید بررسی شود که کدام ماده برای Mnemiopsis سمی است و در عین حال اثر مخربی برای دیگر موجودات دریای خزر ندارد. به هر حال اتخاذ چنین تصمیماتی به یکسری تحقیقات دقیق سم شناسی نیاز دارد.

• روش بیولوژیکی

در روش بیولوژیک می توان به تولید یا تکثیر مصنوعی دشمن طبیعی این گونه (تکثیر موجودات شکارچی که از این گونه تغذیه می کنند) ، از جمله Beroe اشاره کرد که گونه ای از شانه داران است ، از Mnemiopsis تغذیه و در آب هایی با شوری زیاد و در دریای سیاه زندگی می کند. این نکته را باید یادآوری نمود که شوری دریای خزر از دریای سیاه کمتر است. به هر حال اگر این گونه شرایط زیست و رشد خود را در دریای خزر بیابد، در این صورت نه تنها از Mnemiopsis تغذیه می کند و هیچ لطمه ای به دیگر ارگانیسم های دریا وارد نخواهد کرد بلکه ساختار مجموعه دریای خزر را بازسازی خواهد کرد [امانی عبدالملکی و همکاران، ۱۳۸۲].

۲-۴-۲-۲- ماسل طلایی^۱:

این گونه به صورت بومی در رودخانه‌های جنوب شرقی آسیا یافت می‌شود و اکنون به صورت لارو به آب‌های آمریکای جنوبی انتقال یافته است. این گونه از طریق ساحل آرژانتین به رودخانه‌های برزیل رسیده است و با تکثیر سریع خود به گرفتگی لوله‌های برداشت آب در نیروگاه‌های آبی و اختلال در ساختارهای مشابه منجر شده است. زنجیره غذایی ماهی‌های محلی نیز تحت تاثیر این گونه دچار اختلال شده است.

۲-۴-۲-۳- شکوفایی جلبک‌های سمی^۲:

شکوفایی یک پدیده زیست محیطی است که به دلیل تجمع مواد مغذی (فسفر، نیتروژن و گاهی سیلیس) و مناسب بودن شرایط غیر زیستی دیگر از جمله pH، دما، شوری و حتی وزش جریان باد در فصول مناسب به ویژه فصل بهار و تابستان تا پاییز اتفاق می‌افتد. گونه‌های بسیاری می‌توانند باعث بروز امواج سرخ شوند و تعداد زیادی از این گونه‌ها به نقاط جدید انتقال یافته‌اند. در بین جمعیت فیتوپلانکتونی بیشترین موارد شکوفایی در نتیجه دینافلاژله‌ها ایجاد می‌شود. افزایش ناگهانی جمعیت فیتوپلانکتون‌ها باعث تغییر رنگ آب دریا می‌شود. این گونه‌ها توده‌های مخرب جلبکی ایجاد می‌کنند و بسته به نوع گونه با جذب اکسیژن محیط، انتشار سم یا مخاط باعث مرگ گونه‌های آبزی می‌شوند. آن‌ها باعث آلودگی سواحل و اختلال در گردشگری و جاذبه‌های محیطی نیز می‌شوند در حالی که برخی از آنها با آلوده ساختن سخت‌پوستان، به بیماری یا مرگ انسان منجر می‌شوند به این صورت که مواد سمی حاصل از جمعیت سلول‌های فیتوپلانکتون‌ها در صورتی که جانوران را از بین نبرد در بافت‌های بدن آن‌ها جمع می‌شود و معمولاً در دوره شکوفایی که همزمان با پرورش آبزیان در کنار دریا اتفاق می‌افتد پس از صید به عنوان غذا در اختیار انسان قرار می‌گیرند

¹ *Limnoperma Fortunei*

² Red tide

که در صورت پخت نامناسب در سیستم متابولیسم بدن انسان می تواند باعث عارضه بیماری فلج حاصل از تجمع مواد سمی شود.

۴-۲-۴-۲ ستاره دریایی *Asterias amurens*

این ستاره دریایی از طریق آب توازن کشتی هایی که از ژاپن می آمدند در سال ۱۹۸۰ میلادی وارد آب های استرالیا شد. این گونه در آب های استرالیا هیچ گونه شکارچی یا رقیبی ندارد به این ترتیب رشد سریع و زیادی داشته و جمعیت آن در حال گسترش است و در حال تغییر محیط زیست منطقه است. این ستاره دریایی از شکارچیان و مصرف کنندگان صدف های بومی مانند اویستر ها، ماسل ها و اسکالوپ های این مناطق است که یک تهدید بسیار مهم در صنعت تجارت صدف می باشد.

۵-۲-۴-۲ صدف *Dreissena polymorpha*

این صدف در سال ۱۹۸۰ میلادی از طریق آب توازن کشتی های اروپایی وارد دریاچه های آمریکای شمالی شد این گونه به سطوح سخت مانند سنگ ها و لوله های داخل آب درون دریاچه می چسبد. عدم وجود شکارچیان موجب رشد و گسترش این گونه شده و در حال حاضر به ۴۰ درصد از آبراهه های داخلی ایلات متحده هجوم آورده است. تخمین زده شده که از سال ۱۹۸۹، ۵ میلیارد دلار صرف تمیز کردن آبراهه های تخریب شده، گردیده است [IMO ;1997] .

۵-۲-نمونه برداری از آب توازن

مقامات مسئول در بندر می توانند از آب توازن کشتی قبل از ورود آن به بندر یا در طی روند نظارت بر حسن اجرای قوانین (CME) (مدول ۹) نمونه برداری کنند و یا اینکه از کشتی درخواست

کنند که نمونه‌ای از آب توازن خود را ارائه کند. در صورت مشاهده گونه‌های مضر آبی و بیماری‌زا در آب توازن، کشتی باید اقدامات خاصی را انجام دهد یا ممکن است نیاز به اعمال استراتژی اضطراری بندر در این خصوص باشد.

پس از نمونه‌برداری از آب توازن به منظور نظارت بر حسن اجرای قوانین یا هر قصد دیگری (مثلاً اهداف تحقیقاتی)، مقامات بندر باید حتی‌المقدور برای انجام این امور زمان معطلی و تاخیر کشتی را به حداقل برسانند.

مقامات بندر باید علت نمونه‌برداری از آب توازن کشتی (مثلاً انجام نظارت بر حسن اجرای قوانین یا اهداف تحقیقاتی) را به اطلاع فرمانده کشتی برسانند. در صورت درخواست اپراتور کشتی، نتایج حاصل از تحلیل نمونه‌برداری آب توازن باید در اختیار وی قرار گیرد.

نمونه‌برداری بیولوژیک از آب توازن به منظور ایجاد یک پایگاه اطلاعاتی جامع باید توسط متخصصین امر از قبیل بیولوژیست‌ها یا تکنسین‌های علوم دریایی صورت گیرد. زیرا پرسنل بندر به احتمال زیاد دارای تخصص‌های لازم در این خصوص نمی‌باشند. بنابراین هماهنگی‌های لازم باید با موسسات فنی، دانشگاه‌ها یا آزمایشگاه‌های تخصصی به منظور انجام نمونه‌برداری صورت گیرد.

شاید بتوان گفت، مهمترین جنبه شناسایی گونه‌های آبی جنبه سم‌شناسی آنهاست. تفاوت‌هایی بسیار ناچیزی بین گونه‌های یک گروه ممکن است وجود داشته باشد. سم‌شناسان معمولاً در دامنه محدودی از گونه‌ها تخصص دارند و به همین دلیل در برخی از موارد نیاز است که میان موسسات فنی داخلی و متخصصین بین‌المللی تماس‌ها و تبادل نظرهای لازم صورت گیرد.

۲-۵-۱- استانداردسازی روش نمونه‌برداری

در حال حاضر، استاندارد خاصی در سطح جهانی در رابطه با روش‌های علمی نمونه‌برداری و تحلیل آب توازن وجود ندارد و موضوع توسط سازمان بین‌المللی دریانوردی در دست بررسی است. این

موضوع به ارتباط بین کشتی و بندر در ارتباط با الزامات بندر و توانایی‌های کشتی اهمیت بیشتری می‌بخشد. معمولاً ضرورتی ندارد که خدمه کشتی عمل نمونه‌برداری را انجام دهند مگر در مواردی که درخواست شود که این امر تحت نظارت مقام ذیصلاح صورت خواهد گرفت. نمونه‌برداری ممکن است بسته به شرایط از یک مخزن خاص، به ویژه هنگامی که کشتی آب توازن را برداشت کرده و یا در مواقع ارزیابی خطر ناشی از آب توازن، ضرورت داشته باشد. فرمانده کشتی موظف است که در جریان نمونه‌برداری کمک‌های لازم از قبیل در اختیار قرار دادن افسران یا خدمه کشتی، طرح مدیریت آب توازن کشتی، سوابق ثبت شده در خصوص آب توازن و محل نمونه‌برداری را ارائه کند.

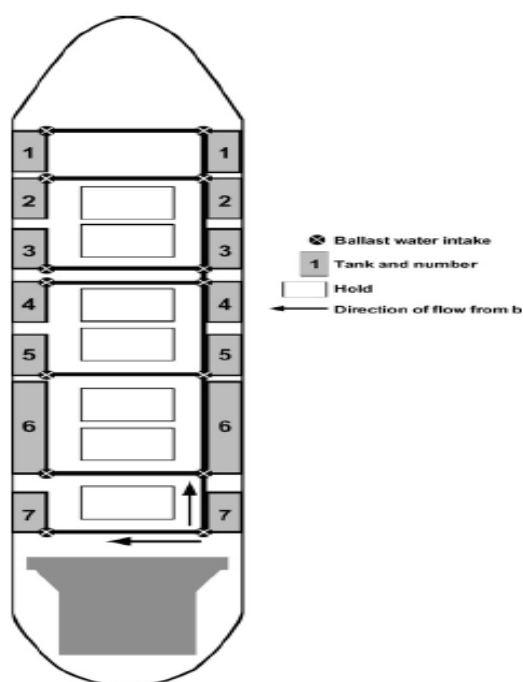
محل و نحوه دسترسی مناسب و آسان جهت نمونه‌برداری آب توازن باید در طرح مدیریت آب توازن کشتی قید شود. فهرستی از نقشه‌ها و نمودارها، محل‌ها و نحوه دسترسی به لوله‌ها و مخازن آب توازن را نشان می‌دهد تا خدمه بتوانند سریعاً به مقامات ذیصلاح در صورت نیاز به نمونه‌برداری حداکثر کمک و یاری را برسانند. کلیه الزامات ایمنی لازم باید به اطلاع افسران بندر مسئول نمونه‌برداری آب توازن در هنگام ورود به کشتی برسد.

۲-۵-۲- نقاط نمونه‌برداری از آب توازن و رسوبات آن در کشتی

معمولاً نیازی به نمونه‌برداری توسط خدمه کشتی نخواهد بود مگر بنا به درخواست آشکار و تحت نظارت مامور بندر.

ارائه فهرست یا نموداری از نقاط نمونه‌برداری از لوله‌ها و یا مخازن آب توازن و راه‌های دسترسی به آنها برای اینکه خدمه کشتی بتوانند به سرعت به مامورین بندر که قصد نمونه‌برداری دارند کمک کنند، الزامی است. کلیه رویه‌های مربوط به ایمنی کشتی جهت رعایت در هنگام ورود به فضاهای نیمه محصور باید به مامورین بندر اطلاع داده شود. برای نمونه‌برداری از مخازن حاوی

آب توازن، باید با لوله‌های اندازه‌گیری ارتفاع مایعات^۱ از مخازن کف، مخازن آب شیرین سینه و پاشنه، مخازن جانبی بالا و پایین نمونه‌برداری شود. ارتباط موثر بین کشتی و بندر می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای این گونه فعالیت‌ها را تسریع کرده و از تاخیر بی‌مورد کشتی جلوگیری کند. برای نمونه‌برداری از مخازن آب توازن نحوه دسترسی در شکل (۲-۱۵) نشان داده شده است [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].



شکل (۲-۱۵): موقعیت شماتیک دریچه‌های تخلیه آب توازن [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

۲-۵-۳ روش‌های نمونه‌برداری

نمونه‌برداری از آب توازن بر اساس انتخاب برخی از کشتی‌ها با توجه به بنادری که قبلاً در آن تردد کرده‌اند، سابقه نامطلوب کشتی و همچنین برنامه نمونه‌برداری آماری که باید در سطح ملی هماهنگ شده باشد، صورت می‌گیرد.

¹ sounding pipes

تاریخ و زمان نمونه‌برداری باید از قبل برنامه‌ریزی شده و متعاقباً به اطلاع نماینده کشتی برسد و نماینده کشتی وظیفه دارد مراتب را به اطلاع فرمانده کشتی برساند. با این حال توصیه می‌شود که مامورین بندر با نماینده کشتی تماس حاصل کرده و زمان مناسبی را برای نمونه‌برداری مشخص کنند که متناسب با زمان بازرسی عادی کشتی بوده و فعالیت طبیعی کشتی را مختل نکند. مکان و آرایش مخازن آب توازن در هر کشتی متفاوت است. لازم است که مامور بندر مکان مخازن آب توازن را در هر کشتی قبل از شروع فعالیت کشتی مشخص نماید.

اقدامات ایمنی کشتی باید همواره در روند نمونه‌برداری اعمال شود و مامور بندر باید از لباس محافظتی مناسب استفاده نمایند و آموزش‌های لازم در خصوص انجام نمونه‌برداری دیده باشد و از داشتن تجهیزات لازم برای انجام بازرسی اطمینان حاصل نماید [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

یکی از قسمت‌های مهم نمونه‌برداری زدن برچسب است. مامور بندر باید اطمینان حاصل کند که حداقل اطلاعات لازم به روشنی (با جوهر ضد آب) روی برچسب شیشه نمونه گرفته شده به شرح زیر درج شده باشد:

- علامت آب یا رسوب بودن نمونه برداشت شده
- هدف از نمونه‌برداری
- نام کشتی
- بندر نمونه‌برداری
- تاریخ نمونه‌برداری
- تاریخ برداشت آب توازن در آخرین بندر
- بندر محل برداشت آب توازن
- شماره مخزن/انبار نمونه‌برداری شده
- شماره شناسایی نمونه برداشت شده

- نام مامور نمونه بردار

در صورتیکه هماهنگی بیشتری در خصوص نمونه برداری رسوبات با فرمانده کشتی نیاز باشد، این هماهنگی ها صورت گرفته و در بسیاری از موارد نمونه برداری توسط خدمه کشتی با حضور مامور بندر صورت می گیرد.

۲-۵-۴- تجهیزات، آموزش ها و مهارت های لازم

بمنظور انجام برخی از تست های آب توازن لازم است نمونه برداری هایی از پلانکتون داخل آب توازن (شامل فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون و ایکتیوپلانکتون) صورت گیرد. برای این منظور بهتر است نمونه برداری از طریق دریچه های ارتباطی بین مخزن آب توازن و سطح کشتی و از نزدیک کف تا سطح آب انجام شود. در صورت امکان نمونه برداری از بخش های مختلف تانکر صورت پذیرد. مراحل بعدی کار تثبیت و بررسی آزمایشگاهی نمونه های می باشد. ثبت اطلاعات محیطی و منطقه ای نمونه برداری نیز ضروری است زیرا برای هر بار نمونه برداری، اطلاعات موردنظر در فرم های مربوطه ثبت می گردد.

۲-۵-۴-۱- عملیات نمونه برداری

نمونه برداری پلانکتون از آب های دریایی با استفاده از انواع تورهایی انجام می شود که از طریق آنها حجم زیادی از آب فیلتر می شود تا تراکم آنها زیاد شود. تور پلانکتونی شامل کیسه های مخروطی است که دارای یک حلقه فلزی در انتهای دهانه و یک بطری جمع آوری پلانکتون در انتها است. در خصوص ایکتیوپلانکتون نیز با توجه به تغییرات و مراحل رشد تخم و لارو ماهیان، ویژگی های رفتاری متفاوت در مراحل رشد و همچنین شرایط زیستگاهی، تجهیزات متنوعی جهت نمونه برداری و جمع آوری تخم و لارو مورد استفاده قرار می گیرد. ولی با توجه به اینکه اکثر ماهیان

دارای مرحله لاروی شناور می‌باشند، بکارگیری اشکال متفاوت تورهای نمونه‌برداری پلانکتونی با چشمه‌های ۵۰۰-۱۵۰ میکرون متداول است. انتخاب چشمه مناسب تور برای نمونه‌برداری، بستگی به اهداف و همچنین کاربرد نتایج تحقیق و بررسی داشته و از طرفی اندازه و مرحله رشد لاروی را نیز می‌توان جهت بکارگیری نوع تور و اندازه چشمه در نظر گرفت.

جنس تورها مختلف و از مواد مختلفی مانند ابریشم، پلی‌استر، نایلون و غیره تهیه می‌شوند. حداکثر بدام افتادگی فیتوپلانکتون در چشمه تور کمتر از ۲۰ میکرون است. بسته به درشتی چشمه تورها انواعی از مواد نایلونی غیرفیلامانی به کار می‌رود (جدول (۲-۷)). تعداد تورها و سوراخ‌های آنها در واحد سطح با افزایش درشتی تور افزایش می‌یابد.

معمولاً نمونه‌هایی که از سطح آب برای آنالیز پلانکتون گرفته می‌شود، در سطوح پلاستیکی تمیزی که حجم مدرج دارند، جمع‌آوری می‌گردند و آب در نهایت از طریق تور عبور می‌کند. در آب‌های کم عمق شور، پرورش میگو و در مرداب، جمع‌آوری نمونه‌های آب با استفاده از لوله‌های پلاستیکی محکم و یا قابل انعطاف صورت می‌گیرد. انتهای دیگر لوله سخت بوده و دارای یک سوپاپ گوی شکل از جنس PVC است که هوا را تخلیه می‌کند. این لوله به صورت عمودی قرار گرفته تا عمق را سنجش نماید و سپس در قسمت فوقانی بسته می‌شود تا آب را نگهداری نماید. این لوله را سپس بالا می‌کشند تا با این کار سوپاپ با دریچه هوا باز شود. نمونه جمع‌آوری شده را در مخزنی نگهداری می‌کنند و از یک توری عبور می‌دهند.

امروزه برای یک قاب تک، سیستم‌های چند موتوره جمع‌آوری نمونه‌ها نصب می‌شوند. این تورها را می‌توان مطابق با آنچه که شناور تحقیقاتی دستور می‌دهد، باز و بسته کرد. این قاب سنسورهای الکترونیکی را با خود حمل می‌کند که بسته به اطلاعات کسب شده درباره شوری، درجه حرارت آب، جریان آب، سطح نور، عمق نور و زاویه یدک کش، پاسخ‌هایی را به کامپیوتر شناور تحقیقاتی منتقل می‌کند [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

جدول (۷-۲): میزان چشمه تورهای نایلونی تکرشته‌ای مونوفیلament [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

میانگین چشمه بر حسب میکرون	شماره تور	میانگین چشمه بر حسب میکرون	شماره موتور
۸۸	۱	۵۰۸	۰
۷۸	۱۷	۳۰۶	۳
۷۲	۱۸	۲۸۸	۴
۷۰	۱۹	۱۸۴	۸
۶۵	۲۰	۱۳۰	۱۲
۶۲	۲۱	۱۱۵	۱۳
۵۵	۲۵	۱۰۱	۱۴
۴۱	۳۰	۹۳	۱۵

در ادامه به خصوصیات برخی از تورهای مورد استفاده جهت نمونه‌برداری پلانکتون (عمدتاً ایکتیوپلانکتون) اشاره می‌گردد:

• تور پلانکتون‌گیری دوقلو^۱

یکی از متداول‌ترین و کاربردی‌ترین وسایل نمونه‌برداری جهت مطالعات تخم و لارو می‌باشد، شامل دو حلقه متصل به یکدیگر بوده که در میانه حلقه‌ها جریان‌سنج^۲ متصل می‌شود. قطر دهانه هر حلقه ۶۱ سانتی‌متر، طول بدنه تور ۲ متر است که همانند سایر نمونه‌برداری‌های پلانکتونی به یک مخزن جمع‌آوری کننده^۳ از جنس PVC منتهی می‌شود (شکل (۲-۱۶)).

چشمه تور از ۵۰۰ الی ۳۳۳ میکرون متغیر می‌باشد این تور به صورت مورب^۴ و از نزدیک کف دریا با رعایت زمان یکسان (۱۵-۱۰ دقیقه) و با حفظ زاویه ۴۵° (با استفاده از زاویه‌سنج^۵) از کف به طرف بالا کشیده می‌شود. در نمونه‌برداری دریایی و با عمق زیاد، جهت حفظ تعادل یک وزنه V

^۱ Bongo-Net

^۲ Flow meter

^۳ collector

^۴ Oblique

^۵ Clinometer

شکل^۱ ۲۲ کیلویی به قسمت زیر آن متصل می‌شود. سپس تور با سرعت شناور حدود ۱-۲ گره دریایی (معادل ۱/۸-۳/۴ کیلومتر در ساعت) به طرف بالا کشیده می‌شود. در این نوع کشش، ضمن جمع‌آوری لارو از عمق به طرف سطح، لاروهای موجود در لایه‌های آبی نیز جمع‌آوری خواهند شد. شایان ذکر است که تور با توجه به قابلیت بررسی فراوانی لارو ماهیان در اکثر مطالعات لاروی در سطح جهان کاربرد داشته و قابلیت جمع‌آوری نمونه‌ها را در مراحل اولیه، کوچک و جوانی نیز دارد. همچنین این نوع تور پلانکتون‌گیری، از قابلیت اتصال و بکارگیری تورهایی با چشمه‌های متفاوت برخوردار است [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].



شکل (۲-۱۶): تور پلانکتون‌گیری دوقلو [www.azmiran.com, 2012]

• تور ترال^۲

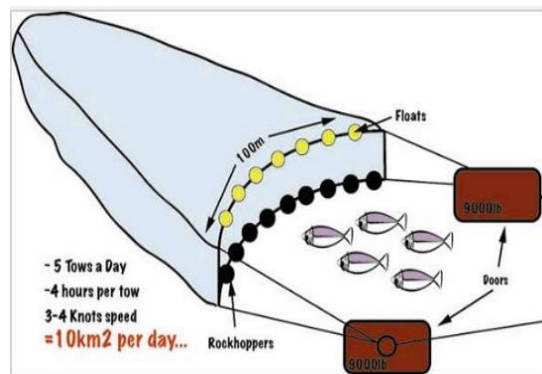
تور مذکور بر اساس تورهای صیادی ترال میان آبی^۳ طراحی گردیده است که قابلیت بسته شدن در عمق موردنظر را خواهد داشت. چشمه تور ۸۰۰ میکرون بوده و جهت جمع‌آوری نمونه‌های بزرگ لارو، بچه ماهی و ماهیان جوان بکار برده می‌شود و همچنین قابلیت تجهیز با جریان‌سنج جهت بررسی فراوانی و تراکم لارو را نیز دارد و با توجه به اینکه در هر عمقی کارایی

^۱ Depresor

^۲ Tucker Trawl

^۳ Mid-Water Trawl

داشته، می‌توان الگویی از پراکنش لاروی در لایه‌های مختلف آب را نیز بدست آورد. دهانه تور بصورت مربعی طراحی شده است که با طناب به کف هدایت می‌شود (شکل (۲-۱۷)).



شکل (۲-۱۷) : تور ترال [www. Preytec.blogfa.com,2012]

• تله نوری^۱

مخصوص جمع‌آوری نمونه‌های لاروی در مراحل است که رشد خود را کامل نموده و توانایی شنا به طور کامل دارند. به عبارت دیگر از این وسیله زمانی استفاده می‌شود که هدف از انجام بررسی جمع‌آوری نمونه در مرحله پیش از استقرار لارو^۲ است. تله نوری در بررسی مراحل لاروی بخصوص در مناطق آبسنگ‌های مرجانی بیشترین کاربرد را دارد.(شکل (۲-۱۸)).

¹ Light Trap

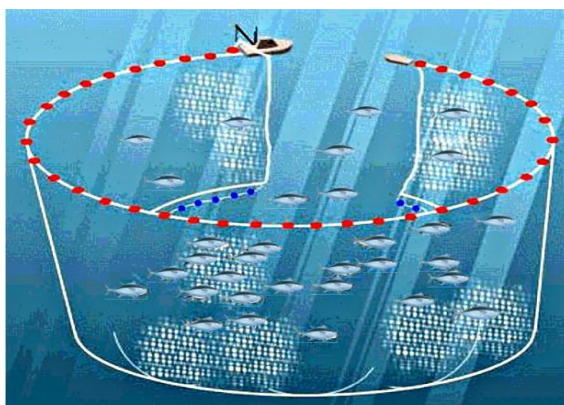
² Presettlement



شکل (۲-۱۸): تله نوری [www.oceanexplorer.noaa.gov, 2012]

• تور پیاله‌ای^۱

این نوع تور بطور محدود جهت نمونه‌برداری مورد استفاده قرار می‌گیرد و کاربرد آن در بررسی‌های تخم و لارو ماهیان کم می‌باشد. با توجه به اینکه فقط لایه‌های سطحی آب توسط تورهای پیاله‌ای پوشش داده می‌شود و از طرفی امکان نصب و بکارگیری جریان‌سنج جهت بررسی فراوانی و تراکم لاروی را نیز ندارد، لذا کاربرد آن به تنهایی مفید نبوده و می‌بایست در کنار روش‌های ذکر شده، در کنار سایر ابزار و وسایل جمع‌آوری بکار برده شود (شکل (۲-۱۹)) [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].



شکل (۲-۱۹): تور پیاله‌ای [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

¹ Purse Seine

در کنار روش‌های ذکرشده، استفاده از تورهای دستی کوچک نظیر ساچوک^۱ (با چشمه مناسب) نیز می‌تواند جهت نمونه‌برداری‌های ایکتیوپلانکتون مورد استفاده قرار گیرد. این وسیله ساده را می‌توان به راحتی در مناطق جزرومدی و کم‌عمق ساحلی، در میان آب‌های کم‌عمق پوشیده از علف‌های دریایی و جلبک‌ها بکار گرفت. بدین ترتیب می‌توان اطلاعات مفیدی را بخصوص جهت انجام مطالعات ابتدایی و شناخت اولیه از محیط مورد بررسی، بدست آورد. برای نمونه‌های سطح زیرین بدست آمده از آب‌های عمیق‌تر، از نمونه‌برداری‌های آبی مانند نمونه‌گیری Van Dorn بطری‌های Niskin (۵ لیتری، ۸ لیتری و یا ۲۰ لیتری) و یا از نمونه‌بردارهای PVC یا نمونه‌بردارهای جریان دار استفاده می‌کنند. در نهایت آب جمع‌آوری شده از طریق این نمونه‌بردارها، با تور پلانکتون‌گیری فیلتر می‌شود و نمونه تغلیظ شده در بطری که به انتهای باریک تور متصل است، جمع‌آوری می‌گردد [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

در ادامه به چند نمونه از بطری‌های نمونه‌برداری اشاره می‌گردد:

• نمونه‌بردار آبی Meyer

این نمونه‌بردار ساده‌ترین وسیله برای جمع‌آوری نمونه‌های آبی از هر نوع سیستم عمیق یا سطحی مانند آب‌های نزدیک ساحل، مصب رودخانه و شیارها می‌باشد. در این مکان‌ها هیچ گونه فشار هیدرواستاتیکی وجود ندارد. این نمونه‌گیر شامل یک شیشه معمولی و بطری پیرکسی با ظرفیت حدود ۲ لیتر می‌باشد که با یک تسمه فلزش بسته شده است. وزن این مجموعه به دلیل وجود سرب سنگین‌تر می‌باشد. ۲ طناب نایلونی مندرج وجود دارند که یکی به گردن بطری و دیگری به چوب پنبه وصل شده است (شکل (۲-۲۰)).

در طول مدت عملکرد نمونه‌گیر، بطری بسته شده به عمق دلخواه می‌رود که این عمل توسط طنابی که به گردن بطری وصل است، صورت می‌پذیرد. در این عمق، از طریق کشش قوی طناب

¹ Cast Net

چوب پنبه باز می‌شود. در این مرحله، آب به داخل بطری جریان می‌یابد. زمانی که بطری پر می‌شود، (اینکار با از بین رفتن حباب‌ها مشخص می‌گردد)، طناب رها می‌شود تا چوب پنبه بسته شود. این کار هنگامی صورت می‌گیرد که آب نمونه در بطری ذخیره شده باشد. در نهایت، بطری دارای آب نمونه با استفاده از طناب گردان از ستون آب خارج می‌شود. این نمونه‌گیر می‌تواند به طور مؤثر تا عمق ۲۰ متری عملکردی مناسب داشته باشد [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].



شکل (۲-۲۰): نمونه‌بردار Meyer [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

• نمونه‌بردار آبی Friedinger

این نمونه‌گیر را برای جمع‌آوری نمونه‌های آبی به همراه ارگانایسم‌های پلانکتونی از عمق دلخواه استفاده می‌کنند که دارای بخش استوانه‌ای از جنس پلکسی گلاس یا پرسپکس می‌باشد و دو کاور یا پوشش در عقب آن قرار دارد. در طول زمان عملکرد، نمونه‌گیر را به صورت باز به عمق دلخواه می‌فرستند و با انداختن وزن سنج آن را می‌بندند. وزن سنج درون یک ریل سرسره‌ای قرار می‌گیرد و باعث می‌شود تا کاور بسته شده و بطری پر از آب شود. بدین طریق، آب به همراه ارگانایسم‌های پلانکتونی درون نمونه‌گیر قرار می‌گیرد.

• نمونه بردار آبی Nansen

این نمونه بردار برای جمع آوری نمونه های آبی برای پلانکتون های سطوح زیر سطح آبی استفاده می شود. یک بطری برعکس که واژگون از جنس برنج می باشد و به همراه قلع یا نقره درون نمونه گیر قرار می گیرد و بوسیله لاکمی مخصوص پوشانده می شود. این بطری به یک درپوش تخلیه مجهز می باشد که تخلیه آب را تسهیل می نماید. نمونه گیرهای آبی واژگون در ظرفیت های مختلف موجود می باشند (۷۵۰ الی ۱۲۵۰ ml). هر نمونه گیر دارای دو دریچه سوپاپی شکل می باشد که هر یکی از آنها در انتهای سیلندر فلزی قرار می گیرند و از طریق میله ای متصل به درپوش، به طور همزمان عمل می کنند این درپوش نمونه گیر را به طناب سیمی متصل می نماید (شکل (۲-۲۱)).

زمانی که نمونه گیر پایین می رود، درپوش در انتهای پایینی به همراه سوپاپ های دریچه در حالتی باز باقی می ماند، از این رو آب از طریق نمونه گیر عبور می کند. نمونه گیر از طریق مکانیزم رهاسازی که طناب سیمی را عبور می دهد به این حالت باقی می ماند. هر چند زمانی که وزنه، طناب را پایین می اندازد، به سختی ضربه می بیند ولی نمونه گیر به سرعت سقوط می کند و ۱۱۰ درجه می چرخد و باعث می شود تا سوپاپ هایی که در این مجموعه وجود دارند، بسته شوند. در نهایت نمونه آبی که در عمق خاصی قرار دارد، در شرایطی که متصل است به قایق کشیده می شود و از توری پلانکتون عبور می کنند تا ارگانیسم های ریز در بطری جمع آوری که در انتهای توری مخروطی قرار دارد، تغلیظ شوند [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].



شکل (۲-۲۱): نمونه‌گیر آبی Nansen [www.wikipedia.org,2012]

۲-۵-۴- عملیات آزمایشگاهی

رعایت نکات حساس و ظریف در جمع‌آوری و تثبیت نمونه‌های پلانکتون از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد و همچنین دقت کار در مرحله تثبیت نمونه‌ها نیز موجب سهولت در بررسی‌های آزمایشگاهی و شناسایی و تعیین مراحل پلانکتونی می‌شود.

نمونه‌های تغلیظ شده پلانکتون را برای تشخیص رده‌بندی نگهداری می‌کنند که روند تثبیت و نگهداری پلانکتون از طریق مواد شیمیایی انجام می‌شود، که عبارتند از :

الف) تثبیت نمونه‌ها

• فرمالین

این ماده یک تثبیت‌کننده و نگهدارنده مؤثر برای نگهداری انواع مختلف ارگانیسم‌ها از جمله پلانکتون به حساب می‌آید. فرمالین تجاری به صورت فرمالدئید ۴۰ درصد محلول در آب به دست می‌آید. فرمالین معمولاً با فلز واکنش نشان می‌دهد و از اینرو همیشه در شیشه و یا مخازن پلاستیکی نگهداری می‌شود. در حالت های عادی، فرمالین در بطری‌های رنگی تیره و در درجه حرارت خنک قرار داده می‌شود.

اگر این ماده در بطری‌های رنگی روشن و در معرض نور قرار بگیرد، ماده سمی و سفیدرنگ پارا فرمالدئید بوجود می‌آید. فرمالین تجاری دارای ناخالصی‌های نامحلول مانند آهن و اسید فرمیک می‌باشد که پوسته برخی از ارگانسیم‌های پلانکتونی را از بین می‌برد. فرمالین ناخالص، ماده قهوه‌ای رنگی (وجود آهن) را به وجود می‌آورد که پلانکتون را دربرمی‌گیرد.

چنین حالتی را می‌توان با نمک Rochelle (تارتارات پتانسیم سدیم) به میزان ۱۰ میلی گرم نمک به ۱ لیتر از فرمالین تجاری ۴۰ درصد از بین برد. همچنین اسید فرمالدئید تجاری را با افزایش CaCO_3 می‌توان کم نمود.

• محلول لوگول^۱

این نگهدارنده بوسیله افزودن ۱۰۰ میلی گرم در یک لیتر آب مقطر، ۵۰ میلی گرم از ید (کریستالین) و ۱۰۰ میلی لیتر از اسید استیک یخ زده تهیه می‌شود. این نوع نگهدارنده برای کلیه فیتوپلانکتون بجز کوکولیتوفورها استفاده می‌شود. زیرا احتمال انحلال کوکولیتوفورها توسط این اسید وجود دارد.

• اسید اسمیک^۲

به منظور تشکیل این نگهدارنده، ۲۰۰ میلی گرم از تتروکسیداسمیوم را با ۱۰ میلی لیتر آب مقطر مخلوط می‌کنند. این نگهدارنده را به نسبت ۳ الی ۶ قطره در ۱۰۰ میلی لیتر نمونه فیتوپلانکتون اضافه می‌کنند [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

¹ LuGol

² Osmic Acid

• گلوترآلدئید^۱

تهیه این محلول از طریق افزودن ۸ میلی گرم گلوترآلدئید در ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر صورت می پذیرد. این نگهدارنده به نسبت ۱:۱ استفاده می شود. نمونه های فیتوپلانکتون بخصوص دیاتومه ها در بطری های پلی اتیلن ذخیره می شوند.

اگر آنها را در بطری های شیشه ای و یا دیگر مخازن فلزی نگهداری کنند، به مرور زمان پوسته های سیلیکاتی آنها از بین می رود. روند رنگ کردن گونه های پلانکتونی، بسیار خاص می باشد. رنگ های مهم و کشنده ای مانند قرمز کمرنگ یا آبی Evans مصارف زیادی در رنگ کردن پلانکتون دارند. فلوروکروم ها را برای ارتقاء سطح بازده کوآنتوم فلوروسنت، به خصوص در باکتری ها بکار می برند. تکنولوژی رنگ کردن توسط محققان مختلف در ادامه ارائه شده است:

• DeNoyelles (۱۹۶۸) روش فیلترکردن موجودات رنگ شده را ارائه کرد. در این روش

نمونه ها را با فرمالین و اسید استیک در نسبت ۵:۲ نگهداری و ۹۳ میلی لیتر از نمونه ۷ لیتری از نگهدارنده را اضافه می کنند.

آبی Aniline و رنگ های Y ائوسین را با اضافه کردن ۰/۷ میلی گرم از رنگ خشک به ۵۰ میلی لیتر آب به طور جداگانه تهیه می کنند. یک قطره از هر رنگ را به ۵۰ میلی لیتر نمونه اضافه می کنند. این نمونه را با استفاده از یک سرنگ که حاوی یک فیلتر 13mm MF-Millipore HA است، تصفیه می کنند. سپس فیلتر را خارج کرده و روی یک شیشه شیب دار می گذارند. با ریختن چند قطره از Einschlusmittel W15 رقیق شده، فیلتر را شستشو داده و سپس آن را دوباره نصب می کنند. ارگانیسرها پس از این مرحله رنگ کردن به رنگ آبی یا قرمز درمی آیند.

¹ Gluteraldehyde

• Reynolds و همکاران (۱۹۷۸): استفاده از ۰/۰۲ میلی لیتر محلول ۰/۱ درصدی (w/v) قرمز کمرنگ را در ۱ میلی لیتر آلیکوت و ۰/۰۵ میلی لیتر محلول یک درصدی (w/v) آبی Evans را در ۱ میلی لیتر آلیکوت توصیه کرده است. نمونه‌ها را پس از ۳۰ دقیقه آزمایش می‌کنند. آبی Evans که رنگ اسیدی می‌باشد، به عنوان یک رنگ کشنده مؤثر است. رنگ های زنده آبی روشن می‌باشند که در سلول مناسب می‌باشد [REYNOLDSA, . E. and etal,1978].

طبق نظر Bentley-Mowat (۱۹۸۲) هیدرولیز دی استات فلوروسین^۱ (FDA) باعث افزایش فلوروسین سبز رنگ می‌شود. از این ماده برای فیتوپلانکتون دریایی استفاده می‌شود. محلولی از فلورو کروم (۵ درصد) در استون را تهیه می‌کنند و به عنوان محلول ۰/۰۱ درصدی در درجه حرارت صفر درجه سانتی‌گراد در آب دریای تازه فیلتر شده استفاده می‌نمایند. حجم‌های مساوی از فلوروکروم و نمونه جلبکی را با هم ترکیب و زیر یک میکروسکوپ فلورسنتی استفاده می‌کنند.

برای پیکوپلانکتون، قطره‌ای از FDA را در یک ظرف سنگی ریخته و از فیلتر نوکلئوپور عبور و به نمونه اجازه می‌دهند تا برای چند دقیقه به همین حالت باقی بماند و سپس زیر یک میکروسکوپ فلوروسین تعداد پیکوپلانکتون را شمارش می‌کنند [Bentley-Mowat JA.1982].

در خصوص نمونه‌های ایکتیوپلانکتون به منظور بکارگیری روش صحیح تثبیت، می‌بایست موارد زیر مورد توجه قرار گیرد. عموماً جهت تثبیت نمونه‌ها از فرمالین ۵٪ استفاده می‌شود. به این منظور محتوای مخزن جمع‌آوری کننده در ظرف نگهداری حاوی آب دریا تخلیه می‌گردد. در این مرحله می‌توان جهت تخلیه و انتقال نمونه‌ها به طور سالم و جلوگیری از وارد آمدن ضربات فیزیکی، از پیست و برس نرم استفاده نمود و پس از آن با به حجم رساندن ظرف از آب دریا به یک لیتر، ۵۰ میلی لیتر فرمالین اضافه می‌گردد.

ذکر این نکته ضروری است که نمونه‌های لارو به طور مستقیم به محلول تثبیت کننده منتقل نشوند. در ابتدا نمونه‌ها وارد ظرف حاوی آب دریا شده و سپس فرمالین اضافه گردد. در غیر اینصورت

1 Fluorescein Diacetate

موجب چروک شدن^۱ لارو شده و در نتیجه اندازه‌گیری و نهایتاً شناسایی آنها با احتمال خطا انجام خواهد شد.

در صورتیکه از محلول الکل اتانل جهت تثبیت نمونه‌ها استفاده شود، از ابتدا نمونه‌ها در الکل ۹۵٪ قرار داده شده و پس از ۲۴ ساعت محلول تعویض گردد، بهتر است این عمل دوبار تکرار شود. در برخی از موارد جهت حفظ وضعیت اسیدیته محلول، از پودر بوراکس^۲ استفاده می‌شود که در این صورت ترکیب Marble chips بیشتر توصیه شده است، زیرا این ترکیب موجب جلوگیری از افزایش بیش از حد میزان قلیائیت محلول می‌شود. در صورتیکه آب محیط قلیایی باشد (مشابه آب های خلیج فارس و دریای عمان) اضافه کردن سایر ترکیبات ضروری نخواهد بود.

با توجه به اینکه لارو ماهیان حساس و آسیب‌پذیر می‌باشند، شرایط نامناسب محیطی نظیر درجه حرارت زیاد و ضربه، موجب تخریب آنها خواهد شد. لذا بهتر است ظروف نگهداری با حجم یک لیتری انتخاب شود که در صورت حرکت و تکان، از شدت ضربه‌های احتمالی کاسته شده و پس از پرشدن ظرف، جهت بستن درب آن از پلاستیک استفاده گردد.

جهت حمل و نقل نیز می‌بایست ظروف در کنار هم و به صورت فشرده در جعبه قرار گیرند. بدین ترتیب نمونه‌ها با اطمینان و سلامت بیشتر به آزمایشگاه منتقل می‌شوند. در مواردی که درجه حرارت محیط زیاد و مدت ماندگاری نمونه‌ها در محیط تا رسیدن به آزمایشگاه طولانی می‌باشد، ظروف نگهداری می‌بایست در یخدان قرار بگیرند.

ب) تجهیزات و روش بررسی آزمایشگاهی

وسایل و تجهیزات اصلی جهت بررسی نمونه‌های پلانکتون در آزمایشگاه عبارتند از:

¹ shrink

² Hydrated Sodium Borate

میکروسکوپ تشریح مجهز به لوله ترسیم^۱ به منظور ترسیم نمونه‌ها، میکرومتر جهت اندازه‌گیری و در نتیجه شناسایی تخم لارو، دوربین عکاسی و امکانات اتصال به سیستم کامپیوتر جهت حفظ اطلاعات، میکروسکوپ با امکانات نور پولاریزه جهت تشخیص و اندازه‌گیری اندام‌های داخلی لارو.

سایر وسایل و مواد آزمایشگاهی مورد نیاز شامل: پتری دیش، پیپت، استوانه مدرج، سوزن، کاغذ صافی، آب مقطر، الکل اتانل، ایزوپروپیل، فرمالین و سایر ترکیبات مورد نیاز جهت رنگ‌آمیزی نمونه‌ها نظیر Alizarin, Alcian Blue، اسید استیک، سدیم بورات، KOH, H₂O₂، پودر تریپسین و گلسیرین و به منظور شفاف کردن اتولیت لارو، محلول D.P.X. mountant می‌باشد.

نمونه‌ها در آزمایشگاه، پس از گذراندن از صافی با احتیاط با آب مقطر شسته و تمامی نمونه‌های جمع‌آوری شده در تور، براساس ویژگی‌های ظاهری مشابه تفکیک و جداسازی می‌شوند. در ادامه بررسی‌های آزمایشگاهی علاوه بر اندازه‌گیری، به منظور مشخص شدن و وضوح بهتر اندام‌های داخلی (غضروف و استخوان) به روش Potthoff (۱۹۸۴) رنگ‌آمیزی صورت می‌گیرد. در این روش به منظور رنگ‌آمیزی غضروف در ابتدا به وسیله الکل اتانول آب‌گیری و سپس توسط ترکیب آلسین بلو لارو رنگ‌آمیزی می‌شود. در خصوص رنگ‌آمیزی استخوان، پس از بین بردن رنگدانه در نمونه‌های با رنگدانه زیاد، به وسیله تریپسین عضلات را هضم نموده و سپس با آلیزارین استخوان رنگ‌آمیزی می‌شود.

علاوه بر موارد ذکر شده، با استفاده از لوله ترسیم و با ذکر اندازه، شکل لارو ترسیم و در نهایت به منظور نگهداری دائمی آنها، محلول الکل اتانل ۷۰٪ و در بعضی از موارد محلول ایزوپروپیل ۵۰٪ بکار برده می‌شود [POTTHOFF T. 1984].

با توجه به اینکه نور و گرما دو عامل تخریب می‌باشند، لذا بایستی نمونه‌های لاروی در مکان خنک و تاریک و یا در ظروف درپوش‌دار محکم و در حد امکان تیره رنگ نگهداری شوند. بدین ترتیب

¹ Camera Lucida

از تخریب و آسیب رنگدانه‌ها نیز کاسته و تبخیر کاهش می‌یابد. همچنین طی این مدت می‌بایست حجم ماده نگهدارنده در ظروف مورد بررسی و کنترل قرار گیرد که در صورت نیاز و کاهش محلول نگهدارنده در اثر تبخیر، با رعایت حفظ درصد، ترکیب افزوده گردد.

ج) روش‌های شناسایی مراحل لاروی ماهیان

روش‌های متعددی جهت شناسایی مراحل لاروی ماهیان وجود دارد که مهمترین موارد به شرح ذیل می‌باشند:

- یکی از روش‌های معمول در شناسایی نمونه‌های لاروی، استفاده از منابع، مقالات و کلید شناسایی است که البته با توجه به تنوع لاروی و تغییرات زیاد طی مراحل رشد ممکن است کافی نبوده و تمامی گروه‌ها را شامل نشود. از طرفی تنوع زیستگاهی مختلف و اکوسیستم‌های متنوع ساحلی - دریایی نیز موجب گردیده است که در اکثر موارد کلیدهای شناسایی بطور اختصاصی برای یک زیستگاه یا اکوسیستم تهیه و ارائه گردد.

- روش دیگر مطالعه و بررسی همزمان با عملیات نمونه‌برداری و به صورت مستمر می‌باشد. به طوری که می‌توان نسبت به جمع‌آوری و بررسی تمامی مراحل لاروی در فواصل زمانی و دوره‌های کوتاه نمونه‌برداری اقدام نمود که با بکارگیری ابزارهای گوناگون و یا استفاده از تورهای پلانکتون‌گیری با چشمه‌های متفاوت در زمان جمع‌آوری امکان‌پذیر خواهد بود. بدین ترتیب تمامی مراحل لاروی که طی یک دوره مشخص رشد و نمو جمع‌آوری گردیده است، مورد بررسی و مقایسه قرار می‌گیرند.

- جمع‌آوری تخم ماهیان نگهداری شده در اسارت و در محیط پرورشی، به عنوان یکی از روش‌های شناسایی مطرح می‌باشد. در این روش تخم‌هایی که در شرایط

آزمایشگاهی نگهداری می‌شوند. رشد داده شده تا سری‌های لاروی یک اندازه حاصل

گردد و ویژگی‌های آنها به عنوان خصوصیت لاروی در هر مرحله رشد نمونه مورد

نظر معرفی گردند [Hunter, J. R. 1984].

بکارگیری این روش در مطالعات ایکتیوپلانکتون کاربرد عملی خواهد داشت. از مزایای این

روش می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- تا وقتی که لارو شناسایی نشده باشد، نمونه قابل نگهداری است.
- نتایج این نوع شناسایی بدون خطا می‌باشد.
- همزمان می‌توان در کنار مطالعات ریخت‌شناسی و سیستماتیک، مطالعات فیزیولوژی، ژنتیک و سایر موارد زیستی را انجام داد.

علی‌رغم مزایای ذکرشده، از معایب آن می‌توان به محدودیت در امکان نگهداری گروه‌های زیادی از لاروهای وحشی در اسارت و همچنین متفاوت بودن شرایط نگهداری آنها با شرایط طبیعی نام برد که این مسئله موجب بروز اختلاف در رنگدانه‌ها و نسبت اندازه‌های بدن می‌گردد. از طرفی صرف هزینه زیاد به منظور انجام اینگونه مطالعات، تهیه تجهیزات جهت آماده‌سازی و نگهداری و فراهم کردن امکانات مناسب محیطی برای رشد از قبیل: نور و غذا نیز از دیگر موارد می‌باشند.

در روش مذکور، شرایط نگهداری در مراحل لاروی، نگهداری تخم تا مرحله لارو با کیسه زرده راحت‌تر بوده و با هزینه کمتری انجام می‌گردد [Blaxter, J. and Hunter, 1982].

به منظور اصلاح این روش، همراه نمودن مطالعات لاروهای بدست آمده از اسارت بطور همزمان با لاروهای جمع‌آوری شده از محیط طبیعی مفید می‌باشد.

- با توجه به روش‌های متعدد شناسایی لاروها، جهت حصول اطمینان از انجام بررسی‌های آزمایشگاهی و از طرفی مشکلات و دقت عمل بیشتر در شناسایی لارو

ماهیان نسبت به نمونه بالغ مطمئن‌ترین روش شناسایی در صورت وجود منابع و امکانات کافی همراه کردن چندین روش با یکدیگر است و علاوه بر آن جمع‌آوری اطلاعات کافی از وجود گونه‌های ماهی بالغ و فصول تخم‌ریزی هر کدام در منطقه مورد بررسی و در زمان مشخص جهت مقایسه و شناسایی دقیق‌تر نمونه‌ها مفید خواهد بود.

- یکی دیگر از روش‌های مورد استفاده در بررسی‌های مربوط به لارو ماهیان، روش ابداعی Froese از دانشگاه Kiel آلمان می‌باشد که برای اولین بار در سال ۱۹۸۶ نرم‌افزار کامپیوتری^۱ IDEXSYS را جهت شناسایی لارو ماهیان ناحیه شمالی اقیانوس اطلس طراحی و بکار گرفت. در این مطالعه تعداد ۷۸۱ نمونه لارو اندازه‌گیری شدند. اساس این روش بکارگیری اطلاعات اندازه‌گیری شده، می‌باشد به طوری که دو تصویر از سطح جانبی و پشتی تهیه شده و در هر نما، پارامترهای خاص اندازه‌گیری و ثبت گردیدند. از سطح پشتی: پارامترهای طول استاندارد، طول پیش‌باله سینه‌ای، پهنای بین باله سینه‌ای و پهنای بدن در ناحیه مخزن و از نمای جانبی: پارامترهای طول پیش‌مخرجی، طول پیش‌چشمی، قطر چشم، ارتفاع بالای چشم و بالای بالاسینه‌ای و دم در عقب مخرج در نظر گرفته می‌شوند. سپس با استفاده از آنالیز داده‌ها و نمای شماتیک، جداسازی و شناسایی گروه‌ها امکان‌پذیر گردد [Froese, R. 1989].

- از سایر روش‌های جدید می‌توان به سیستم ضبط‌کننده ویدئویی اشاره نمود که در آن لارو ماهیان و پلانکتون‌هایی که مورد تغذیه می‌باشند بصورت زنده بررسی می‌شوند. این بررسی برای اولین بار در سال ۱۹۹۴ در یک کانال آبی در انگلستان انجام شد. در این روش با طراحی و بکارگیری یک سیستم ضبط‌کننده اطلاعات

¹ Identification Expert System

پلانکتونی زیرآبی (IPR)^۱، می‌توان لاروها و ارگانیزم‌های مورد تغذیه آنها را با اندازه ۲۰-۵/۰ میلی‌متر مشخص نمود. این سیستم که در واقع نوعی تور نمونه‌گیری محسوب می‌شود، مجهز به دوربین، جریان‌سنج (CTD)^۲ و دستگاه اندازه‌گیری اکسیژن بوده که در عمق خاص قرار می‌گیرند. در این سیستم علاوه بر شناسایی لارو ماهیان و پراکنش آنها در اعماق مختلف می‌توان شناخت و ایده مناسبی از زنجیره غذایی دریافت نمود [Froese, R. 1989].

(د) نمونه برداری از موجودات دریایی مختلف

• فیتوپلانکتون ها

نمونه برداری فیتوپلانکتون ها از آب های دریایی با استفاده از انواع تورهایی انجام می شود که از طریق آنها حجم زیادی از آب فیلتر می شود تا تراکم آنها زیاد شود. تور پلانکتونی شامل کیسه مخروطی است که دارای یک حلقه فلزی در انتهای دهانه و یک بطری جمع آوری پلانکتون در انتها است. جنس تورها متفاوت واز مواد مختلفی مانند ابریشم، پلی استر، نایلون و ... است. حداکثر به دام افتادگی فیتوپلانکتون ها در تور کمتر از ۲۰ میکرون است. بسته به درشتی چشمه تورهایی صافی انواعی از مواد نایلونی غیرفیلامنی استفاده می شود. اگر عمق آب ۲-۳ متر بود از لوله پولیکا جهت نمونه برداری استفاده می شود. قطر دهانه را به اندازه کف دست و طول ۱-۲ متر درون آب فرو برده و دست را روی آن قرار داده و به طرف بالا کشیده می شود. در صورتی که عمق آب بیشتر از ۳ متر باشد از وسیله ای به نام روتنر استفاده می شود. وسیله ای با حجم متفاوت که توسط messenger دهانه آن بسته و به عمق مورد نظر فرستاده ، سپس بالا کشیده شده و نمونه برداری صورت می گیرد. در صورتی که عمق آب کمتر از ۱ متر باشد می توان از سطل های پلاستیکی برای نمونه برداری

¹ Ichthyo plankton Recorder

² Depth Conductivity Temperature

استفاده کرد. تورهای پلانکتون فقط روش های طبیعی جمع آوری فیتوپلانکتون هستند که از آنها در حد وسیعی برای جمع آوری زئوپلانکتون ها نیز استفاده می شود. نمونه های مختلف تورهای پلانکتون گیر باتوجه به اندازه چشمه تورها قابل استفاده در مناطق مختلف آبی هستند ولی بطور رایج تورهای ساده و استوانه ای که یک بطری به انتهای آن چسبیده ، دارای کاربرد وسیع تری است . این تورها با دارا بودن سطح فیلتر کنندگی ۳ برابر مساحت دهانه خود مناسبترین ابزار هستند . کار آبی تور نیز تحت تاثیر پارچه توری بکار برده شده در ساختمان تور، اندازه چشمه ، نسبت روزنه ها، سرعت نمونه برداری ، فرار موجودات هدف و گرفتگی چشمه تور است . استفاده از پارچه ابریشمی در این تورها مرسوم است البته پارچه های نایلونی محکم نیز مناسب هستند. همچنین از بطری های نمونه بردار^۱ نیز استفاده می شود [www. faravari86.blogfa.com ,2012] .

(۱) جمع آوری و تغلیظ نمونه ها

در این مرحله ،جمع آوری و تغلیظ پلانکتون به منظور دستیابی به نمونه ای با حجم معینی از آب صورت می گیرد. برای تغلیظ کردن نمونه مورد نظر از یک لوله پولیکا که به انتهای آن فیلتر صافی ۴۷ / ۰ میکرون و یک تور پلانکتونی ۲۰ میکرون متصل است استفاده می شود به این صورت که نمونه و آب مورد نظر را درون سطل ریخته و لوله پولیکای متصل به تور پلانکتونی وفیلتر صافی را درون آب قرار داده، سپس آب فاقد پلانکتون درون لوله جمع می شود که آن را تخلیه کرده و باقیمانده آب که در زیر لوله است را برای نمونه برداری مورد استفاده قرار می دهند.

(۲) شناسایی

از روش Utermol برای شناسایی و شمارش گونه های فیتوپلانکتونی استفاده می شود. جزئیات این روش، در مقالات "مشخصه های فیتوپلانکتونی" که در سازمان یونسکو (۱۹۷۸)

¹ niskin

منتشر گردیده، براساس اصول اقیانوس شناسی شرح داده می شود که روش های آن به طور خلاصه عبارتند از:

- استوانه ته نشین کننده توسط حلقه ای به قسمت زیرین که با یک کلید بسته شده است متصل شود. صفحه تحتانی بین حلقه و دهانه ظرف Perspex قرار گرفته و در نتیجه کف استوانه برای پلانکتون آماده می شود.

- ابتدا اندازه نمونه ها انتخاب شوند. هنگامی که پلانکتون ها متراکم می شوند بر اساس چگالی و یا اندازه مشخص می شوند، که در این حالت دو نمونه رسوب یکی کوچک (۲ میلیمتر) و یکی بزرگ (۱۰-۱۵ میلیمتر) توصیه می شود. اگرچه ممکن است جمعیت فیتوپلانکتون ها در طی برخی فصول در آب دریا کم باشد، انتخاب نمونه های بزرگتر به دلیل فشار زیاد بر ذرات خرد توصیه نمی شود، برای بررسی پراکندگی ماهانه یا فصلی ترکیب گونه ها، توصیه می شود از اندازه یکسان استفاده شود.

- نمونه ها را به درون ظرفی ریخته و برای بدست آوردن یک نمونه ثانویه ۱۰۰ تا ۲۰۰ بار شیشه را تکان می دهند تا موجودات چسبیده به انتهای بطری نگهدارنده، از آن جدا شوند. قبل از اینکه نمونه به درون ظرف ریخته شود مقداری از نمونه ها را در دمای اتاق قرار داده تا از ایجاد حباب هوا بر روی دیواره های ظرف جلوگیری شود و سپس ظرف را در جایی قرار می دهند تا از ورود گرد و خاک و بروز تبخیر جلوگیری شود.

- زمان ته نشینی: معمولاً حداقل ۴۰ ساعت برای نگهداری فیتوپلانکتون های دریایی در فرمالدئید توصیه می شود که این زمان به اندازه استوانه بستگی ندارد. همچنین ثابت نگه داشتن دما در طی دوره ته نشینی حائز اهمیت است تا از ایجاد جریان های

حرارتی جلوگیری شود. از قرار دادن ماده در معرض نور مستقیم خورشید جلوگیری شود.

- بعد از ته نشینی، استوانه بالایی به تدریج و به آهستگی با استفاده از ظرف بالایی جدا شده و پس از آن دکمه stop فشار داده شود. هنگامی که صفحه گرد استوانه ته نشین شونده برداشته شود، آب از طریق منافذ زیرین آن خارج می شود. سپس صفحه فوقانی را بر روی بخش بالایی استوانه شمارشگر، قرار می دهند. در زیر صفحه فوقانی، در طی فرایند تبخیر، غالباً حباب تشکیل می شود که این حباب هوا مانع ایجاد شکل واضحی از مایع می شود و از بوجود آمدن آن باید جلوگیری کرد [moopam,1999].

• زئوپلانکتون ها

به دلیل فرار زئوپلانکتون از وسایل صید ، نمونه برداری دقیق آنها از آب مشکل است به هر حال کاربرد تورها بسیار رایج است . برخی از زئوپلانکتون ها از تورها عبور می نمایند و برخی دیگر نیز از تورها فرار می کنند . همواره کاربرد چندین روش برای نمونه برداری زئوپلانکتون ها از مکان مطالعه بسته به توده آبی و دیگر شرایط غالب مطلوب است.

نمونه برداری از زئو پلانکتون ها توسط پمپ کف کش (لوورا ساخت ایتالیا) که توسط سیم بوکسل وینچ هیدرولیک به همره کابل وشلنگ مربوطه به درون آب ارسال می شود صورت می گیرد .برای نمونه برداری بر اساس عمق مورد نظر از لایه های مختلف به صورت ستونی نمونه برداری می شود هنگامی که پمپ در سطح آب قرار می گیرد شروع به پمپاژ آب به عرشه شناورنموده به همان حالت به اعماق پایین فرستاده شده تا اینکه از کل ستون آب نمونه برداری صورت پذیرد. سرعت حرکت پمپ به گونه ای تنظیم شده که در هر یک از لایه ها حدود ۲۰۰ لیتر

آب به عرشه انتقال می یابد زمان حرکت پمپ در هر یک از لایه ها توسط کورنومتر ثبت شده و آب انتقال یافته به عرشه شناور توسط تور پلانکتون گیری فیلتر و به تفکیک لایه های عمقی در ظروف پلی اتیلنی جمع آوری می گردد. برای آزمایش و شمارش زئوپلانکتون ها استفاده از دستگاه Folsom plankton توصیه می شود.

- تعیین موجودات زنده و مرده در آب توازن

چیزی که از اهمیت بیشتری برخوردار است اندازه گیری موجودات زنده و سپس پیدا کردن موجودات مرده در آب توازن کشتی هاست. بنابراین از روش ایونس بلو^۱ قبل از فیکس کردن نمونه آب می توان استفاده نمود. این تکنیک می تواند برای شناسایی موجودات زنده در آب توازن استفاده شود. سلول های موجودات پس از فیکس شدن به وسیله این روش به رنگ آبی درآمده و در زیر میکروسکوپ قابل مشاهده اند. بنابراین بعد از شمارش میزان درصد موجودات زنده در آب توازن به راحتی محاسبه می شود.

• دو کفه ای ها

اصطلاح دوکفه ای معمولاً برای توصیف گونه های نرم تنانی که به نوعی دارای دو صدف (کفه) هستند بکار می رود. مانند: ماسل ها، کلم ها^۲، اویسترها و اسکالوپ ها. سه نوع از دو کفه ای ها در ناحیه با آلودگی نفتی یا بدون آن انتخاب شده اند که عبارتند از: اویسترهای مروارید ساز^۳، اویسترهای صخره ای و کلم ها.

گرچه هر سه نوع آن ها برای بررسی آلودگی آب های ساحلی مناسب اند، انتخاب بهترین گونه ها برای مناطق خاص باید به درستی انجام گیرد. به طور معمول برای انتخاب گونه باید:

¹ Evens blue

² Clam

³ pear oyster

در یک منطقه ساحلی وجود داشته باشند که به صورت ماهانه و هر سه ماه یکبار در ایستگاه های اقیانوس شناسی جمع آوری شوند. باید به میزان فراوانی یافت شوند تا حداقل ۲۵ گونه از آن ها که حدوداً هم سائز هستند در طول دوره نمونه برداری بدون اینکه گونه ها از بین بروند، جمع آوری شوند. به طور قابل توجهی در ساحل در دسترس باشند تا به سرعت جمع آوری شده و به آزمایشگاه منتقل گردند. موجودات باید به مقدار کافی جمع آوری شوند تا حدود ۲۵۰ گرم (وزن تر) از بافت بدنشان تهیه گردد. جمع آوری نباید از طریق لوله های فلزی یا دیگر سازه ها که منشأ نفتی یا فلزی یا آلاینده هیدروکربنی کلرینه شده دارند، انجام گیرد [moopam,1999].

(۱) اویسترهای (صدف) مروارید ساز

دو نوع از معمول ترین گونه های صدف های مروارید ساز از جنس *Pinctada* گونه های *Pinctada radiata* و *Pinctada mararitifera* می باشند. ساده ترین و معمول ترین روش جمع آوری آن ها در محیط های آبی، از طریق غواصی است. بدین ترتیب این دوکفه ای ها باید در نواحی که به وفور یافت می شوند و واجد شرایط غواصی باشد انتخاب شوند. باید در موقع جمع آوری نمونه های سالم که به بستر محکم چسبیده اند مراقب بود. جمع آوری نمونه ها از طریق قطع کردن الیاف پروتئینی با نام ابریشم دریا^۱ که صدف جهت اتصال به بستر از آن استفاده می کند، انجام می شود. پس از جمع آوری، نمونه ها را شستشو داده تا شن و ماسه شسته شود و سپس آن ها را در کیسه های پلاستیکی تمیز قرار می دهند. در هنگام حمل و نقل، نمونه ها نباید در آب دریا قرار گیرند چون امکان باز شده و آلوده شدن آنها وجود دارد. بهترین راه حمل و نقل نمونه ها، قرار دادن آن ها کنار یکدیگر درون یک کیسه پلاستیکی بزرگ که در داخل یک کیسه دوم که درون آن مقدار کمی آب وجود دارد می باشد، بنابراین محیطی مرطوب برای نگهداری از آن ها فراهم شده است. این کیسه ها نشانه گذاری شده و در یک جعبه عایق حاوی یخ خشک و یا بسته های یخ

¹ Byssal threads

شیمیایی نگهداری می شوند. اویسترها باید به مدت چندین ساعت تحت این شرایط قرار گرفته و زنده بمانند.

(۲) اویسترهای صخره زی

از معمول ترین اعضای آن جنس *Crassostrea* می باشد. این دو کفه ای ها معمولاً روی بستر صخره ها در ناحیه پایین جزر و مدی در سرتاسر منطقه ساحلی پیدا می شوند از این رو جمع آوری نمونه ها هیچ گونه مشکلی ندارد. این نوع از دو کفه ای های توده ای متراکم بر روی سنگ ها و سایر ساختارهای دائمی تشکیل می شوند. طبیعت زندگی اجتماعی آن ها منجر به تجمع انبوهی از افراد در کنار یکدیگر شده، از این رو، جمع آوری تک تک آن ها بدون خرد کردن نمونه های مجاور دشوار است. بنابراین بهترین روش برای جمع آوری استفاده از چکش برای جداسازی بخش های دست نخورده این توده ها می باشد. نمونه های جمع آوری شده را در آب تمیز دریا شستشو داده و درون کیسه های پلاستیکی تمیز قرار داده و شماره گذاری می شوند. در نهایت نمونه ها به آزمایشگاه منتقل شده و در یک جعبه عایق حاوی یخ خشک و یا بسته های یخ شیمیایی نگهداری می شوند.

(۳) کلم^۱

بهترین روش مکان یابی زیستگاه صدف ها در آب های دریایی به احتمال زیاد جستجو پوسته های خالی گونه های مورد نظر است که حضور آن ها را در منطقه نشان می دهد. جمع آوری نمونه ها باید در حداقل جزر صورت گیرد. پس از آن که پوسته خالی صدف دیده شد با چنگال باغبانی سطح رسوب را خراش داده و نمونه زنده مورد نظر جمع آوری می شود. نمونه برداری در طول ساحل به صورت تصادفی انجام می گیرد و نمونه های منطقه بالادست و پایین دست منطقه

¹ Clam

جزر و مدی نباید با هم مخلوط شوند. پس از جمع آوری، در اسرع وقت صدف کلم باید به طور کامل با آب تمیز دریا شستشو داده شده و در کیسه های پلاستیکی در یک جعبه عایق با یخ خشک یا بسته های یخ شیمیایی مرطوب نگهداری شود.

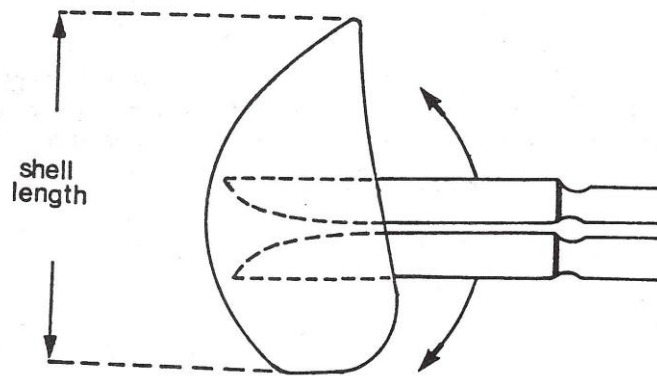
(۴) ماسل ها

ماسل ها را از طریق اسکارپر یا چاقوی تمیز از محل اتصال جدا می کنند. بعد از جمع آوری، یک سری از نمونه های سالم به جعبه های عایق حرارت تمیزی که کف آن ها سوراخ دار است منتقل می شوند. چنانچه مدت حمل و نقل طولانی (بیش از دو ساعت در آب و هوای گرم) باشد نمونه ها باید در یک ظرف حاوی آب دریا، بدون اینکه در آب فرو روند، مرطوب نگه داشته شوند. چنانچه می بایست صدف ها قبل از آماده سازی نمونه، به مدت بیش از ۲۴ ساعت حمل و نقل و ذخیره گردند، تعداد مناسبی از آن ها باید در کیسه های پلاستیکی قرار گیرد. سپس نمونه ها را در کیسه ای که هوا به درون آن نفوذ نمی کند قرار داده و فریز می نمایند. ماسل ها باید در هنگام انتقال به آزمایشگاه در معرض هوا قرار گیرند و مرطوب باشند. زمانی که از منطقه جزر و مدی جمع می شوند در مدت ۲۴ ساعت در معرض هوا زنده می مانند. ماسل ها هنگام حمل و نقل وقتی درون آب قرار می گیرند صدف خود را باز می کنند و شروع به پمپاژ آب و دفع مواد زائد می کنند در حالیکه اگر در معرض هوا قرار بگیرند صدف های خود را بسته نگه می دارند و میزان سوخت و ساز خود را تا حد زیادی کاهش می دهند، به همین جهت از غوطه ور شدن آن ها در طی حمل و نقل باید خودداری کرد [moopam,1999].

تمام مواد زائد خارجی بدن ماسل به وسیله چاقوی فلزی یا پلاستیکی بریده می شوند. ماسل را با آب مقطر و یا معادل آن با آب دریا شستشو و اجازه می دهند تا آب خارج شود. الیف پروتئینی^۱ آن ها را که از پوسته بیرون زده بیرون کشیده، سپس وزن کل نمونه را بدست آورده و یادداشت

¹ Byssus

می کنند. نباید برای باز کردن دو صدف از هم، آن را شکست. با توجه به شکل (۲-۲۲)، چاقوی پلاستیکی تمیزی را در محلی که الیاف پروتئینی از آن خارج شده قرار داده و عضلات نزدیک کننده صدف را با چرخش چاقو برش می دهند. زمانی که عضلات قطع شود صدف به راحتی باز خواهد شد. اگر الیاف پروتئینی کاملاً از بین نرفته بود آن را با استفاده موچین می توان تمیز کرد. کل بافت ماسل را با چاقوی دیگری سست کرده و بافت نرم آن را با یک قیچی آهنی ضد زنگ از پوسته جدا کرده و اجازه می دهند کل آب داخل آن تخلیه شود.



شکل (۲-۲۲): شیوه باز کردن صدف [moopam,1999]

- نمونه تکی

ظرف خالی را وزن کرده و سپس بخش نرم ماسل را داخل آن قرار داده و پس از وزن مجدد، آن را یادداشت کرده، هوای ظرف را خارج و شماره گذاری شود. طول ماسل با مقیاس سانتیمتر تعیین می شود.

- نمونه های ترکیبی

همانطور که در بالا توضیح داده شد ظرف را وزن کرده و با حداقل ۱۰ قسمت از بافت نرم ماسل پر و وزن نمونه های ترکیبی ماسل را یادداشت می کنند. نمونه ها را در مخلوط کن

تمیز ریخته و آن را یکسان کرده و به ظرف پلاستیکی بازگردانده می شوند. وزن کل ترکیب دوباره یادداشت شده و سپس روی ظرف پلاستیکی را شماره گذاری می کنند. باید توجه داشت هنگام آماده سازی ترکیب نمونه ها از ماسل های یک اندازه استفاده شود. قبل از اینکه بافت نرم مخلوط شود، طول و وزن هر نمونه باید جداگانه تعیین شود. سپس نمونه را در کیسه ای که هوا به آن نفوذ نمی کند قرار داده و فریز می کنند. دقت شود که در هنگام آماده سازی نمونه های ترکیب شده از ماسل های هم اندازه استفاده شده و قبل از اینکه مخلوط شوند باید طول و وزن هریک از نمونه ها باید تعیین شود [moopam,1999].

• میگو ها و ماهی های کوچک تا متوسط

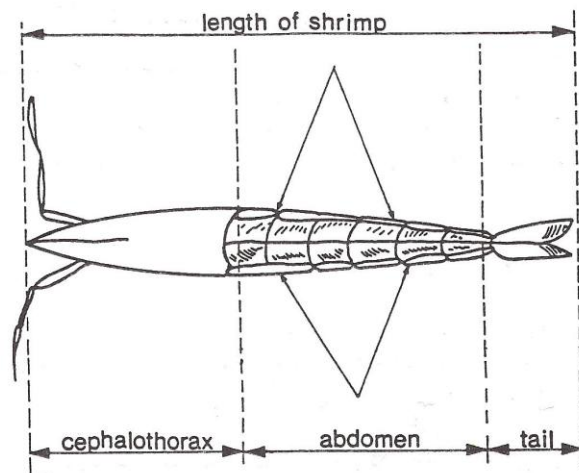
تعداد مناسبی از نمونه های سالم میگو و ماهی که از کشتی جمع آوری شده را در یک کیسه پلاستیکی تمیز قرار داده و باید مراقب پاها، شاخک ها و دیگر اندام آن ها بود. کیسه پلاستیکی نباید سوراخ شود. تا جایی که امکان دارد نمونه های کیسه فریز شود. تنها در صورتی که مدت زمان نگهداری بیش از حد طولانی نیست (۴۸ ساعت در آب و هوای گرم) از یخچال و فریزر یا جعبه عایق حرارتی، استفاده شود. هوای کیسه را خارج کرده و از قرار گیری در معرض هوا خودداری شود [moopam,1999].

(۱) آماده سازی میگو

با استفاده از ابزار اندازه گیری، طول میگو از قسمت رستروم^۱ تا Uropod اندازه گیری می شود. وزن میگو را بعد از اینکه درون ظرف پلاستیکی قرار داده شد گرفته و طول و وزن یادداشت شود. شکم را از قسمت cephalothorax و دم را از قسمت تلسون و Uropod جدا کرده و باید مراقب

¹ Rostrum

بود هیچکدام از اندام درونی بدن میگو در شکم باقی نماند. (شکل (۲-۲۳)). پاهای میگو قطع شده و بخش شکمی را بچرخانید و با چاقو، پوشش خارجی شکمی را بریده و به وسیله قیچی آن را بلند کنید. عضلات شکم را با یک چاقوی تمیز سست کرده و با قیچی از پوشش خارجی بلند کرده و با بررسی گنادها جنس آن را یادداشت می کنند. بافت را با یک قیچی تمیز به ظرف منتقل کرده و وزن آن را یادداشت و هوای ظرف را خالی کرده و با کد نمونه علامت گذاری گردد. تعدادی از ظروف درون کیسه پلاستیکی قرار داده و فریز می شوند.



شکل (۲-۲۳) : طول میگو [moopam,1999]

۲) نمونه ترکیبی

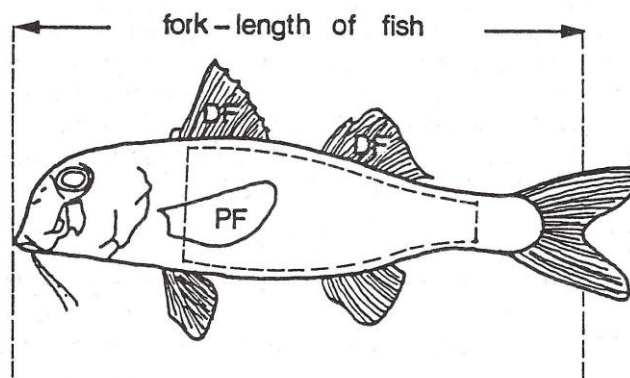
ابتدا طول، وزن تر، وزن عضله دمی و جنس هر نمونه را به طور جداگانه یادداشت کرده، عضله دمی نمونه های بزرگتر به اندازه وزن عضله دمی نمونه های کوچکتر کوتاه می شود. در نمونه ترکیبی نباید کمتر از ۶ عضله دمی از ۶ نمونه مختلف با جنس و سایز یکسان باشد. مخلوط همگن شده به ظرف مناسبی که قبلاً خالی آن وزن شده منتقل می گردد. هوای ظرف را خارج و آن را علامت گذاری و ترکیب همگن شده را وزن کرده و یادداشت می نمایند. یادداشت ها را در کنار داده های دیگر گذاشته و در آخر ظروف را درون کیسه پلاستیکی قرار داده و فریز می نمایند.

۳) آماده سازی ماهی های سایز کوچک و متوسط

• نمونه تکی

طول چنگالی (از نوک پوزه دهان تا شکاف دمی) ماهی اندازه گیری شود (شکل (۲-۲۴)) به گونه ای که این اندازه گیری دقیق باشد (بر حسب میلیمتر). وزن کل ماهی در یک ظرف وزنه گیری تمیز (پلاستیکی یا آلومینیومی) با دقت ۰/۱ درصد بدست آورده و همراه با طول چنگالی یادداشت کنید. ماهی را با آب مقطر یا آب دریا شستشو داده و در سطح مناسبی قرار دهید. باله سینه ای ماهی را جدا کرده و پوست ماهی را از قسمت سر تا دم، در نزدیکی باله های پشتی با چاقو برش دهید. از نزدیکی آبشش از روی بدن ببرید و این برش را در طول شکم از آبشش تا دم ادامه دهید و در نهایت از روی بدن تا دم ادامه دهید. برش نباید بیش از حد عمیق باشد ۴ برش باید اول در یک طرف بدن انجام شود و باید مراقب باشید برش عمیق ننزید تا اندام های داخلی پاره شود در اینصورت فیله ماهی آلوده می شود. بهتر است در حین کار، شخص دیگری ماهی را از سر و دم نگه دارد. پوست را از فیله (گوشت ماهی) با یک موچین بکشید، مراقب باشید که پوست بیرونی آلوده نشود. با چاقو دیگری، فیله را از ستون مهره ها (ستون فقرات) جدا کنید، این کار را از نزدیکی آبشش شروع کنید. فیله را با انبرک کنده به گونه ای که با قطعات دیگر ماهی تماس پیدا نکند. فیله را در یک ظرف تمیز قرار داده و وزن آن را یادداشت کنید. اگر یک فیله به اندازه کافی بازدهی نداشت قسمت دیگر ماهی را به همین صورت که توضیح داده شد برش داده و فیله را جدا کنید. وزن کل را یادداشت کرده و در یک ظرف عایق هوا قرارداده و کد گذاری یا علامت گذاری کنید و در آخر همه را فریزر کنید. این نمونه بافتی می باشد. جنسیت ماهی را از طریق بررسی گناد ها تعیین کنید. مقایسه وزن ظرف نمونه های نگهداری شده که در این مرحله اندازه گیری شد، با وزن ظرف قبل از مرحله هضم، نشان می دهد که بافت ها در طولانی مدت رطوبت خودشان را از دست می دهند. آماده سازی نمونه ترکیبی نیز مانند همانی است که در بالا توضیح داده شد و توجه شود که طول و وزن ماهی

به طور جداگانه و جنسیت هر نمونه از طریق بررسی گنادها یادداشت شود. در نمونه ترکیبی نباید کمتر از ۶ عضله دمی از ۶ نمونه مختلف با جنس و سایز یکسان باشد. فیله ها را درون مخلوط کن همگن کنید. مخلوط همگن را به ظرف مناسب که قبلاً خالی وزن شده منتقل کنید. هوای ظرف را خارج کرده علامت گذاری شود و ترکیب همگن شده را وزن کرده و یادداشت کنید. یادداشت ها را در کنار داده های دیگر قرار دهید و در آخر ظروف را درون کیسه پلاستیکی قرار داده و فریز کنید [moopam,1999].



شکل (۲-۲۴): طول چنگالی ماهی [moopam,1999]

• ماهی های بزرگ

طول چنگالی، وزن بدن و جنس نمونه های جمع آوری شده تعیین شود. پوست آن را کنده و با چاقو حداقل ۱۰۰ گرم بافت عضلانی با حداقل ضخامت ۵ سانتی متر آن را جدا کنید. در طی آماده سازی نمونه، بافت آلوده و کثیف قطعه قطعه شده و هر بخش را به طور جداگانه در یک کیسه که نسبت به هوا غیرقابل نفوذ است قرار و نمونه های شناسایی شده را در کیسه دیگری قرار دهید. در صورت امکان کیسه را فریز کنید در غیر اینصورت از یخچال و فریزر و یا جعبه عایق حرارتی

استفاده شود در صورتی که مدت زمان نگهداری بیش از حد طولانی نیست (۴۸ ساعت در آب و هوای گرم) [moopam,1999].

نمونه برداری از آب توازن نه تنها شامل نمونه برداری از ارگانیسم های مختلف می شود بلکه کیفیت آب نیز بررسی می شود. این پارامترهایی که درون آب توازن کشتی ها وجود دارد بسیار اهمیت دارند به دلیل اینکه زنده ماندن ارگانیسم ها بستگی به پارامترهای آبی و کیفیت آن دارد. بنابراین پارامترهایی چون شوری، دما، کدورت، pH، اکسیژن و عمق آب نیز از طریق دستگاه CTD اندازه گیری می شود. (شکل (۲-۲۵)).



شکل (۲-۲۵): دستگاه CTD [www.gsi.ir, 2012]

هـ) نمونه برداری از آب توازن و رسوبات مخازن آب توازن و مشکلات آن

تا کنون مطالعاتی در جهت ارزیابی ارگانیسم های آبی درون رسوبات مخازن آب توازن انجام شده است. نمونه برداری از آب توازن (بررسی دما، شوری و فیتوپلانکتون) از طریق پایین بردن یک شلنگ بسیار سنگین (با قطر داخلی ۲۵ میلیمتر) از یکی از دریچه های باز روی عرشه و رساندن آن به کف مخزن انجام می گیرد. یکی از دریچه ها بسته می شود و شلنگ را به سرعت بالا می آورند تا نمونه های کوچک گرفته شوند. نمونه گیری از رسوبات از طریق پایین آوردن یک شلنگ سنگین تا عمیق ترین نقطه مخزن و آوردن ۲۰ لیتر از رسوبات به وسیله پمپ دستی انجام می شود.

نمونه برداری ژئوپلانکتون با پایین آوردن یک تور $53\ \mu\text{m}$ تا انتهای مخزن و بالا کشیدن آن به آرامی انجام می گیرد. دلایل زیادی برای عدم امکان باز گذاشتن دریچه مخازن آب توازن و جمع آوری نمونه ها وجود دارد که عبارتند از: در دسترس نبودن دریچه های مخازن آب توازن، وجود موانع مختلف مخازن که مانع دسترسی کامل وسایل اندازه گیری می شود، برخی اوقات مخازن آن قدر پر هستند که امکان باز کردن دریچه ها وجود ندارد. زمانی که امکان نمونه برداری از روش مذکور نیست روش های دیگری بکار می برند و نمونه برداری از این روش ها صورت می گیرد: پمپاژ آب به درون یک شلنگ با قطر داخلی ۱۳ میلیمتر به درون مخزن آب توازن به روش دستی، جمع آوری آب مستقیماً از مخزن یا از مخزن آب توازن از طریق یک سطل.

اکثر نمونه گیری ها از طریق روش دستی و روش استاندارد انجام گرفته و باقیمانده از طریق روش های ذکر شده در بالا انجام می شود. در برخی موارد به دلیل پیچیده بودن معماری مخازن آب توازن شلنگ به انتهای آن نمی رسد و نیز استفاده از شلنگ های کوچکتر امکان پذیر نیست. علاوه بر آن برخی از مخازن کاملاً پر نیستند و این امر پمپ کردن رسوبات را از طریق روش دستی غیر ممکن می سازد.

نمونه برداری از رسوباتی که در کف مخازن آب توازن کشتی انباشته شده اند به خصوص مخازنی که فقط به آب توازن اختصاص داده شده است، یک سری موانع و محدودیت هایی را به همراه دارد.

نمونه برداری از رسوبات موجود در کف مخازن مشکل است چراکه دستیابی به مخازن از طریق دریچه ها محدود است، مخازن دارای نردبان، محل عبور و مرور بوده و دارای سایر موانعی است که می تواند مانع دسترسی ابزار نمونه برداری به رسوبات شود. جهت نمونه برداری از رسوبات آب توازن لازم است از هر جایی نمونه برداری انجام گیرد. در کل، نمونه برداری از رسوبات آب توازن همانطور که ذکر شد کار دشواری است. همچنین نمونه هایی که از رسوبات جمع آوری می شود در اکثر موارد

بسیار اندک است. حداکثر حجم رسوبی که در نمونه برداری از رسوبات به روش پمپ دستی بدست آمده است در حدود ۱ تا ۲۰۰ میلی لیتر است. با این وجود در بسیاری از موارد، تجزیه و تحلیل سیستم داینافلاژله ها انجام می شود. همچنین زمانی که شلنگ وارد مخزن آب توازن می شود تشخیص محل قرار گیری آن مشخص نیست. در بسیاری موارد ممکن است شلنگ به انتهای مخزن نرسیده باشد یا ممکن است به انتهای مخزن رسیده باشد یا در جایی قرار گیرد که رسوبی در آن قسمت نباشد. اگر هیچ رسوبی از طریق این مراحل بدست نیاید، نمی توان متوجه شد این اتفاق به دلیل روش نمونه برداری است یا دلیل آن اندک بودن میزان رسوب در کف مخزن است. این مشکلات تنها نمونه ای از مسائلی است که با آن ها روبرو می شوند. به هر حال کشتی های جدید می بایست طوری طراحی شوند که دسترسی و نمونه برداری از مخازن آب توازن را آسان تر کند. تاکنون اطلاعات کمی در مورد رسوبات آب توازن و میزان ارگانسیم هایی که در آن وجود دارد و نیز نحوه دستیابی به رسوبات در دسترس بوده و به تحقیقات بیشتری در این زمینه نیاز است.

(و) محاسبه شاخص های اکولوژیک در اجتماعات پلانکتونی

روش نمونه برداری یا روند رنگ آمیزی هر چه باشد، هدف اصلی از مطالعه اکولوژیکی پلانکتون، شناخت ساختار اجتماع آنهاست. ساختار اجتماع پلانکتون نه تنها کیفیت آب اطراف را منعکس می کند، بلکه تنش حاصل از پارامترهای زیست محیطی مختلف را (مانند شوری، فاضلاب، تخلیه های صنعتی و غیره) نشان می دهد. مطالعات طولانی مدت باعث می شوند تا گونه های حساس و گونه های موقتی در اجتماع پلانکتونی مشخص شوند.

ساختار اجتماعی اجتماعات پلانکتونی را از طریق شاخص های اکولوژیکی مختلف تعیین می کنند با این حال مقدم ترین دیدگاه در این زمینه شناخت چگونگی شمارش جمعیت هر گونه پس از تعیین رده بندی مناسب می باشد.

این امر به ارائه اطلاعات و داده‌هایی درباره اجتماعات پلانکتونی، در مکان یا زمان‌های مخصوص، منتهی می‌گردد. هر چند که، بررسی و ارزیابی گونه‌ها را باید به طور جداگانه بر روی فیتوپلانکتون و زئوپلانکتون انجام داد تا بتوان میزان علف‌خواری یا راندمان تولید هر یک از سطوح تغذیه‌ای را شناخت. مراحل مختلف ارزیابی ساختار اجتماعات پلانکتونی، عبارتند از:

• مرحله ۱: جمع‌آوری و تغلیظ

در این مرحله، جمع‌آوری و تغلیظ پلانکتون به منظور دستیابی به نمونه‌ای از حجم معینی از آب صورت می‌گیرد. کیسه‌های توری نایلونی مخروطی شکل (با ۳۰ سانتیمتر قطر) که از پارچه ابریشمی غربالی شکل با شماره ۳۰ ساخته شده‌اند را برای فیلتر کردن حجم معینی از آب (۱۰۰ یا ۲۰۰ میلی‌لیتر) بکار می‌برند. نمونه‌های آبی جمع‌آوری شده در سطل (سطل ۵ لیتری که با ۲۰ بار پر شدن ۱۰۰ لیتر آب نمونه را فراهم می‌کند) را با گذراندن از پارچه ابریشمی غربالی تصفیه می‌کنند و پلانکتون را تغلیظ می‌نمایند. از سانتریفوژ برای تغلیظ نمونه استفاده می‌کنند.

حجم نهایی تغلیظ شده پلانکتون را گزارش می‌کنند تا با کمک آن بتوان گزارش نهایی از چگالی پلانکتونی را به صورت لیتر/سلول یا m^3 /سلول تهیه نمود. با اینکار می‌توان از تغلیظ‌کننده پلانکتونی ساده‌ای که به آرامی حرکت می‌کند، جلوگیری نمود. این تغلیظ‌کننده شامل لوله‌ای سخت از جنس پرسپکس یا pvc (قطر ۱۲ سانتی‌متر و بلندی ۱۰ سانتی‌متر) و فیلتری که به انتهای پایینی متصل است، می‌باشد.

این فیلتر که می‌تواند یک فیلتر کاغذی باشد (Whatman No42) و یا از یک فیلتر غشایی تشکیل شده باشد، با یک شبکه نایلونی غیرفیلامانی مجهز شده است که به انتهای پائینی لوله محتوای دی کلریداتیلن متصل گردیده است. لوله را به آرامی در یک بیکر ۲ لیتری که دارای نمونه پلانکتونی است، فرو می‌برند. آب به آرامی لبریز می‌شود و از درون صافی به درون لوله و از آنجا به

پیپت بزرگی انتقال می‌یابد. با این نوع تغلیظ کننده می‌توان حدود 20^{ml} زئوپلانکتون را در حدود یک ساعت تغلیظ نمود [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

• مرحله ۲: روند پیش شمارش

این مرحله شامل شمارش پلانکتون از طریق Sedgwick Rafter می‌شود. یک میلی‌لیتر از نمونه پلانکتون بدست آمده را برای شمارش به اتاقک شمارش Sedgwick Rafter می‌برند. این نمونه را که برای شمارش در این محفظه آماده است، به شکل لایه ای نازک پخش می‌کنند و اینکار را با قرار دادن پوششی به صورت مورب در سراسر محفظه شمارش انجام می‌دهند که نمونه در یک گوشه از این محفظه قرار می‌گیرد.

این پوشش مورب با حرکت جاذبه‌ای در محل خود قرار می‌گیرد. در برخی از موارد، از نظر چگالی پلانکتون بسیار غلیظ می‌باشد و تحت چنین شرایطی، این احتمال وجود دارد که پلانکتون‌ها به صورت دسته جمعی یا بسیار نزدیک به یکدیگر قرار گیرند. این امر باعث عدم دقت و بروز اشتباه در شمارش می‌شود. هر چند که می‌توان با رقیق کردن محلول نمونه‌گیری، از این کار جلوگیری نمود.

• مرحله ۳: شمارش

در این مرحله، روند شمارش با قرار دادن محفظه شمارش Sedgwick Rafter (که پر از نمونه پلانکتون است) در زیر میکروسکوپ آغاز می‌شود. این میکروسکوپ دارای تجهیزات مکانیکی است. پلانکتون‌ها به صورت فردی از یک گوشه محفظه شمارش می‌شوند. Rafter به طور افقی در امتداد اولین ردیف از مربع‌ها قرار می‌گیرد و پلانکتون در هر مربعی از این ردیف جای داده می‌شوند. پس از تکمیل نمودن یک ردیف، ردیف دیگر که در مجاورت ردیف قبلی قرار دارد، پر می‌شود و این کار با تجهیزات مکانیکی صورت می‌پذیرد. به این طریق، کلیه پلانکتون‌های موجود در تمام

مربع‌های محفظه شمارش Sedgwick Rafter گزارش و شمارش می‌شوند، برای هر گونه فردی از پلانکتون نیاز به یک حرکت عمودی است. از اینرو برای ۴ عدد از هر گونه مشابه نیاز به ۴ حرکت عمودی داریم. پنجمین پلانکتون فردی نیاز به حرکتی مورب در بین حرکات عمودی دارد. به منظور بالا بردن میزان دقت می‌توان با خالی کردن دقیق، شستشو و پرکردن محفظه شمارش عمل شمارش را چند بار انجام داد. گونه‌های شمارش شده با این روند در نهایت برای تنوع رده‌بندی پلانکتون گزارش می‌شوند. در انتهای این مرحله، یک جدول سیستماتیک از این فرمت (جدول (۸-۲)) از نمونه بدست آمده رسم می‌گردد [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

جدول (۸-۲): شمارش گونه‌های فیتوپلانکتونی (C,B,A) و زئوپلانکتونی (F,E,D) در یک لیتر از آب نمونه

[مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

زئوپلانکتون		فیتوپلانکتون	
III, IIII, IIII	A	III	A
IIII	B	II	B
II	C	IIII	C

تعداد کلی پلانکتون که در یک لیتر نمونه آب وجود دارند را می‌توان با استفاده از فرمول کلی زیر محاسبه کرد:

$$N = nv/V$$

N = تعداد کل پلانکتون در هر لیتر از آب تصفیه شده

n = تعداد متوسط پلانکتون در 1^{ml} از نمونه پلانکتون

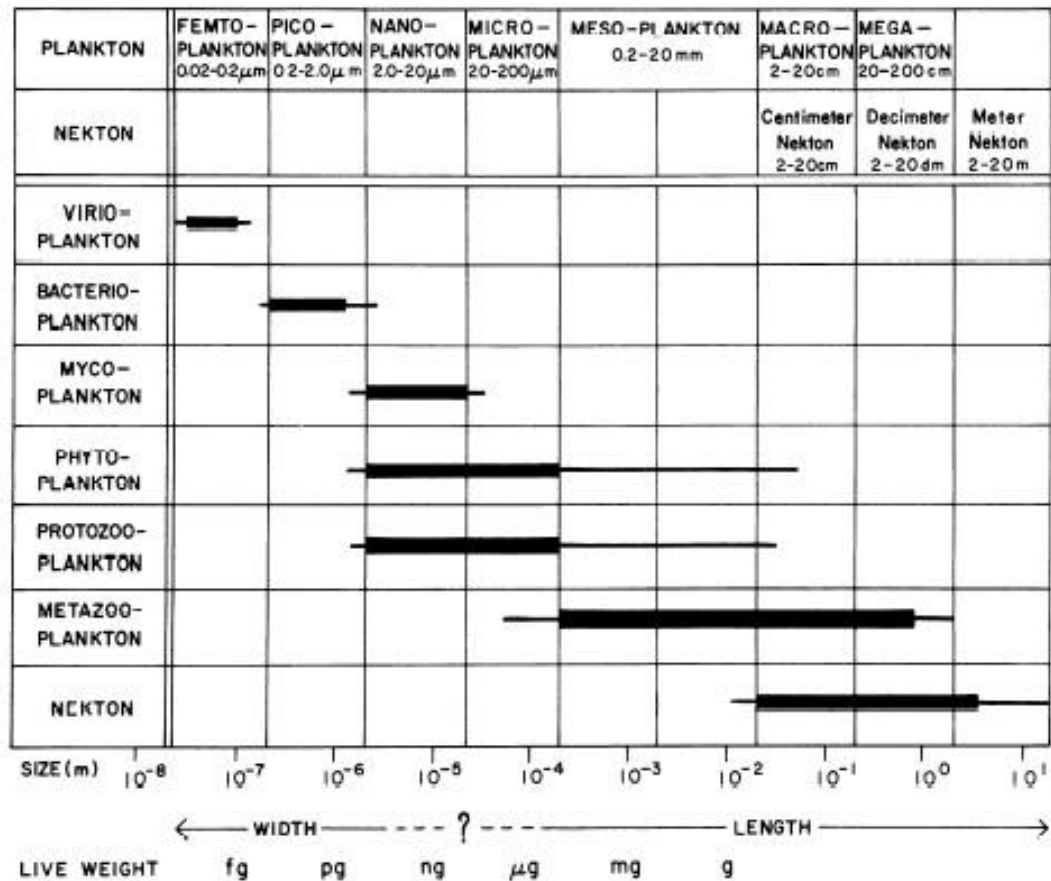
v = حجم غلظت پلانکتون (ml)

V = حجم آب تصفیه شده کل

واحدهای محصول بدست آمده N/l یا $N \cdot 10^3/m^3$ می‌باشند.

در جدول (۲-۹)، سایز بندی گروه های مختلف پلانکتونی که امکان حضور در آب توازن را دارند، ارائه شده است [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

جدول (۲-۹): سایز بندی گروه های مختلف پلانکتونی [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]



مرحله ۴: محاسبه شاخص های اکولوژیک

شاخص های اکولوژیک، اغلب درجه فشار وارد شده بر اجتماع پلانکتون را که معمولاً به دلیل تغییر پارامترهای زیست محیطی است، نشان می دهند. گونه های متعددی از پلانکتون نسبت به اثرات اعمال شده بر فلزات سنگین، هیدروکربن های نفت یا حشره کش ها حساسیت دارند.

این موضوع اغلب باعث ایجاد تغییراتی در ساختار اجتماعی پلانکتون می‌شود که از طریق برآورد شاخص‌های اکولوژیک معمول منعکس می‌گردند [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

۱. شاخص برتری^۱

در شاخص برتری یک اجتماع خاص بزرگی در نظر گرفته می‌شود. این شاخص را مطابق با فرمول زیر محاسبه می‌کنند:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

n_i = اهمیت ارزش هر یک از گونه‌ها (تعداد فردی، توده زیستی، تولید و غیره)

N = کل اهمیت ارزش‌ها

شاخص برتری همیشه کمتر از خود برتری است و با تعداد بسیار زیادی از گونه‌ها و یا کل جمعیت‌های یک اجتماع که به طور یکنواخت در بین گونه‌های مختلف پراکنده‌اند، سهمیم و مشترک می‌باشد.

این گونه‌ها دارای زیستگاه‌هایی با متغیرهایی شیمیایی – فیزیکی منحصر به فرد هستند. در واقع این یک پدیده عمومی است که هر گاه اثرات زیست محیطی در یک محیط زیست خاص افزایش یابد آنگاه اجتماع شامل گونه‌های کمتری می‌شود (این گونه‌ها نسبت به متغیرهای بیولوژیک و فیزیکی – شیمیایی مقاومت بیشتری دارند) که اغلب به گونه‌های فرصت طلب معروفند و معمولاً ارزش شاخص برتری در زیستگاه‌های پرتنش بیشتر نمایان می‌شود.

¹ Simpson Index یا Whittaker

۲. شاخص شباهت

دو اجتماع از نظر جغرافیایی که دور از هم قرار دارند نیز می‌توانند از نظر ساختاری به نوعی شبیه یکدیگر باشند. این شباهت به دلیل وجود مشخصه‌های زیست محیطی یکسانی در زیستگاه‌ها می‌باشد.

شاخص بین دو مکان نمونه‌گیری را مطابق زیر محاسبه می‌کنند:

$$QS = \frac{2.C}{A+B}$$

A = تعداد گونه‌های موجود در محل نمونه‌برداری "A"

B = تعداد گونه‌های موجود در محل نمونه‌برداری "B"

C = تعداد گونه‌های مشترک در هر دو ناحیه

۳. شاخص زیستی^۱

فرم شاخص زیستی به صورت زیر محاسبه می‌گردد:

$$I_{Margalef} = (S-1) / \ln(N)$$

S = تعداد گونه‌ها

N = تعداد کل افراد تمام گروه‌ها

این شاخص، مطلوب بودن زیستگاه خاص را برای رشد و بقای گونه‌های مختلف نشان می‌دهد.

ارزش شاخص معمولاً کاهش می‌یابد و این زمانی اتفاق می‌افتد که محیط زیست به دلیل موارد بیگانه، نامطلوب و تنش‌زا می‌شود، برای مثال ورود آلاینده‌ها و دیگر موجودات بیولوژیکی که می‌توانند انگل یا صیاد گونه‌های موجود باشند.

¹ Margalef Index

۴. شاخص تنوع گونه‌ای Shannon-Weiner

این شاخص متعارف‌ترین شاخصی است که در مطالعات اکولوژیکی به کار می‌رود زیرا بعد خاصی را به خود اختصاص نمی‌دهد و مستقل از اندازه نمونه می‌باشد و ارزش هر گونه را بیان می‌کند:

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

P_i = احتمال برای هر یک از گونه‌ها

n_i = ارزش برای هر یک از گونه‌ها

N = مجموع ارزش‌ها

ارزش H توضیحات اکولوژیکی متعددی دارد همانطور که Margalef (۱۹۶۸) بیان می‌کند "اکولوژیست‌ها در هر مقیاس از تنوع، نوعی تعبیر از احتمالات سیستم‌های فیدبک ساختاری را دارند".

تنوع بالاتر نشان‌دهنده زنجیره غذایی طولانی‌تر و موارد بیشتری از هم‌زیستی (دوجانبه‌گرایی، اشتراک‌گرایی و غیره) می‌باشد و احتمالات بیشتری را برای کنترل فیدبک به تصور می‌کشد که نوسانات ناگهانی را کنترل می‌کنند و بقا را افزایش می‌دهند.

ارزش فیزیکی اندیکاتور جدا از تنش زیست محیطی می‌باشد، زمانی که گونه‌های حساس به تدریج در یک محل از بین رفته یا تغییر می‌کنند، شاخص تنوع گونه‌ای آماری مؤثر و مناسب را برای پیش‌بینی تغییرات موجود در محیط زیست ارائه می‌دهد. از این رو کاهش در ارزش H افزایش در بزرگی تنش زیست محیطی را بر گونه‌ها نشان می‌دهد. حفظ تدریجی کیفیت زیست محیطی یا افزایش ارزش H با گذشت زمان مشخص می‌گردد [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

۲-۶- راه های کاهش اثرات نامطلوب ایجاد شده و نحوه انجام آن ها

از نظر دانشمندان علوم دریایی استفاده از آب دریا که حاوی انواع جانداران آبی است به عنوان آب توازن کشتی در یک مکان و سپس حمل و تخلیه آن در مکان دیگری از دنیا توسط کشتی‌ها، زیان بارترین عامل برای بقای جانداران آبی است. تاکنون راه حل های گوناگونی برای این مساله ارایه شده و برخی از آنها مثل تعویض آب توازن کشتی در دریا عملاً در حال انجام است. سالانه بیش از ۱۰ میلیارد تن آب توازن در سراسر دنیا جا به جا می شود که این خود بیانگر گستردگی این مساله است. سازمان جهانی دریانوردی که مسئولیت اجرا و توسعه قوانین بین‌المللی جهت مدیریت آب توازن را عهده دار است، سعی نموده تا با تدوین و اجرای «برنامه جهانی مدیریت آب توازن» انتقال موجودات مضر را کاهش دهد. بنابراین ضروری است که خدمه و مسئولین کشتی ها جهت کاهش میزان جابه جایی این موجودات تمام تلاش خود را بکار گیرند و از آنجا که این تهاجم به محیط زیست دریایی به سرعت رو به فزونی است این اقدامات باید هر چه سریع تر انجام شود.

پژوهش های علمی نشان می دهد که عوامل بیماری زا می توانند به وسیله آب توازن کشتی‌ها منتقل شوند. به عنوان مثال: «اشریشیا کولی» نوعی باکتری عفونی، «کلوسترویدیون پرفرینجن» نوعی باکتری غیرهوازی و «سالمونلا» نوعی باکتری عامل مسمومیت غذایی، به مقدار فراوان در تانکر توازن کشتی‌ها یافت شده است. علاوه بر آن انتقال جلبک های تک سلولی از گروه تاژکداران چرخان موسوم داینو فلاژله ها از طریق آب توازن (بوژه اگر در هنگام بارگیری آب توازن در بندر مبدا این پدیده اتفاق افتاده باشد)، باعث بروز فرایند کشند سرخ^۱ می شود. که بدلیل استفاده از صدف هایی که از این گروه جلبک تغذیه می کنند، می تواند باعث بیماری های شدید و حتی مرگ در انسان گردد.

¹ Red Tide

تحقیقات نشان داده، حتی اگر آب توازن کشتی در دریا عوض شود باز هم مقداری از آب قبلی و رسوبات در تانکر باقی مانده و تشکیل لایه ای سفت و غیرقابل نفوذ از شبکه های پلیمری، موسوم به بیوفیلم را می دهد. این لایه در برابر تعویض آب توازن در دریا و سایر روش های موجود برای این مشکل بسیار مقاوم بوده و پناهگاهی برای باکتری های بیماری زا است.

در این خصوص حادثه ای معرف به تجربه «میلواکی» مثال خوبی است. نقصی در سیستم تصفیه آب شرب باعث شد که آب دریاچه میشیگان مستقیماً برای مصرف شرب فرستاده شود و منجر به شیوع نوعی باکتری عامل عفونت روده به نام «کریپتاس پیریدیم پارویوم» گردید، در نتیجه ۴۰۰ هزار نفر آلوده شدند، ۴ هزار نفر روانه بیمارستان شدند و ۱۱۰ نفر نیز فوت شدند.

حادثه دیگر «خلیج موبایل» است. در این ماجرا باکتری وبا از تانکر توازن کشتی وارد این خلیج شد. این باکتری در بدن صدف ها و سفره ماهی ها نیز مشاهده شده است. بر اساس شواهد در برخی موارد علت شیوع بیماری وبا دقیقاً آب توازن کشتی ها بوده است. مثل شیوع همزمان بیماری وبا در ۳ بندر پرو در سال ۱۹۹۱ میلادی. این بیماری سرتاسر آمریکای جنوبی را درنوردید و یک میلیون نفر مبتلا و سرانجام ۱۰ هزار نفر کشته از خود بر جای گذاشت. از ۱۹۷۳ میلادی تاکنون ۹۱ مورد وبا در آمریکا مشاهده شد که غالباً علت آن مصرف مواد خوراکی دریایی به صورت خام یا پخته است. با توجه به شواهد موجود، یقیناً آب توازن کشتی عامل انتقال گونه های بیماری زا می باشند، اما هنوز میزان آسیب ناشی از آن بر ساحل نشینان دقیقاً کشف و ارزیابی نشده است.

۲-۶-۱- مدیریت گونه های مهاجم و نحوه از بین بردن/خنثی نمودن آن ها

همزمان با ساخت کشتی های بزرگتر، وسایل حمل و نقل بیشتری به اتحادیه ها می پیوندند. بدین ترتیب نقل و انتقال گونه ها و ارگانیسم های ناخواسته افزایش می یابد. از نقطه نظر جهانی شدن بنادری که خود را با این تغییرات تقاضا جهت نصب و اعمال روش های مدیریتی جهت

کاهش ورود گونه های مهاجم مطابقت ندهند در این رقابت تجاری و جابجایی کالا، توان عملیاتی خود را از دست خواهند داد. حوادثی نظیر آنچه که در دریای خزر اتفاق افتاد به همگان نشان داد که اکنون زمان آن رسیده است که ارگان های مختلف دست از متهم ساختن یکدیگر بردارند و در راستای پایان دادن به چنین حوادثی با هم همکاری داشته باشند. ورود شناورها و کشتی هایی به ناوگان نظارتی سازمان بنادر و کشتیرانی امکان کنترل بیشتر فعالیت های دریانوردی را در آب های تحت حاکمیت جمهوری اسلامی ایران در سواحل دریای عمان و دهانه اروندرود در خلیج فارس، میسر می سازد. همچنین برگزاری مستمر کلاس های آموزشی برای دریانوردان و کارکنان شناورهای بزرگ و کوچک و لنج های مسافری و سنتی در خلیج فارس و دریای خزر می تواند نقش بسزایی در ارتقاء سطح آگاهی فعالان عرصه دریا و نیز کاهش آلودگی های محیط زیست دریائی داشته باشد. از سوی دیگر پاکسازی محیط زیست دریائی در حیطه آب های تحت حاکمیت جمهوری اسلامی ایران نیازمند رایزنی سیاسی با کشورهای همسایه است. همکاری دولت عراق در پاکسازی اروندرود از شناورهای غرق شده طی دوران جنگ تحمیلی و نیز همکاری کشورهای حاشیه جنوبی خلیج فارس در نظارت شدید بر ورود و خروج کشتی ها در بنادر و مراقبت از تخلیه آب توازن شناورهای بیگانه در آب های ساحلی نقش به سزایی در کنترل شرایط زیست محیطی آب های منطقه ای دارد. در سایه اتخاذ این سیاست های شدید کنترلی رنگ آبی بر بستر خلیج فارس و دریای خزر باقی خواهد ماند و ذخایر غنی آن به نسل های بعدی نیز خواهد رسید.

از این رو کنوانسیون ها و تعهدنامه هایی که کشورهای صاحب ناوگان های دریائی برای حفاظت از ذخایر دریائی و محیط زیست به امضا رسانده اند، می تواند ضامن سلامت محیط پیرامون باشد. بدین معنی که فعالیت های دریائی ارگان های مختلف هم زمان با جهت گیری برای توسعه حمل و نقل در آب ها، باید برای حفاظت از منابع بستر دریاها و محیط زیست دریائی سرمایه گذاری کند.

طراحی و اجرای مدیریت تهاجم در سیستم‌های دریایی کار بسیار دشواری است و به دلیل عدم وجود مرزهای جغرافیایی مستلزم نگرشی در مقیاس وسیع منطقه‌ای است. در محیط‌های دریایی، پذیرش اعضاء و گونه‌های جدید آزاد به آسانی انجام می‌گیرد. لاروهای پلانکتونی می‌توانند به‌طور گسترده‌ای در توده آب توزیع گردند و با سازش در محیط جدید، به زندگی خود ادامه دهند. این حقیقت بدین معنا است که مدیریت محلی (داخلی) گونه‌های مزاحم کارآمد نخواهد بود و مدیریت موفق در این زمینه مستلزم تلاش‌های بنیادی در مقیاس وسیع است.

به منظور بهبود مدیریت گونه‌های مزاحم دریایی رعایت موارد زیر الزامی است:

- فرصت‌های تبادل اطلاعات، فن‌آوری‌های نوین و سیستم‌های فنی گسترش یابد
- تکنیک‌های جدید جهت کنترل انتقال گونه‌ها ایجاد و تحقیقات پایه انجام شود
- نتایج دقیق و لازم از اقدامات کنترلی انجام شده، اتخاذ گردد
- عملی بودن گزینه‌های موجود

- برخی از روش‌های مذکور تنها در سیستم‌های بسته مؤثرند.

- برخی دیگر بسیار پرهزینه بوده و از نظر زیست محیطی ایمن نمی‌باشند.

- معمولاً اقدامات مربوط به پایش و مدیریت، تنها گزینه‌های ممکن هستند.

استراتژی‌های مدیریتی نیز به تنهایی کارآمد نیستند. این استراتژی‌ها بخشی از طرح‌هایی هستند که دربرگیرنده سیستم هشدار سریع تهاجم، تحقیقات پایش و برنامه‌های وسیع آموزش و ارتقای سطح آگاهی‌های عمومی می‌باشند. این گونه برنامه‌ها می‌تواند به‌ویژه انتشار و جابجایی گونه‌های مهاجم را کاهش دهد.

در خصوص مقابله و از بین بردن گونه‌های غیر بومی مهاجم، نکته‌ای که بیش از سایر مسائل از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است ایجاد یک سیستم هماهنگ بین المللی به منظور تبیین

الزامات و استانداردهای لازم در زمینه کاهش ورود گونه های مهاجم به عنوان الویت های ابتدایی دست اندرکاران مسائل دریایی شناخته شده است.

از آنجایی که تاکنون اطلاعات قطعی و کافی در زمینه ارائه یک روش واحد و مؤثر در از بین بردن گونه های مهاجم وجود ندارد و اغلب روش های بحث شده در دست مطالعه و بالقوه می باشند و برخی نیز در آینده با ارزیابی و در نظر گرفتن تمامی مسائل زیست محیطی ممکن است قابل انجام باشند، تعدادی نیز در حد آزمایشگاهی تست شده اند، می توان گفت تنها تعداد اندکی از این روش ها در مقیاس بزرگ در کشتی ها قابل انجام بوده اند. همچنین سئوالات بسیار زیادی در این زمینه وجود دارد که یافتن این پاسخ ها نیازمند انجام پژوهش ها و بررسی های بیشتری است. در نتیجه تصمیم گیری در خصوص استفاده از روش مناسب جهت نابودسازی اغلب آسان نبوده و مستلزم متوازن کردن اهداف متضاد اجتماعی، سیاسی و اقتصادی در شرایطی است که اطلاعات کافی در این زمینه موجود نمی باشد.

با این حال از میان تکنیک های فوق، مؤثرترین روشی که کاربرد بیشتری دارد فیلتراسیون است که روشی مناسب و با دوام بوده و از لحاظ ایمنی و زیست محیطی مورد قبول و پذیرش می باشد. اما با این حال هنوز بر روی نفوذپذیری زیستی^۱ این تکنیک باید تحقیقات بیشتری صورت گیرد تا به طور دقیق کلیه جنبه های آن از لحاظ اقتصادی و ایمنی مقرون به صرفه و قابل انجام باشد.

با توجه به مطالب فوق در خصوص نقاط ضعف وقوت هر یک از روش های مربوط به کنترل و کاهش گونه های مهاجم آب توازن، نکات ذیل بعنوان معیاری جهت انتخاب روش پیشنهاد می گردد:

۱. دارا بودن حداقل آثار نامطلوب زیست محیطی و قابلیت پذیرش محیط

۲. مقرون به صرف بودن روش (تجهیزات و مواد)

¹ Biological Effectiveness

۳. قابلیت تعمیم و معرفی به کلیه کلاس شناور ها

۴. سهولت در انجام مطالعات پایش و مدیریت کنترل روش

۵. امکان کاربری آسان و آموزش پذیری در سطوح مختلف کاربران

به طور کلی ۳ روش اصلی جهت مقابله با گونه‌های مهاجم در کشورهای مختلف دنیا کاربرد دارند، که عبارتند از :

- نابود سازی

- کنترل

- پایش [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

۲-۶-۱-۱- نابودسازی^۱

نابودسازی یک گونه مهاجم، بهتر، مطلوب‌تر و مقرون به صرفه‌تر از کنترل بلند مدت می‌باشد، اما از طرفی این امر پس از تکثیر و انتشار گونه‌ها در محیط زیست دریایی بسیار دشوار و گاهی غیر ممکن می‌باشد. در سراسر دنیا، نمونه‌های معدودی از نابودسازی های موفق وجود دارد. روش‌ها و گزینه‌های موجود برای مقابله با انتشار گونه‌های مهاجم به دلیل تکثیر و تجمع گونه‌ها با گذشت زمان به سرعت کاهش می‌یابد.

سرعت تهاجم به ویژگی‌های بیولوژیکی گونه و محیطی که در آن یافت می‌شود، بستگی دارد. در موارد زیادی، تنها زمان کمی برای اقدام در جهت نابودسازی شیمیایی یا فیزیکی وجود خواهد داشت و با از دست رفتن این فرصت و انتشار گونه‌ها در محیط‌های وسیع‌تر دریایی، گزینه‌های کنترلی به روش‌های کنترل بیولوژیکی دراز مدت تبدیل شده و نابودسازی تنها در موارد استثنایی امکان‌پذیر می‌باشد.

گزینه نابودسازی باید تنها در مواقعی انجام شود که:

¹ Eradication

- از نظر اکولوژیکی امکان پذیر باشد.
 - تعهد مالی و سیاسی لازم برای تکمیل آن وجود داشته باشد.
 - گونه‌های مورد نظر در یک دامنه و منطقه محدودی محصور شده و انتشار یافته باشند.
 - این اقدام از لحاظ محیط زیستی ایمن و بی خطر باشد.
- منظور از این که روش‌ها باید از نظر اکولوژیکی عملی باشند این است که تا حد ممکن هدفمند و خاص (یک گونه مشخص) بوده و تاثیرات دراز مدت روی گونه‌های غیرهدف نداشته باشند. از دست رفتن تصادفی یا عمدی گونه‌های بومی از تبعات و هزینه‌های انکارناپذیر روش نابودسازی می باشد. استفاده از سموم، در کنترل دراز مدت قابل قبول نمی باشد و در برنامه‌های کوتاه مدت و فشرده نابودسازی توجیه پذیر است.

۲-۶-۱-۲- کنترل^۱

به طور کلی تمامی روش ها و تکنیک هایی که جهت کنترل گونه های مهاجم و کاهش انتقال آن ها صورت می گیرد را می توان به سه روش فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی تقسیم کرد:

• کنترل فیزیکی

شامل از بین بردن مکانیکی یا نابودسازی گونه‌ها در محل استقرارشان می باشد. که در کنار نابودسازی مکانیکی، انواع مختلفی از تجهیزات از قبیل پمپ، لایروب و تورهای ماهیگیری می تواند مورد استفاده قرار گیرند. به دام انداختن گونه‌ها از طریق موانع فیزیکی، آب داغ و تصفیه با آب‌ها می تواند در این شیوه مورد استفاده قرار گیرد. نابودسازی فیزیکی بستگی به شناسایی گونه‌ها داشته و بسیار دشوار و پرهزینه است. در صورتی که گونه‌های غیربومی دارای ارزش اقتصادی باشند،

¹ Control

نابودسازی فیزیکی می‌تواند انتقال گونه‌های آبی به محل‌های ماهیگیری تجاری را به دنبال داشته باشد. که این امر در موارد شیلاتی کاربرد بسیاری دارد و از جمله انتقال عمدی خرچنگ غیربومی اروپایی^۱ در انگلستان و صدف حلزونی آسیایی^۲ در خلیج Cheasapeak و جلبک دریایی *Undaria pinatifida* که به دلیل ارزش اقتصادی این گونه‌ها، صورت گرفته است.

• کنترل شیمیایی

کنترل شیمیایی عبارت است از رهاسازی مواد شیمیایی سمی که تا حد ممکن خاص بوده و تاثیری روی گونه‌های غیرهدف ندارند. مواد شیمیایی زیادی برای این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرند که از جمله آن‌ها می‌توان به سولفات مس، پروکساید هیدروژن، کلورین، حشره‌کش‌ها، پتاسیم، مواد شیمیایی ضد خزه، مواد شیمیایی ترکیبی، مواد شیمیایی آلی جهت از بین بردن نرم‌تنان^۳، روتنون و گیاه‌کش‌ها اشاره نمود. مواد شیمیایی فوق‌الذکر خیلی خاص نبوده و استفاده از آنها به دلایل زیست محیطی و ایمنی محدود است. مثال‌هایی از کاربرد کنترل‌های شیمیایی عبارتند از:

مثال اول: کنترل ناموفق گونه *Caulerpa taxifolia*

در سال ۲۰۰۲ جلبک سبز دریایی *Caulerpa taxifolia* در یکی از تالاب‌های جنوب کالیفرنیا یافت شد. به‌منظور از بین بردن گونه مذکور، کلورین مایع به بستر جلبک‌ها افزوده شد. با وجود این که بر اثر این اقدام مرگ و میر وسیع موجودات دریایی اتفاق افتاد، اما برخی از گیاهان دوام آورده و به زندگی خود ادامه دادند. برخلاف آنچه که در مورد نابودسازی گونه *Mytilopsis* در استرالیا اتفاق

^۱ *Carcinus maenas*

^۲ *Rapana venos*

^۳ molluscicides

افتاده بود، هیچ مسئول خاصی برای این کار تعیین نشده و بودجه مشخص و مجوز خاصی برای انجام کامل این برنامه اخذ نگردیده بود.

مثال دوم: نابودسازی موفقیت‌آمیز ماسل سیاه^۱

در سال ۱۹۹۹ ماسل آسیایی آلوده‌کننده، با موفقیت از ۳ لنگرگاه در داروین (بزرگ‌ترین بندر در سواحل شمالی و استوایی استرالیا)، که توسط سدهای متحرک کنترل می‌شد، از بین رفت. در نابودسازی این گونه، از روش شیمیایی (کلورین و سولفات مس) که ماسل‌ها و مقدار قابل توجهی از سایر موجودات دریایی دیگر را از بین برد، استفاده گردید. همچنین این عمل تأثیرات نامطلوبی را روی کشتی‌هایی که در جریان عملیات رفع آلودگی حضور داشتند، نیز برجای گذاشت. این عملیات محدود به سه بندری که آلوده شده بودند، گردید. عواملی که باعث موفقیت در نابودسازی این گونه گردید، عبارت بودند از: حمایت دولت و مردم، شناسایی سریع ورود گونه (۶ ماه پس از ورود)، مقابله سریع، محیط محصور (امکان بستن لنگرگاه و تفکیک آنها از آب‌های آزاد امکان‌پذیر بود)، امکان ردگیری کشتی‌هایی که ممکن بود آلوده شده باشند و اطلاعات قبلی در خصوص مقابله شیمیایی با سم مربوطه.

با این وجود در سال ۲۰۰۱ گزارش شد که ورود مستمر این گونه در استرالیا در حال وقوع است که این موضوع اهمیت پایش مستمر جهت جلوگیری از ورود مجدد این گونه را خاطرنشان می‌سازد. با این حال مطالعاتی که اخیراً انجام شده نگرانی‌هایی را در خصوص کارایی و ایمنی کنترل بیولوژیکی در محیط‌های دریایی مطرح نموده است.

¹ Mytilopsis sallei

• کنترل بیولوژیکی

این موضوع یکی از موضوعات در دست تحقیق بوده و روشی است که زیستگاه‌ها، عوامل بیماری‌زا، شکارچی‌ها و دستکاری ژنتیکی را دربر می‌گیرد. کنترل بیولوژیکی یک روش سریع مقابله نیست و تنها می‌توان از آن در کنترل دراز مدت استفاده نمود. این روش هرچند از نظر تئوری مناسب است اما عموماً امکان‌پذیر نبوده و اعمال آن در محیط زیست دریایی مجاز نمی‌باشد.

برای این که روش‌های بیولوژیکی و شیمیایی گزینه‌هایی عملی محسوب شوند، لازم است:

- مواد و گونه‌های مفید شناسایی شوند.
- خاص بودن آن (برای یک گونه مشخص) جهت جلوگیری از اثرات منفی روی گونه‌های غیرهدف مورد آزمایش قرار گیرد.
- خطر تعامل گونه‌های کنترل بیولوژیکی با گونه‌های بومی ناشناخته در منطقه هدف مورد ارزیابی قرار گیرد.

۱. اقدامات نابودسازی و ارتقای سطح آگاهی عمومی که می‌تواند باعث کاهش انتشار و جابجایی گونه‌ها شود.	۴
۲. کنترل جابجایی صدف‌های دریایی از مناطق حاوی فیتوپلانکتون سمی	
۳. رفع آلودگی از تجهیزاتی که در فعالیتهای پرورش آبزیان دریایی مورد استفاده قرار می‌گیرد.	
۴. تهیه برنامه‌های مربوط به مدیریت ورود عمدی گونه‌های غیربومی	
۵. پاکسازی مستمر خزانه کشتی‌های صیادی و تفریحی و بازرسی کشتی‌ها در ساحل	

۲-۶-۱-۳- پایش^۱

پایش، اقدامی است که در تمام مراحل مدیریت گونه‌های مهاجم وجود دارد. استراتژی‌هایی که ویژه هریک از این مراحل است عبارتند از:

- انجام پایش جهت تعیین موفقیت عملیات نابودسازی گونه‌هایی با انتشار محدود که توسط نمونه‌برداری دقیق صورت می‌گیرد.
- برنامه‌های پایش به‌منظور اعلام زود هنگام تهاجم باید در سطحی وسیع‌تر با تمرکز روی مناطقی که تردد و فعالیت در آنها بیشتر است، اجرا شود. در این مورد، می‌توان از صفحه‌های تشخیص آلودگی^۲ یا تله استفاده نمود.

بهترین راه کاهش خطرات ناشی از انتقال گونه‌های مهاجم مضر، تخلیه آب توازن بر اساس دستورالعمل‌های IMO است. اگرچه حتی اگر این دستورالعمل‌ها به‌صورت کامل هم اجرا شوند، نمی‌تواند به‌صورت ۱۰۰٪ ارگانیزم‌های مضر را از بین ببرند. بنابراین اعمال مدیریت و اجرا تکنیک‌های نوین جهت پیشگیری از چنین وقایعی بسیار مهم می‌باشد. امروزه جهت حل این مشکل در سرتاسر جهان تلاش‌های مهم و باارزشی در دست انجام است. کشورهای مختلف جهان بر حسب موقعیت استراتژیک روش‌ها و تکنیک‌های متفاوتی را استفاده می‌نمایند. چندین روش و تکنولوژی جهت حل مشکل تخلیه آب توازن شناخته شده است که در حال حاضر برخی از این روش‌ها در مرحله تست آزمایشگاهی هستند و تنها تعداد کمی از آنها بر روی کشتی‌ها اجرا می‌شوند [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

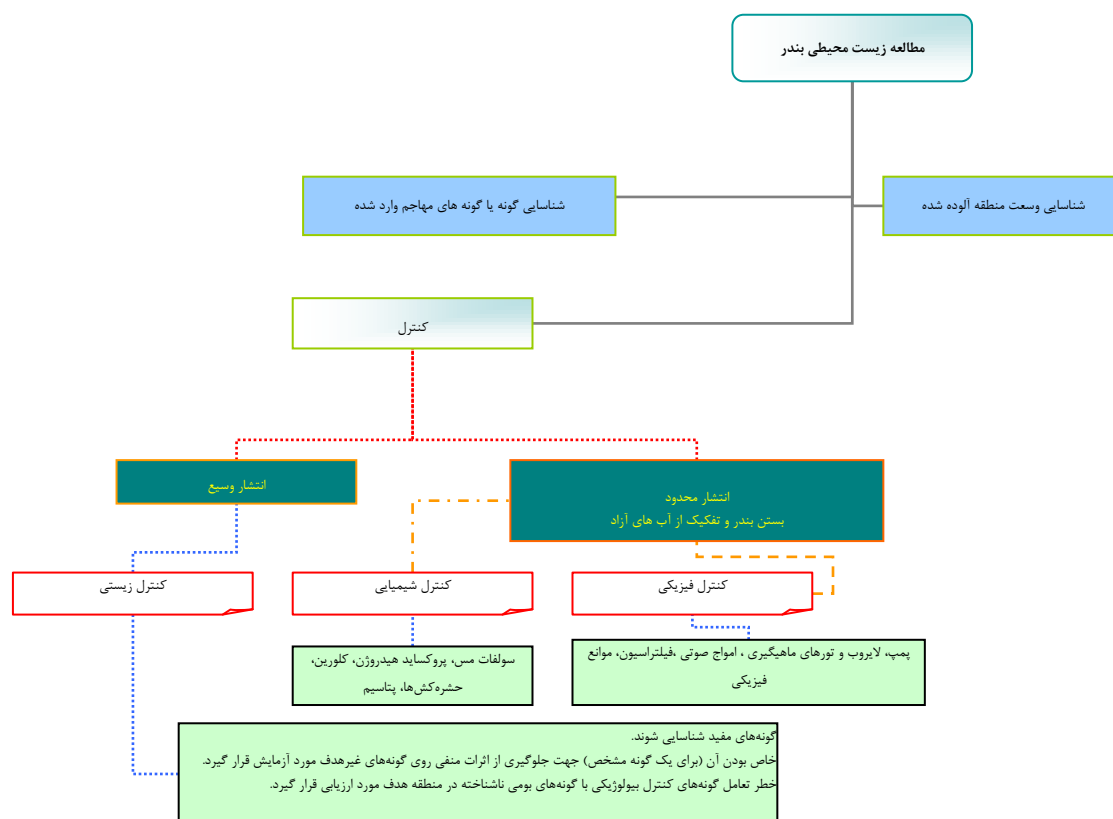
¹ Monitoring

² Fouling panel

۲-۶-۲- بررسی زمان و هزینه مورد نیاز جهت اجرای طرح

۲-۶-۲-۱- دیاگرام کاهش اثرات نامطلوب

با توجه به دیاگرام (شکل ۲-۲۶)) که نمایانگر مراحل پس از ورود گونه مهاجم به آب های کشور مبدا است می توان گفت، همواره انجام تحقیقات زیست محیطی در بنادر مقصد، بویژه در بنادر پر ترافیک حایز بوده و تنها در آنصورت است که می توان وجود یا عدم وجود گونه های بیگانه و مهاجم را اثبات نمود. این تحقیقات به دو سؤال اساسی پاسخ خواهند داد: نوع گونه مهاجم و گسترش آنها. بدیهی است جهت دستیابی به نتایج فوق مراحل متعدد آزمایشگاهی - میدانی و نیز جمع آوری اطلاعاتی همچون وضعیت زیست محیطی بنادر مبدا مورد نیاز است که هر کدام مستلزم صرف زمان و هزینه مختص بخود است (شکل ۲-۲۷)).

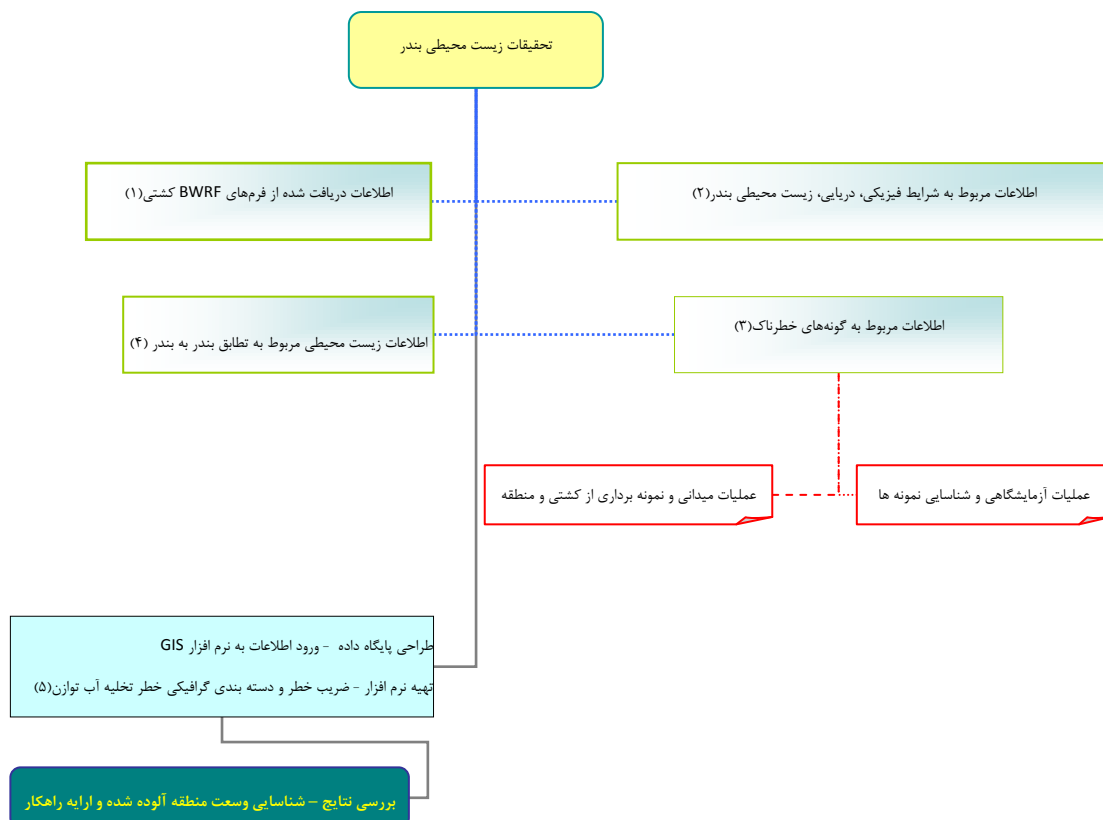


شکل ۲-۲۶: مراحل عملیاتی کنترل گونه مهاجم [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

۲-۶-۲- دیاگرام مراحل هزینه کرد

همانگونه که در بخش قبلی نیز به آن اشاره شد، انجام مراحل متعدد آزمایشگاهی - میدانی و نیز جمع آوری اطلاعاتی همچون وضعیت زیست محیطی بنادر هر کدام مستلزم صرف زمان و هزینه مختص بخود است، که در شکل (۲-۲۷) به برخی از این موارد اشاره شده است.

با توجه به دیاگرام شکل (۲-۲۷)، هزینه مربوط به مراحل (۱) تا (۴) می تواند از ۲۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال تا ۵۰۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال، بسته به حجم و میزان گونه های موجود - ترافیک بندری و متفاوت باشد. همچنین هزینه مراحل (۵) و (۶) نیز از ۴۰۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال تا ۵۰۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال متغیر است. هزینه طراحی پایگاه داده و نرم افزاریکه قابل استفاده برای همه بنادر باشد، تنها یکبار و پس از طراحی آن محاسبه می گردد[مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].



شکل (۲-۲۷): مراحل هزینه کرد کنترل گونه مهاجم[مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

۲-۶-۳- اهمیت بررسی اقتصادی گونه‌های مهاجم

گونه‌های مهاجم یکی از تهدیدهای در حال افزایش در جهان هستند که موجب از دست رفتن تنوع زیستی، تغییرات اکوسیستم و اثرات اقتصادی از جمله تاثیر بر کشاورزی، جنگل داری، شیلات، تولید برق و تجارت بین‌الملل می‌شوند. گونه‌های مهاجم گونه‌هایی هستند که بومی اکوسیستم محل وارد شده نیستند و موجب ضررهای زیست محیطی، ضررهای اقتصادی و یا خساراتی برای سلامتی انسان می‌شوند. البته تمام گونه‌های غیربومی، مهاجم نیستند و بسیاری از آنان موفق نمی‌شوند در محیط جدید به زندگی خود ادامه دهند و از بین می‌روند. برخی نیز زنده می‌مانند ولی خسارتی به همراه ندارند ولی آنهاییکه طبق دستورالعمل ۱۶۱۱۲ مهاجم معرفی شده‌اند، قدرت وارد آوردن خسارات زیادی را بر محیط دارند.

به روشی که توسط آن گونه‌های مهاجم به زیستگاه جدیدی وارد می‌شوند path way یا vector گویند. یکی از مهمترین راه‌های انتقال این گونه‌ها از طریق آب توازن کشتی‌ها می‌باشد که با توجه به افزایش و گسترش روزافزون حمل و نقل بواسطه افزایش تجارت بین‌الملل، تعداد و هزینه گونه‌های مهاجم رو به افزایش است و به نرخ هشدار رسیده است (NISC 2001). رقم دقیق خسارت و هزینه کنترل و جلوگیری از نشر این گونه‌ها بصورت دقیق معلوم نشده، ولی این رقم بسیار بالاست و سالانه چندین میلیون تا میلیارد دلار هزینه به بار می‌آورند. در حالیکه مطالعات زیادی در خصوص جلوگیری، مدیریت و کنترل گونه‌های مهاجم و هزینه آن صورت گرفته است، ولی تخمین منطقه‌ای یا ملی جامعی از پیامدهای آن انجام نشده است. بطوریکه آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) در کارگروهی که در جولای سال ۲۰۰۵ برگزار کرد، فقدان تخمین اقتصادی را خاطر نشان ساخت. در کنار اثرات اکولوژیکی که توسط گونه‌های مهاجم ایجاد می‌شود، اثرات اقتصادی آن نیز می‌تواند بصورت گسترده‌ای بر جامعه بشری اثر داشته باشد. خسارات اقتصادی بصورت مستقیم و از راه‌های زیر وارد می‌شوند:

الف) کاهش تولیدات صید و صیادی

این اثر یا از طریق رقابت، شکارکردن و جایگزینی گونه‌های مهاجم شیلاتی ناشی می‌شود و یا از طریق تغییرات زیست محیطی که گونه‌های مهاجم آن را بوجود می‌آورند. در این رابطه گونه‌های مهاجم با صدمه زدن به ذخایر ماهیان قابل صید، میزان تولید و صید این ماهیان را کاهش داده و علاوه بر اثرات مستقیم که به درآمد و اشتغال ماهیگیران وارد می‌آورند، بر تنوع زیستی نیز اثر گذاشته و موجب بوجود آمدن مشکلاتی در چرخه محیط زیست خواهند شد. در این صورت می‌توان اثرات را به دو دسته اثرات مستقیم و اثرات غیرمستقیم دسته‌بندی کرد. اثرات مستقیم اثراتی هستند که بصورت آنی در درآمد ملی کشور محاسبه می‌شوند و اثرات غیرمستقیم اثراتی هستند که در بلندمدت و بواسطه خسارات وارد شده به طبیعت در آینده ملموس می‌شوند.

در صورت صدمه زدن به ذخیره ماهیانی که جنبه اقتصادی برای بومیان و اقتصاد کشور دارند، تولید و احیاء مجدد این ماهیان نیز هزینه‌های هنگفتی را در بر خواهد داشت که برای تحلیل هزینه فواید این پروژه باید هزینه مدیریت پروژه، روش‌های احیاء مجدد و یکسان بودن نتیجه با وضعیت اولیه آن در دریا نیز به سایر هزینه‌ها اضافه شده و مد نظر قرار گیرد.

ب) تأثیر بر آبی پروری^۱

عمدتاً از طریق رشد بی‌رویه جلبک‌های مضر و بدلیل اینکه برخی از این جلبک‌ها سمی هستند و از خود سم تولید می‌کنند، صدمات جبران‌ناپذیری بر ماهیان وارد می‌شود. این کار یا از طریق ورود مستقیم سم و یا بصورت کاهش اکسیژن آب دریا بر موجودات اثرگذار است. در این صورت هزینه از بین بردن، کنترل تکثیر بی‌رویه و هزینه‌های مدیریت و تحقیق و توسعه هم باید به هزینه‌های ارزیابی اضافه شود. بنابراین می‌توان به این نتیجه رسید که نه تنها خساراتی به ماهیان

¹ Aquaculture

وارد می‌شود، بلکه بواسطه کاهش تنوع ماهیان سایر چرخه‌های حیات هم صدمه می‌بینند.

ج) اثرات فیزیکی بر ساختار ساحل

عمدتاً از طریق رسوبات بر ساختار ساحل، امکانات و صنعت تأثیرات منفی وارد می‌شود. برخی از انواع گونه‌ها موجب اثراتی بر وضعیت فیزیکی ساحل می‌شوند.

د) ناکارا کردن صید و رکود اقتصادی

معمولاً در مناطقی که فعالیت عمده اقتصادی آنها از طریق صید و صیادی می‌باشد، درآمد شاغلین عمدتاً از طریق صید می‌باشد، بنابراین با از بین رفتن رونق صید در این مناطق، نه تنها درآمد شاغلین کاهش می‌یابد و مشکلات اقتصادی منطقه افزایش می‌یابد، بلکه رقم بیکاری این منطقه بر نرخ بیکاری کل کشور اثر گذاشته و موجب رکود اقتصادی می‌شود. همچنین با توجه به اینکه جایگزین کردن منابع از دست رفته زمان زیادی را می‌برد و این زمان در مورد برخی گونه‌ها که نرخ تکثیر کندی دارند سال‌ها به طول می‌انجامد، دوره‌ای از رکود برای این مناطق و فعالیت‌ها پیش‌بینی می‌شود.

ه) اثرات بر توریسم

گونه‌های مهاجم در برخی شرایط از طریق رشد انفجاری جلبک‌ها موجب خراب شدن زیبایی ساحل می‌شوند که این مسئله از زیبایی و جذابیت توریستی مناطق می‌کاهد. همانطور که بیان شد، گونه‌های مهاجم می‌توانند بر ماهیان و یا بستر دریا و در نهایت تنوع‌زیستی تأثیرگذار باشند. از طرف دیگر این منابع می‌توانند به عنوان جاذبه توریستی مورد استفاده و بهره‌برداری قرار گیرند. در بسیاری از کشورهای ساحلی از منابع دریایی مانند ماهیان زینتی و صخره‌های مرجانی به عنوان مناطقی دیدنی برای جذب توریست استفاده می‌شود که این صنعت

درآمدزایی بالایی نیز برای آن مناطق به همراه دارد.

صنعت توریسم یکی از صنایعی است که امروزه در سراسر دنیا اشتغال‌زایی و درآمدزایی بالایی داشته و جزء صنایع برتر نام گرفته است. داشتن تنوع زیستی موهبتی است که بصورت خدادادی برای برخی مناطق وجود دارد و با استفاده و مدیریت صحیح این مناطق می‌توان از این منابع استفاده اقتصادی کسب کرد. از طرف دیگر افراد با دیدن تنوع زیستی مطلوبیت کسب می‌کنند و به همین دلیل حاضر هستند برای افزایش مطلوبیت خود در سبد کالاهای مصرفی خودشان، سهمی از بودجه خانوار را به آن اختصاص دهند. این امر دلیلی است برای اینکه باید به این صنعت بیشتر بها داده شود.

(و) اثرات ثانویه اقتصادی ناشی از به خطر افتادن سلامت انسان

در برخی موارد گونه مهاجم می‌تواند خطراتی را برای انسان داشته باشد که از این نمونه می‌توان به میکروب وبا اشاره داشت. در این صورت نه تنها بر گونه‌های زیستی دریا تأثیر گذار است، بلکه بر سلامتی انسان و صیاد نیز ضرر وارد می‌کند. این اثرات از یک طرف بدلیل بیماری و یا مرگ و میر در انسان، بهره‌وری اجتماعی کل را کاهش می‌دهد و از طرف دیگر گونه‌های مهاجم بیماری را موجب می‌شوند و در نتیجه هزینه درمان نیز به اقتصاد تحمیل می‌شود. بنابراین خسارات وارده به طبیعت، انسان و تنوع زیستی را برای سال‌های آتی باید به حساب آورد.

(ز) اثرات ثانویه اقتصادی ناشی از اثرات اکولوژیکی و کاهش تنوع زیستی

به منظور بررسی و کنترل گونه‌های مهاجمی که از طریق آب توازن وارد آب‌ها می‌شوند، باید هزینه‌های هنگفتی صورت گیرد، از جمله هزینه‌های مربوط به تحقیق و توسعه (R & D)، نظارت، تعلیم و آموزش، ارتباطات، تعدیل، مدیریت، درمان و هزینه‌های کنترل. این هزینه‌ها طیف وسیعی را در برمی‌گیرد که می‌تواند از تحقیق و توسعه تا مدیریت کنترل گونه‌های مهاجم شامل شود. به علاوه،

پس از وارد آمدن خسارات ناشی از این گونه‌ها، درمان نیز پروسه‌ای طولانی است که احیاء مجدد گونه‌های بومی نیز باید مد نظر قرار گیرد.

ح) تحقیقات تئوریکی

در خصوص گونه‌های مهاجم، ادبیات اقتصادی خیلی گسترده نیست. کارهای اولیه ای هم که انجام شده است بیشتر به بحث‌های تئوریکی پرداخته و کمتر تحلیل تجربی انجام شده است. برای بدست آوردن یک تخمین دقیق باید مسائلی مانند عدم اطمینان، کالای عمومی، ریسک، منابع فزاینده و پیامدها بررسی شوند.

Evans (2003) به این بحث پرداخته است که مهاجم‌های بیولوژیکی اغلب در ارتباط با فعالیت‌های اقتصادی هستند. او آثار گونه‌های مهاجم را به ۵ دسته تقسیم کرده است که عبارتند از: اثرات در رابطه با تولید، اثرات بازاری و قیمت، تجارت، امنیت غذایی و هزینه‌های مالی. Perrings et al. 2002 بحث می‌کند که چگونه مهاجم‌ها از تصمیمات در خصوص کاربری زمین، استفاده از گونه‌های خاصی در تولید یا مصرف، تحرک جهانی تولیدات و افراد ناشی می‌شوند و چگونه حقوق مالکیت، قواعد تجارت و قیمت‌ها بر این تصمیمات تاثیرگذار هستند. در نتیجه کنترل کردن گونه‌های مهاجم یک کالای عمومی است و اگر یک کشور در کنترل آن کوتاهی کند به اکثر نقاط دنیا هم خسارت وارد می‌آید، بنابراین مهار آن یک همکاری بین‌المللی را می‌طلبد [Perrings, C., and et al, 1995].

ط) مطالعات مربوط به تجارت

تجارت مهمترین کانال برای انتقال و معرفی گونه‌های مهاجم است. که از این میان کشتی بیشترین سهم را دارد. طبق تخمین World wild life Fond در هر بار انتقال کشتی تعداد ۴۰۰۰ گونه منتقل می‌شوند که این امر از طریق آب توازن صوت می‌گیرد. بنابراین تنوع و توسعه تجارت

موجب رشد این میزان می‌شود.

ارتباط بین تجارت و گونه‌های مهاجم آسان نیست و تلاش محدودی برای کمی کردن آن صورت گرفته است. Lerin & D Antonio 2003 تلاش کردند تا نرخ تهاجم آبی را براساس تخمین رابطه تاریخی بین تجارت بین‌الملل و میزان گونه‌های غیربومی در امریکا تخمین بزنند. آنها در مطالعه خود بین ارتباط تجارت و سیر میزان تجمعی سه گونه غیربومی شامل حشرات، گیاهان و حلزون^۱ بررسی و پیش‌بینی می‌کنند که در اثر تجارت بین‌المللی بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰، تعداد گونه‌های مهاجم تثبیت شده بین ۱۶ تا ۲۴ درصد افزایش یابد و پیش‌بینی می‌شوند که این رقم برای حلزون ها ۴ تا ۳۶ درصد باشد.

ی) مطالعات هزینه کلی

دو دسته مطالعه در آمریکا برای تخمین هزینه‌های کلی گونه‌های مهاجم صورت گرفته است که شامل گونه‌های مهاجم خاکی و آبی می‌باشند. اولین تحقیق توسط OTA 1996 انجام شده که در این گزارش اثرات اکولوژیکی، اثرات اقتصادی بصورت توانمند دیده شده‌اند. طبق تخمین انجام شده در این گزارش هزینه‌های کلی خسارات وارده ناشی از ۷۹ گونه مهاجم در بین سال‌های ۱۹۹۱-۱۹۰۶ بین ۱۳۱ میلیارد دلار تا ۱۸۵ میلیارد دلار می‌باشد. برای گونه‌های مهاجم آبی، OTA تعداد ۱۱۱ گونه ماهی (۸۸ درصد از کل گونه‌های شناخته شده) و ۸۸ حلزون (۹۷ درصد) را بررسی کرده است. از میان این گونه‌ها، ۴ گونه ماهی و ۱۵ گونه حلزون بیشترین پیامد منفی را داشته‌اند.

براساس این گزارش کل خسارات وارده به آمریکا برای ۳ گونه ماهی مهاجم ۶۳۱ میلیون دلار و برای ۳ گونه حلزون آبی معادل ۱۶۳۰ میلیون دلار بوده است. همچنین میزان هزینه صرف شده برای کنترل گیاهان دریایی مضر در سال، ۱۳۵ میلیون دلار می‌باشد. Pimented گزارش OTA را به روز کرده و به این نتیجه رسیده اند که تعداد گونه‌های مهاجم از ۵۰۰۰ در سال ۲۰۰۴ به بیش از

¹ mollusks

۶۰۰۰ در سال ۲۰۰۵ رسیده است. طبق مطالعات آنان کل خسارت وارده و هزینه‌های کنترل این گونه‌ها در سال ۲۰۰۵ بالغ بر ۱۲۸ میلیارد دلار شده است. البته از نظر آنان این رقم حداقل خسارت وارده است زیرا آنان خسارت و ضررهایی که به اکوسیستم از طریق گونه‌های مهاجم وارد می‌شود را در محاسبات لحاظ نکرده‌اند.

از دیدگاه تنوع زیستی می‌توان چنین بیان داشت که مهمترین خسارت گونه‌های مهاجم به خطر انداختن تنوع زیستی است که در بلندمدت آثار خود را نشان می‌دهد. از نظر اقتصادی تنوع زیستی به دو دلیل زیر مورد توجه می‌باشد:

اول اینکه تنوع زیستی بر رفاه جامعه تاثیرگذار است و برای جامعه ارزشمند است. به عبارت دیگر هر چه تنوع زیستی بیشتر باشد، رفاه جامعه افزایش می‌یابد و اگر تنوع زیستی را از دست بدهیم، جامعه در رفاه پایین‌تری قرار خواهد گرفت.

دوم اینکه انتخاب‌های جامعه بر تنوع زیستی تاثیرگذار است. یعنی برخی از تصمیمات در خصوص نحوه استفاده از منابع که بصورت غیرقابل اجتناب می‌باشند، موجب کاهش تنوع زیستی می‌شود. پاکسازی زمین برای امور کشاورزی، استحصال درختان جنگل، زهکشی زمین‌های مرطوب جهت فاضلاب منازل، نمونه‌هایی از تخریب تنوع زیستی محسوب می‌شوند.

با توجه به دلیل مذکور، می‌توان چنین نتیجه گرفت که تنوع زیستی یک منبع کمیاب و ارزشمند است. این مسئله از این جهت برای اقتصاددانان حائز اهمیت است که علم اقتصاد علم تخصیص منابع محدود به نیازهای نامحدود انسان‌ها می‌باشد. هدف اقتصاددانان یافتن راه‌هایی برای انتخاب بهینه در استفاده از این منابع می‌باشد.

بنابراین می‌توان آثار گونه‌های مهاجم را بسته به اینکه بر ماهیان ضرر می‌زنند یا بر بستر دریا به دو دسته تقسیم کرد. با توجه به اینکه ماهیان ارزش اقتصادی مستقیم برای انسان ایجاد می‌کنند، باید خسارت آینده هم در اثر به خطر افتادن جمعیت آنان به حساب آورده شود.

از طرف دیگر خسارات وارده بر بستر دریا و تنوع زیستی شاید بصورت مستقیم بحساب نیاید ولی با توجه به اینکه برای رشد و نمو پایدار ماهی‌ها و سایر گونه‌های جانوری حائز اهمیت است، دارای مزایای فراوانی است. یکی از این نوع بسترها، صخره‌های مرجانی و جنگل‌های مانگرو می‌باشند که به صورت غیرمستقیم در اقتصاد دریا و منابع دریایی نقش مهمی را ایفا می‌کنند.

در این قسمت هدف این است که با استفاده از مطالعات سایرین در خصوص دستیابی به تخمینی از خسارات ناشی از گونه‌های مهاجم آبی و همچنین با برآورد ارزش اقتصادی منابع دریایی خلیج فارس شامل ماهیان و بستر دریا بتوانیم اهمیت شناسایی، مقابله و کنترل آب‌های دریای جنوب ایران را نشان دهیم. با توجه به اینکه ارزیابی اقتصادی دقیق هر کدام از این منابع خود پروژه‌ای بزرگ می‌باشد و این کار از حوصله این پروژه خارج است، بنابراین تخمین‌ها بصورت حدودی با نگاهی به سایر مطالعات در این زمینه برای سایر کشورها می‌باشد [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

ک) وضعیت صید و صیادی در خلیج فارس

در خصوص وضعیت خلیج فارس طبق مطالعات و گزارش‌های صورت گرفته توسط شیلات می‌توان گفت که صید یکی از مهمترین منابع اقتصادی خلیج فارس می‌باشد. براساس این گزارشات میزان صید در آب‌های جنوبی طی سال‌های ۸۵-۱۳۷۵ طبق جدول (۲-۱۰) می‌باشد:

جدول (۲-۱۰): میزان صید در آب‌های جنوب در سال‌های ۸۴-۱۳۸۵ [سالنامه آماری شیلات، ۱۳۸۵]

شرح	۱۳۷۵	۱۳۷۶	۱۳۷۷	۷۸	۷۹	۸۰	۸۱	۸۲	۸۳	۸۴
سطح زیان درشت	۸۲۳۲۰	۸۳۰۰۰	۸۰۰۰۰	۹۳۰۰۰	۱۱۲۵۰۰	۱۱۵۰۰۰	۱۳۳۲۸۵	۱۶۰۴۳۲	۱۷۷۹۵	۱۹۵۵۴۵
سطح زیان ریز	۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۲۰۰۰	۱۷۲۰۰	۲۳۰۰۰	۳۰۸۰۵	۳۰۸۰۵	۲۵۰۰۰	۲۴۸۰۰	۱۹۰۹۴
کفزیان	۱۶۲۷۲۱	۱۵۸۳۸۰	۱۲۸۷۲۶	۱۱۹۴۳۰	۱۱۵۱۵۰	۱۱۰۰۶۰	۱۱۰۰۶۰	۱۰۶۵۹۶	۱۰۶۲۳۰	۱۱۹۷۲۵
میگو	۵۸۷۹	۷۶۲۰	۵۷۷۴	۴۵۷۰	۹۸۵۰	۶۹۴۰	۶۹۴۰	۷۱۰۰	۵۹۴۰	۹۱۲۸
جمع	۲۶۰۹۲۰	۲۵۹۰۰۰	۲۲۶۵۰۰	۲۳۴۲۰۰	۲۶۰۵۰۰	۲۶۲۸۰۵	۲۶۲۸۰۵	۲۹۹۱۲۸	۳۱۴۱۶۵	۳۴۳۴۹۲

با توجه به اینکه صیادی یکی از مهمترین مشاغل ناحیه جنوب کشور می باشد و تعداد زیادی از افراد شاغل در این بخش از این راه امرار معاش می کنند، بنابراین اهمیت این امر چند برابر می شود. براساس قیمت های موجود در جنوب که بصورت نمونه گیری بدست آمده است، می توان بطور متوسط قیمت اقتصادی صید آب های جنوب را به این شرح بیان کرد:

۱- متوسط قیمت سطح زیان درشت: ۵۵۰۰ تومان

۲- متوسط قیمت سطح زیان ریز: ۲۵۰۰ تومان

۳- متوسط قیمت کفزیان: ۴۵۰۰ تومان

۴- میگو: ۴۵۰۰ تومان

طبق مطالب ارائه شده در قسمت های قبل، گونه های مهاجم طبق فرضیه جهانی هر ۹ هفته یک گونه مهاجم در آب های جهان، وارد منطقه جدیدی می شوند که اگر بصورت مستقیم بر گونه های صیادی تاثیر داشته باشند بسته به اینکه بر سطح زیان، کفزیان و میگو تاثیر مخرب داشته باشند، خسارات مستقیمی به صورت جدول (۲-۱۱) به بار خواهند آورد. با توجه به اینکه میزان صید تا سال ۸۴ موجود است و با فرض اینکه این میزان تا سال ۸۶ ثابت بوده و افزایش نداشته، قیمت بازاری میزان صید در سال ۸۶ به شرح جدول (۲-۱۱) می باشد [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

جدول (۲-۱۱): ارزش اقتصادی میزان صید به تومان [سالنامه آماری شیلات، ۱۳۸۵]

شرح	سال ۸۶
سطح زیان درشت	۱۰ ^{۱۲} *۱۰۷۵۴۹۷۵
سطح زیان ریز	۱۰ ^{۱۰} *۴۷۷۳۵
کفزیان	۱۰ ^{۱۱} *۵۳۸۷۶۲۵
میگو	۱۰ ^{۱۰} *۴۱۰۷۶
جمع	۱۰ ^{۱۲} *۱۷۰۳۰۷۱

بنابراین سالانه از طریق صیادی در آب های جنوب میزان ۱۷۰۳۰۷۱۰۰۰ دلار (حدود یک

میلیارد دلار) درآمد کسب می شود که اگر گونه های مهاجم به صورت مستقیم به خود گونه خسارت وارد آورند این رقم به صورت مستقیم خسارت وارده را نشان می دهد.

از طرف دیگر خسارت بر روی زیستگاه نیز حائز اهمیت می باشد. طبق گزارش UNEP میزان زیستگاه مرجانی در آب های جنوب ایران ۷۰۰ کیلومتر مربع می باشد که میزان ارزش اقتصادی آن در ایران برآورد نشده است ولی طبق مطالعاتی که در آمریکا بر روی ارزش اقتصادی صخره های مرجانی صورت گرفته است، ارزش آن در هر کیلومتر مربع بین ۱۰۰۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰۰ دلار آمریکا می باشد.

با توجه به میزان ارزش این زیستگاه ها که بسته به درجه استفاده از این صخره ها به عواملی مانند، توریسم، تنوع زیستی و نقش آن در اکوسیستم دارد می توان بصورت میانگین ارزش هر کیلومتر مربع این زیستگاه ها را حدود ۴۰۰۰۰۰-۳۵۰۰۰۰ دلار آمریکا در نظر گرفت که تقریباً معادل ۴۰۰ میلیون تومان می شود. اگر این مقدار را در مساحت زیستگاه های مرجانی ایران ضرب کنیم رقمی حدود ۲۸۰ میلیون دلار می شود.

البته محاسبه این ارقام بصورت ارزش بازاری نمی تواند ارزش واقعی این منابع را نشان دهد. ولی این رقم تا حدودی بیانگر ارزش این منابع می باشد. طبق محاسبات قبل ارزش مستقیم ناشی از صید و زیستگاه مرجانی در دریای جنوب معادل حدوداً ۲ میلیارد دلار در سال می باشد که البته به این رقم باید هزینه های صرف شده جهت کنترل و مبارزه با گونه های مهاجم، تحقیقات در این زمین، بیماری مسری به انسان در صورت مشابه بودن بیماری بین ماهی و انسان (مثل وبا)، هزینه های بهداشت و درمان، درآمد شاغلین در این بخش که از صید بدست می آورند را نیز اضافه کرد.

طبق آمار مرکز شیلات حدود ۱۶۲ هزار نفر در سال ۸۴ در محدوده آب های جنوب شاغل بوده اند که با این رقم می بایست صنایع تبدیلی بعد از صید را نیز که خود از صنایع مهم برای شیلات می باشند ، نیز به حساب آورد. در اینصورت رقم خسارت ناشی از بیکاری صیادان بسیار بیشتر از این رقم می شود.

طبق نتایج فصول گذشته مبنی بر اینکه سالانه (۵۲ هفته) در حدود ۲۸۶۴۰۰ تا ۴۰۹۱۴۳ گونه وارد آب‌های ایران می‌شوند و با توجه به این فرضیه جهانی که می‌گوید هر ۹ هفته یک گونه مهاجم وارد منطقه جدیدی در دنیا می‌شود، می‌توان چنین استنباط نمود که سالانه تقریباً ۷۰۰۰ تا ۵۰۰۰ گونه وارد آب‌های ایران می‌شود.

با توجه به اینکه سالانه ۸۵۰۰۰ کشتی در آب‌های دنیا تردد می‌کند و روزانه بطور متوسط ۸۰۰۰ گونه جابجا می‌شوند می‌توان گفت احتمال ورود گونه‌های مهاجم به آب‌های جنوب بسیار زیاد است (۹۵۲۸ فروند در سال). در این صورت با توجه به ارزش منابع دریایی در آب‌های جنوب که اگر هزینه کنترل و از بین بردن‌ها هم‌به آن اضافه شود بسیار بیشتر از این رقم خواهد شد، می‌توان گفت کنترل ورود آب توازن کشتی‌ها از امور بسیار مهم و حیاتی برای ذخائر دریایی می‌باشد. طبق این مطالب چنین نتیجه‌گیری می‌شود که در صورت آسیب و خسارت ناشی از گونه‌های مهاجم به منابع دریایی جنوب کشور، خسارتی معادل چندین میلیارد دلار در سال به کشور تحمیل می‌شود که این ارزش بدون در نظر گرفتن منابع بالقوه‌ای است که می‌توان از منابع دریایی جنوب بدست آورد.

منظور از منابع بالقوه منابعی است که در داخل کشور مصرف ندارد ولی می‌تواند بازارهای خوبی در خارج از کشور داشته باشد. به عنوان نمونه می‌توان به صدف‌ها اشاره کرد که جزء غذاهای عمده بسیاری از کشورها می‌باشند و می‌توان با مدیریت منابع خلیج فارس و دریای عمان سالانه ارز قابل توجهی از این طریق به کشور وارد شود. حال اگر این صدف‌ها در اثر ورود گونه مهاجم از طریق آب توازن کشتی‌ها دچار آسیب و خسارت شوند علاوه بر اینکه تنوع زیستی را از بین می‌برند و بعنوان حلقه‌ای از چرخه حیات باعث خساراتی در بلندمدت می‌شوند، این منبع ارز آور بالقوه نیز از بین می‌رود و بصورت اثرات غیرمستقیم نیز ظاهر می‌شود.

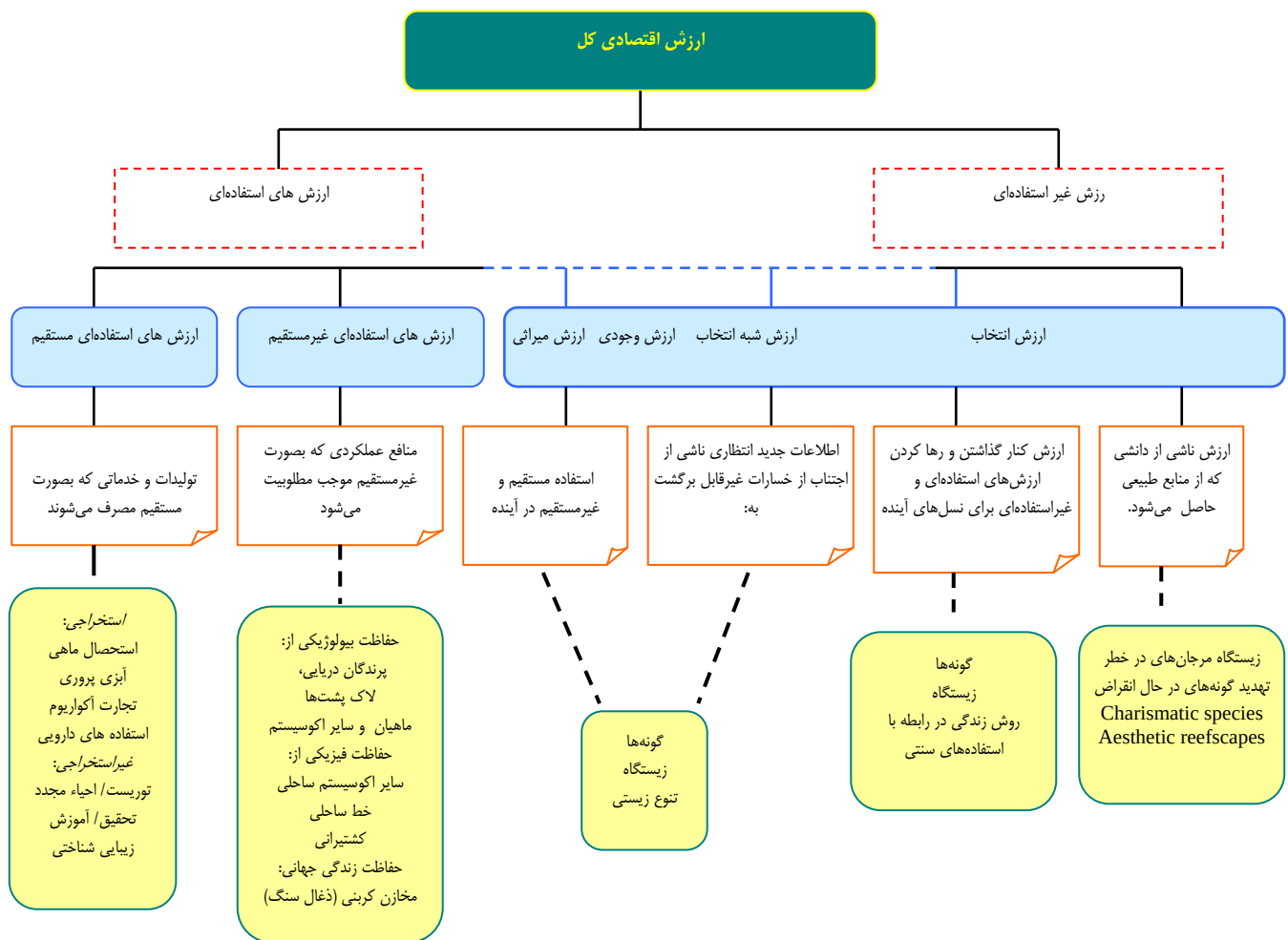
باید توجه داشت که رقم بدست آمده در بالا بصورت یک رقم اولیه می‌باشد و برای اینکه بخواهیم این ارزش را از طریق تئوری‌های ارزشگذاری بیان کنیم استفاده از روش‌های زیر قابل انجام

می باشد که می توان در آینده از آنها استفاده کرد [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

ل) ارزش اقتصادی محیط زیست

ارزش اقتصادی اکوسیستم اغلب با ارزش کل ابزارهای آن تعریف می شود که این ابزارها شامل کالاهای و خدمات اکولوژیکی است که به محیط زیست ارائه می دهد. در خصوص منابع دریایی نیز ما باید مهمترین کالاهای و خدمات آن و همچنین تعامل آن با سایر محیط زیست را بدانیم. سپس باید این کالاهای و خدمات را بر اساس ارزش پولی آن کمی کنیم. برای کالاهایی که در بازار معامله می شوند، بدست آوردن ارزش پولی آن بصورت مستقیم از طریق قیمت بازاری آن بدست می آید. ولی برای خدمات اکولوژیکی نمی توان از این روش استفاده کرد. بنابراین روش های ارزشگذاری پیچیده ای برای بدست آوردن ارزش اقتصادی خدمات اکولوژیکی استفاده می شود.

ارزش کلیه کالاهای و خدماتی که با یکدیگر تعامل دارند تشکیل ارزش اقتصادی کل TEV را می دهد. کالاهای و خدماتی که از دریا بدست می آید، ارزش اقتصادی را خلق می کنند. ماهی می تواند صید و فروخته شود و ارزش افزوده خلق کند، مناطق دریایی که قابلیت حمل و نقل دریایی دارند سودآور هستند، همچنین محافظت و اکوتوریسم (صنعت توریسم که با تأکید بر محافظت از منابع طبیعی باشد) نیز سود آور است. در شکل (۲-۲۸) رابطه بین کالاهای و خدمات از یک طرف و ارزش آنها از طرف دیگر بیان شده است [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].



شکل (۲-۲۸): ارزش اقتصادی کل و ویژگی های ارزش اقتصادی منابع دریایی [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

بنابراین طبق شکل (۲-۲۸)، شش طبقه از ارزش ها وجود دارد:

(۱) ارزش استفاده مستقیم

(۲) ارزش استفاده غیرمستقیم

(۳) ارزش انتخاب

(۴) ارزش شیب انتخاب

(۵) ارزش میراث

(۶) ارزش وجودی

ارزش استفاده مستقیم ناشی از استفاده‌های استحصال (ماهیگیری، استفاده دارویی و غیره) بعلاوه استفاده غیراستحصال می‌باشد.

ارزش‌های بیان شده در فوق کاملاً تئوریک و خلاصه شده هستند. در قسمت بعد روش‌های ارزشگذاری مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند و نشان داده می‌شود که چگونه در عمل از این روش‌ها برای ارزشگذاری استفاده می‌شود. اندازه‌گیری این روش‌ها بصورت مالی یک راه مستقیم ندارد و در برخی موارد تقریباً غیرممکن است.

یکی از اهداف بدست آوردن TEV محیط زیست دریایی و استفاده از تحلیل هزینه-فایده (CBA) این است که بتوان عددی را برای سیاستگذاری بدست آورد. بعنوان مثال، دولت‌ها ممکن است بخواهند منطقه‌ای را به عنوان منطقه ساحلی حفاظت شده^۱ یا منطقه ساحلی چند منظوره^۲ اعلام کنند. در این صورت هزینه‌های هنگفتی باید برای مدیریت MPAs و MUCAs در مناطق ساحلی در نظر گرفته شود و ممکن است بخواهند بدانند که آیا این مدیریت از نظر اقتصادی به صرفه است یا خیر و یا ممکن است شکایاتی از NGOs در خصوص برخی فعالیت‌های ساحلی مبنی بر به خطر انداختن رشد پایدار منابع طبیعی دریافت کنند. درحالی‌که این فعالیت‌ها اگرچه موجب تهدید در طبیعت می‌شوند ولی در عین حال درآمدزا نیز هستند، بنابراین دولت‌ها باید بدانند که مانع این فعالیت‌ها بشوند یا خیر [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

م) اقدامات مقابله‌ای

• عدم تخلیه آب توازن در بندر

این روش به طور وسیعی در Greak Lakes کانادا استفاده می‌شود، تقریباً ۸۵ درصد از کشتی‌هایی که از طریق آبراه St. Lawrence وارد می‌شوند، آب توازن خود را تخلیه نمی‌کنند.

^۱ MPA- Marine Protected Area

^۲ MUCA- Multiple Use Coastal Area

مزایا: مزایای این روش کاملاً مشخص است چرا که کشتی قبل از ورود آب توازن خود را تخلیه نموده است و اعمال هیچ روشی توسط مسئولین مربوطه الزامی نیست. در این روش آب توازن در آب‌های محلی تخلیه نمی‌شود و از طرفی تعادل، مقاومت بدنه و تراز طولی کشتی تحت تأثیر قرار نخواهد گرفت. این روش برای کشتی‌های مسافربری بزرگ که در خارج از منطقه ویژه اقتصادی تردد می‌کنند، مناسب است.

در این روش، کشتی آب توازن خود را در حین یا در پایان سفر (دربرگشت) مبادله می‌کند. این روش همچنین می‌تواند برای نفتکش‌های دارای سیستم بارگیری بالانس هیدرواستاتیک که به علت محدودیت‌های آبخور و تراز طولی کشتی به دلیل شرایط برخی از محموله‌ها، آب توازن آنها باید در کشتی باقی مانده و در طی سفر برگشت مبادله شود، مناسب باشد.

معایب: این روش برای بسیاری از کشتی‌ها روشی غیرعملی است زیرا در بسیاری از موارد باعث کاهش ظرفیت حمل بار آنها می‌شود. بویژه برای نفتکش‌ها یا فله‌برها که در این نوع کشتی‌ها آب توازن باید در بندر به منظور بارگیری کالا تخلیه شود. از طرفی کشتی‌هایی که آب توازن خود را تخلیه نمی‌کنند^۱ حاوی رسوباتی هستند که غیرقابل پمپاژ بوده و ممکن است مجدداً به حال معلق درآمده و تخلیه شوند. مطالعات نشان می‌دهد که این کشتی‌ها می‌توانند ارگانیزم‌های آبی را در رسوبات و بقایای آب توازن خود جابه‌جا کنند و زمینه را برای استقرار گونه‌های مهاجم آبی فراهم آورند.

• مبادله آب توازن در دریا^۲

در این روش که امروزه استفاده گسترده‌ای در صنعت کشتیرانی دارد، آب‌های عمیق اقیانوس‌ها با آب توازن اصلی معاوضه می‌شود، با این فرض که ارگانیزم‌های آب‌های عمیق

^۱ NOBOB vessels

^۲ Mid Ocean Exchange

اقیانوس ها با ارگانیزم های آب های ساحلی منشاء بارگیری آب توازن فرق دارند و میزان شوری متفاوت این دو مکان برای از بین بردن طبیعی ارگانیزم های آب توازن می تواند مفید واقع شود.

برای تعویض آب توازن کشتی ها دو روش اصلی وجود دارد که عبارتند از:

۱. تخلیه یکباره مخزن آب توازن و بارگیری مجدد: همانگونه که از اسم آن پیداست آب اولیه

مخازن آب توازن به طور کامل و تقریباً یکباره تخلیه شده و با آب اقیانوس مکان ثانویه کشتی

پر می گردد.

۲. تخلیه و بارگیری پیوسته و متوالی آب دریا: در این روش همراه با حرکت کشتی آب مخازن

توازن یک به یک و متناوباً تخلیه شده و مجدداً بارگیری می شود.

کارایی این روش بستگی به شرایط دریا، میزان آب پمپ شده، چگونگی طراحی تانکرهای آب

توازن و سیستم پمپاژ و نیز شرایط امنیت کشتی ها داشته و براساس تحقیقات تجربی میزان کارایی

روش اول ۹۰ درصد و برای روش دوم ۱۰۰٪ می باشد.

مضرات و محدودیت های امنیتی زمان خم شدن و خمیدگی که در اثر پروسه مداوم خالی

شدن و پرشدن مخازن آب توازن کشتی ها روی می دهد باعث افزایش نیروها و فشارهای روی بدنه

کشتی می شود. همچنین بر حذف میکروارگانیزم و انواع رسوبات تاثیر گذاشته و برخی

ژئوپلانکتون ها بعد از چند بار تخلیه مخزن درون آن باقی می مانند. همچنین محدودیت هایی نظیر

احتمال جابجایی ارگانیزم ها نیز در این روش وجود دارد.

تاکنون دو مدل از این روش مورد بررسی قرار گرفته است. در یک روش آب مخازن بطور

کامل در اقیانوس تخلیه و دوباره از آب های ساحلی پر می شوند. این روش، روش موثری در

جایگزینی حجم های زیاد آب توازن کشتی و تنش های موجود می باشد. بازدهی این سیستم بین ۹۰

تا ۱۰۰٪ بسته به شکل، جانمایی مخازن و سیستم لوله کشی آب متغیر است.

در روش دیگر از سر ریز مخازن استفاده می شود به این شکل که پمپ های آب توازن بطور دائم مخازن مورد نظر را پر می کنند و آب از خروجی های هوا سر ریز می کند.

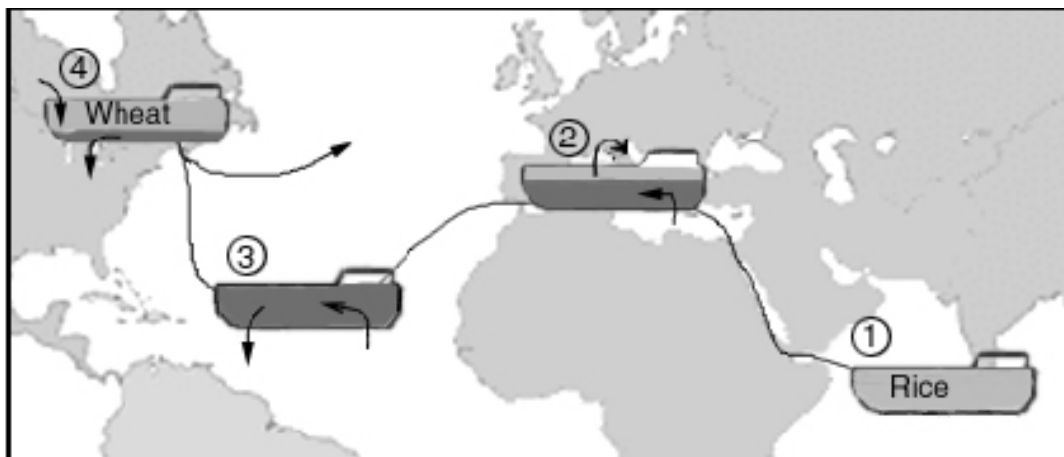
مزایا: از مزایای این روش اجتناب از مسائل مربوط به گشتاور خمشی و نیروی برشی در بدنه کشتی است. البته در این روش نیز با توجه به تعداد دفعات جایگزینی، طراحی مخازن، حرکت کشتی و شرایط آب دریا چیزی در حدود ۹۰ تا ۹۵ درصد مشکلاتی وجود دارد.

با این روش می توان مبادله مؤثر و کامل آب توازن را انجام داد که طی آن سیستم پمپاژ و لوله کشی کشتی تحت افزایش فشار کاری کمی قرار می گیرد. با این وجود بسیاری از کشتی های جدید به گونه ای طراحی شده اند که قادرند این روش را بهتر انجام دهند و برخی کشتی های موجود نیازمند تغییر ساختار می باشند.

معایب: این روش مستلزم برنامه ریزی و نظارت بسیار دقیق کارکنان کشتی می باشد تا اطمینان حاصل گردد که تعادل، مقاومت بدنه و تراز طولی کشتی براساس طرح مدیریت آب توازن بوده و در یک محدوده قابل قبول حفظ شود. به دلیل اینکه کشتی در آب های عمیق و آزاد خواهد بود تاثیر نیروهای دینامیک^۱ باید مدنظر قرار گیرد. این روش به شرایط جوی بستگی دارد و افسران کشتی باید همواره در حالت آماده باش باشند.

در شکل (۲-۲۹)، کشتی که اقیانوس هند را ترک نموده، از کانال سوئز عبور نموده و بار خود را در مدیترانه خالی می نماید و قبل از ورود به آتلانتیک در اقیانوس آب بالاست را بمنظور ورود به Great Lake تعویض می کند [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

¹ dynaminc loads



شکل (۲-۲۹): مثالی از تعویض آب توازن در دریا [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

• انتقال تانکر به تانکر

انتقال تانکر به تانکر آب توازن پرخطر در داخل یک کشتی مجاز می‌باشد. کاپیتان‌های کشتی‌هایی که از این روش استفاده می‌کنند، باید مراقب باشند که خطرات ناشی از تخلیه غیرمجاز آب توازن، طی عملیات انتقال، ارزیابی و به درستی مدیریت شود.

• استفاده از آب شیرین به عنوان آب توازن

طرح جالبی اخیراً در جریان سمینار مدیریت و تکنیک‌های آب توازن در دبی مورد بحث قرار گرفت. یکی از سخنرانان سناریویی را با هدف ارائه بهترین راه‌حل برای کشتی‌ها در مسیر بین منطقه دریایی راپمی و غرب اروپا مطرح نمود که در آن آب شیرین در مخازن جداگانه در مسیر بین اروپا و خلیج فارس برداشت می‌شود. این روش حداقل می‌تواند با موفقیت به دو موضوع بپردازد: معضل آب توازن و کمبود روزافزون آب شیرین در بسیاری از مناطق در دنیا.

• تخلیه در ساحل

این روش شامل پمپاژ آب توازن به درون مخازن مستقر در ساحل یا سایر تجهیزات دریافت کننده است که طی آن آب توازن قبل از ورود به آب های اسکله تصفیه شده یا برای مقاصد دیگری مورد استفاده قرار می گیرد. مقادیر بسیار عظیم آب توازن که توسط کشتی ها حمل می شود (برخی از آنها بیش از ۱۲۰۰۰۰ تن آب توازن حمل می کنند) نشانگر این مطلب است که تجهیزات مستقر در ساحل باید از ظرفیت بسیار بالایی برخوردار باشند. به همین خاطر به نظر می رسد که عملی نمودن این روش حداقل در این مقطع امکان پذیر نباشد هر چند که تاسیسات ساحلی مناسبی در برخی از بنادر موجود است. در نتیجه می توان گفت که استفاده از تسهیلات دریافت در ساحل به چند عامل بستگی دارد که عبارتند از: اندازه کشتی، الگوی تردد کشتی ها و شرایط جغرافیایی بندر مورد نظر.

به عنوان مثال، بسیاری از نفتکش هایی قدیمی که وارد ترمینال نفتی والدز - آلاسکا، می شوند آب توازن خود را در مخازن نفت حمل می کنند. این مخازن حاوی مقادیر زیادی از بقایای نفت که به داخل مخازن چسبیده است می باشند. بنابراین تخلیه آب توازن، نفت موجود در این مخازن را نیز با خود به همراه دارد. والدز که بزرگترین ترمینال نفتی غرب است دارای یک دستگاه تصفیه آب توازن است که بقایای نفت را از آب توازن جدا می کند. سیستم مشابهی را نیز می توان برای از بین بردن موجودات مضر آبی و بیماریزا در آن مکان ایجاد نمود.

مزایا: در این روش آب توازن در آب های محلی تخلیه نمی شود و این روش مقاومت بدنه، تعادل و تراز طولی کشتی را تحت تاثیر قرار نمی دهد و به شرایط جوی بستگی ندارد.

معایب: روش تسهیلات دریافت آب توازن یک روش محدود قلمداد شده و به نظر می رسد که بنادر زیادی مبادرت به فراهم کردن این تسهیلات نکنند. در این روش کشتی ها باید زمان بیشتری را

در بندر صرف کرده و در نتیجه فشار کاری بر روی کارکنان ، سیستم پمپاژ و لوله‌کشی افزایش می‌یابد.

• تیمار آب توازن و تخلیه آب توازن در بندر

زمانیکه هیچ یک از روش‌های فوق جوابگو نباشد و چاره‌ای به جز تخلیه آب توازن در بندر نباشد، می‌توان از چندین روش مرسوم جهت تصفیه و نابودسازی گونه‌های موجود در آب توازن کشتی‌ها استفاده نمود. در عین حال باید مدنظر داشت که استفاده از این روش‌ها مستلزم رعایت کلیه نکات استاندارد از طرف کاپیتان کشتی بر اساس دستورالعمل‌های IMO بوده و به عنوان روش‌های تکمیلی در کنار سایر موارد مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عنوان مثال بر طبق دستورالعمل منابع عمومی کالیفرنیا کشتی‌ها باید مجهز به تجهیزاتی باشند که از تخلیه آب توازن در محیط‌هایی که دارای زیستگاه‌های حساس دریایی هستند و یا گرفتن آب از محیط‌هایی که گونه‌های مضر سمی یا بیماری‌زا هستند، پرهیز نمایند یا حداقل میزان آب ضروری را در این محیط‌ها تخلیه و یا بارگیری نمایند.

این روش‌ها به طور خلاصه عبارتند از :

- روش‌های مکانیکی مانند: فیلتراسیون و تفکیک
- روش‌های فیزیکی از قبیل استریل کردن توسط ازن، اشعه ماورای بنفش، جریانات الکتریکی، شوک‌های گرمایی و
- روش‌های شیمیایی از قبیل اضافه کردن مواد کشنده¹ جهت از بین بردن ارگانیسم‌ها و
- ترکیبی از روش‌های فوق

¹ biocide

اعمال و انجام هر یک از روش‌ها نیازمند انجام بررسی و تحقیقات بیشتری در این زمینه می‌باشد و موانع اصلی انجام این روش‌ها بیشتر در کشتی‌های بزرگ (در حدود ۶۰,۰۰۰ تن آب توازن در مخازن (۲۰۰,۰۰۰ DWT) می‌باشد.

• تصفیه با استفاده از روش مکانیکی

مزایا: این روش مقاومت بدنه، تعادل و تراز طولی کشتی را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد، به شرایط جوی بستگی ندارد و بر اندازه ارگانیزم‌هایی که با این روش قابل تصفیه هستند بسیار مؤثر است. این روش در ابتدا برای کشتی‌هایی که آب توازن محدودی را حمل می‌کنند مانند کشتی‌های مسافربری مفید به نظر می‌رسد.

معایب: این روش در حال حاضر مشکلات عملیاتی از جمله گرفتگی فیلترها، دفع بقایای جمع شده، محدودیت فضا برای نگهداری بقایا در کشتی و ضرورت افزایش قدرت پمپ‌های آب توازن به منظور پاسخ گویی به افزایش مقاومت سیستم لوله‌کشی آب توازن را به همراه دارد. در مقطع کنونی، این روش به طور کلی برای گونه‌های بیماری‌زای ریز مؤثر نبوده و تجهیزات موجود در حال حاضر مناسب حجم عظیمی از آب توازن که در کشتی‌های فله‌بر و نفتکش‌ها استفاده می‌شود، نمی‌باشند هر چند که سیستم‌های سرعت بالا نیز طراحی شده است. برای کشتی‌های موجود، تامین فضای مورد نیاز یک مسئله مهم است.

• روش فیلتراسیون و جداسازی

فیلتراسیون تکنیکی مناسب و بادوام جهت مقابله با ورود گونه‌های مهاجم است که این سیستم می‌تواند به صورت تجهیزات ساده تا پیچیده طراحی گردد. سیستم فیلتراسیون ساده می‌تواند

شامل انواع مختلفی از صفحات، صافی‌ها یا غشاهایی باشد که مانع ورود ارگانیزم‌هایی با اندازه‌های مشخص می‌گردد (بر حسب نوع گونه‌هایی احتمالی صفحاتی با مش‌های مختلف استفاده می‌گردد). معمولاً برای فیلتر آب توازن بزرگ از فیلترهای صفحه‌ای یا ماسه‌ای سریع استفاده می‌شود و فیلترهای مورد استفاده باید قادر به جداسازی رسوبات و مواد غیرآلی باشند و در بعضی مواقع باید یک پیش فیلتر برای جلوگیری از تجمع میکروارگانیزم‌ها در پشت فیلتر اصلی قرار داده شود. روش فیلتراسیون معمولاً در طول بارگیری مخازن آب توازن و یا تخلیه آن‌ها، ارگانیزم‌ها را برحسب اندازه جدا می‌سازد. اندازه این فیلتر بین ۲۰ تا ۵۰ میکرون برای حذف زئوپلانکتون‌ها و کیست‌های دینوفلاژله‌ها متفاوت بوده و مطابق معمول بین اندازه و توزیع اندازه و کارایی برحسب پارامترهای مختلف یک رابطه معکوس وجود دارد.

این روش احتمالاً بهترین انتخاب برای پاکسازی مقادیر زیاد آب توازن در کشتی‌هاست. در این روش از فیلترهای مخصوص همراه با فیلترهای شنی استفاده می‌شود. اندازه روزه‌های این فیلترها بین ۰/۲ تا ۵۰ میکرون قابل تغییر است. فیلترهای ۵۰ میکرونی برای جداسازی اکثر پلانکتون‌ها، ۲۰ میکرونی برای کیست‌ها و ۰/۲ میکرونی برای باکتری‌ها استفاده می‌شوند. میزان بازدهی بیولوژیکی این سیستم بین ۸۰ تا ۹۹ درصد قابل دسترسی است [مرکز ملی اقیانوس‌شناسی، ۱۳۸۷]. به دلیل استفاده از صافی‌های مختلف در این شیوه، در صورتی که حجم آب درون مخازن زیاد باشد، فضای زیادی را نیز اشغال خواهد کرد و برای جلوگیری از مسدود شدن چشمه‌های صافی‌ها، نیاز به یک سیستم پشتیبانی است که یک جریان مداوم را به همراه داشته باشد تا به طور مرتب این غشاها را شسته و مانع مسدود شدن آنها گردد. سیستم‌های فیلتراسیون و جداسازی چرخشی جزو روش‌های نسبتاً بی‌خطری هستند که در مرحله تست و آزمایش می‌باشند. عقیده بر این است که این روش‌ها اگر به صورت ترکیبی با روش دیگری جهت کنترل و یا از بین بردن گونه‌های مهاجم موجود در آب توازن استفاده گردند مناسب‌تر است. (شکل (۲-۳۰))



شکل (۲-۳۰) : سیستم فیلتراسیون و جداسازی گونه های مهاجم موجود در آب توازن

[مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

• تصفیه با استفاده از مواد شیمیایی

در این روش از مواد شیمیایی برای از بین بردن ارگانیزم های آب توازن استفاده می شود که هزینه بر بوده، عوارض و مشکلات زیست محیطی بسیاری دارد و در آن از موادی مانند کلرین و پراکسید هیدروژن ۶۰ استفاده می شود.

بر مبنای این روش هزینه سالم سازی برای توازن با کلرین آزاد ppm ۵۰۰ حدود ۴ دلار برای هر تن آب توازن تخمین زده می شود که با کاهش هزینه به ۸۰ سنت در تن میزان کارایی به ۹۰ درصد خواهد رسید. همچنین Rigby و همکارانش در سال ۱۹۹۳ میلادی برای حذف موجودات G. cetanatum از کلرین و پراکسید هیدروژن در غلظت ۱٪ استفاده نمودند که هزینه ای حدود ۴۰ سنت در تن داشت. البته این هزینه ها شامل نگهداری مواد شیمیایی نمی شود [قربانی نژاد، ۱۳۸۲].

مزایا: این روش مقاومت بدنه، تعادل و تراز طولی کشتی را تحت تاثیر قرار نمی دهد، به شرایط جوی بستگی ندارد و در خصوص ارگانیزم هایی که با این روش قابل تصفیه هستند بسیار مؤثر است. مانند سایر روش ها، تحقیقات گسترده ای در سراسر دنیا در حال حاضر در جریان است و این روش ممکن است در آینده به روش قابل قبول تر تبدیل شود.

معایب: مشکلات مختلفی در خصوص این روش وجود دارد. این روش در قالب کنونی قابل قبول نخواهد بود مگر آنکه از لحاظ ایمنی و زیست محیطی بی خطر و مقرون به صرفه شود. از جمله مشکلات این روش می توان به تامین سلامت و ایمنی خدمه کشتی که با مواد شیمیایی سروکار دارند، تاثیرات منفی روی رنگ داخل مخازن، لوله ها و پمپ ها اشاره نمود. همچنین ممکن است مقامات بندر اجازه تخلیه آب توازن تصفیه شده با مواد شیمیایی را ندهند.

• روش کلراسیون الکترونی

یک کمپانی آمریکایی^۱ اعلام آمادگی کرده است که به صورت تجاری قادر به تولید واحدهای *BaLPURE™* جهت آزمایش تکنیک کلراسیون الکترونی در کشتی ها می باشد. اما مشکل پیدا کردن کشتی است که اجازه نصب و انجام این آزمایش را بدهد. این کمپانی مدعی است که هر ۵ تا ۷ ppm کلورین Bal pure ، بازده ۹۹٪ دارد، تست و آزمایش این ادعا با همکاری دفتر کشتیرانی آمریکایی (ABS) در حال انجام است. Bal pure ماده ای مناسب جهت تصفیه آب های شور می باشد و برای آب هایی با شوری کمتر (کمتر از ۱۵ گرم/لیتر نمک) و آب های شیرین، می توان با اضافه کردن نمک این ماده را به کار برد (یک میلیون گالن آب شیرین نیاز به اضافه کردن ۱ تن نمک دارد). در نتیجه این سیستم برای کلیه شناورها و کشتی ها مناسب است اگرچه به نظر می رسد این شیوه برای از بین بردن گونه ها در کشتی هایی با نسبت جریان آب توازن زیاد، بسیار پر هزینه باشد. (شکل (۲-۳۱)).

¹ Severn Trent De Nara



شکل (۲-۳۱): سیستم کلراسیون الکترونی [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

• روش اکسیژن زدایی

این روش برای از بین بردن لاروها و ارگانیزم‌های هوازی می‌تواند مؤثر باشد، اما جهت نابودی ارگانیسم‌های بی‌هوازی و گونه‌هایی که قادر به تولید کیست می‌باشند، کاربردی ندارد. در تحقیقی دانشمندان آمریکایی با استفاده از شیوه اکسیژن زدایی آب به منظور از بین بردن جانداران داخل آب توازن و همچنین جلوگیری از خوردگی تانکر آب توازن، نشان دادند که این روش تأثیرگذار می‌باشد. یکی از روش‌های داکسیژنه کردن آب، شستشو با نیتروژن می‌باشد که باعث می‌گردد سطح اکسیژن به $0/2$ میلی‌گرم در لیتر برسد. از روش‌های دیگر داکسیژنه کردن می‌توان به ایجاد خلأ، استفاده از فرایندهای بیولوژیکی و غیره اشاره نمود که تمامی این روش‌ها از نظر میزان تأثیرگذاری، هزینه‌های تخمینی و محدودیت‌های موجود متفاوتند. اما بر اساس مطالعات انجام شده روش VOS مناسب‌ترین روش موجود می‌باشد. این روش یک سیستم سریع (کمتر از ۱۰ ثانیه)، درون مداری و یکطرفه می‌باشد که گاز خنثی و ساکن را زمانیکه آب توازن در حال ورود به کشتی می‌باشد، مستقیماً وارد آن می‌نماید. گاز خنثی و ساکن توسط دیزل دریایی کم سولفور (که عمدتاً نیتروژن با مقادیر کم دی اکسید کربن و تنها مقدار ناچیزی اکسیژن تولید می‌کند) در یک وسیله مشابه با ژنراتور گاز خنثی که معمولاً در تانکرها استفاده می‌شود، ایجاد می‌گردد [Tamburri, M.N. and G.M. Ruiz. 2005].

• روش الکترولیز

یکی دیگر از روش‌های مقابله با گونه‌های مهاجم روش الکترولیز است که بدین منظور Techcross می‌شگان دارای آزمایشگاه پیشرفته‌ای جهت انجام الکترولیز و از بین بردن گونه‌ها است. که مقرر شده بود آزمایشات الکترولیز آن‌ها از ژوئن ۲۰۰۶ شروع شود. این تکنیک برای تمامی کشتی‌ها و تمامی آب‌ها با هر شوری کاربرد دارد

• استفاده از مواد شیمیایی – زیست کش‌ها^۱

مواد شیمیایی که بدین‌منظور استفاده می‌گردند، با از بین بردن غشاهای سلولی و ساختار مواد آلی باعث از بین رفتن ارگانیسم‌ها می‌گردند. مشکل اصلی استفاده از این مواد، تولید مواد خطرناکی است که در اثر واکنش آن مواد شیمیایی با آب دریا بوجود می‌آید. علاوه بر آن این مواد برای خدمه کشتی می‌تواند خطرناک باشد و همچنین باقیمانده این مواد شیمیایی سبب خوردگی لوله‌ها، پمپ‌ها و بدنه کشتی‌ها می‌گردد. استفاده از زیست‌کش‌ها، نیز نوعی روش شیمیایی است که استفاده از این مواد برای از بین بردن موجودات آب توازن هنوز در ابتدا و آغاز راه است. مشاهدات اولیه، اثرات بیولوژیک بسیار زیاد این مواد را نشان داده است اما، هنوز سئوالاتی در مورد اثرات آینده این مواد بدون پاسخ مانده است.

در حال حاضر دو نوع از زیست کش‌ها وجود دارد اکسید کننده‌ها و غیر اکسید کننده‌ها. اکسید کننده‌ها شامل کلورین‌ها، برومین‌ها و یدین‌ها بوده که با تخریب غشای سلولی باعث مرگ موجود می‌شود. از بین مواد فوق، استفاده از کلورین بیشتر معمول است که به تازگی خطرات استفاده از آن اثبات شده است.

¹ Biocides

استفاده از ازن نیز از انواع روش زیست کش اکسید کننده است، این تکنیک روش دیگر از بین بردن ارگانیزم‌ها است که سبب اکسیداسیون و از بین بردن دیواره سلول‌ها می‌شود. مطالعات اولیه کارایی بسیار زیاد این روش‌ها را نشان داده است اما، استفاده از این شیوه نیازمند انجام تحقیقات بیشتری است.

• روش تخلیه یون مس^۱

یون مس و نقره دارای خواصی هستند که بیشتر میکرو ارگانیزم‌ها نسبت به آن حساس بوده و از گذشته به عنوان روش استریلیزه کردن آب شرب در کشتی‌ها مرسوم بوده است. یون مس در مقادیر اندک قادر به از بین بردن طیف وسیعی از ارگانیزم‌های موجود در آب می‌باشد. ایده استفاده از این روش برای پاکسازی آب توازن توسط مرکز تحقیقات شفیلد انگلستان^۲ به مرحله اجرا گذاشته شد. پس از انجام آزمایشات مقدماتی و حصول نتایج مثبت، این سیستم برای استریلیزه کردن آب توازن با نرخ عبوری ۱۴۰۰ متر مکعب در ساعت طراحی شد. در این سیستم تنها بخشی از آب توازن به داخل تانک یونیزاسیون وارد شده و بعد از مخلوط شدن با یون‌های مس به سیستم آب توازن باز می‌گردد. سیستم‌های کنترل نصب شده قادر به نظارت در مقدار یون آزاد شده بوده و این مقادیر به طور مداوم ثبت می‌شوند. از عمده مزایای این روش قابلیت استفاده از آن در انواع آب‌های شور، شیرین و رودخانه‌ای است [قربانی نژاد، ۱۳۸۲].

• تصفیه با استفاده از روش فیزیکی

مزایا: این روش مقاومت بدنه، تعادل و تراز طولی کشتی را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد، به شرایط جوی بستگی ندارد و می‌تواند در خصوص ارگانیزم‌هایی که با این روش قابل تصفیه هستند بسیار مؤثر باشد.

¹ Bio matic system

² Wilson Taylor

معایب: برخی از ارگانیزم‌ها ممکن است در مقابل این روش مقاوم باشند. سیستم لوله‌کشی اضافی ممکن است نیاز باشد. روش گرمایی^۱، ممکن است تاثیر منفی روی بار کشتی، روکش مخازن، لوله‌ها و پمپ‌ها در درازمدت داشته باشد. برای کشتی‌های موجود، در اختیار داشتن فضای لازم ممکن است به یک مسئله مهم تبدیل شود. این روش در حال حاضر در کشتی‌های آزمایشی به اثبات رسیده است اما هنوز قبل از تایید نهایی آن دارای مشکلاتی است که قبل از استفاده فراگیر می‌بایست حل شوند. این مشکلات عبارتند از ضرورت کسب استانداردهای قابل قبول بین‌المللی (که شامل همه روش‌ها می‌شود)، هزینه نصب تجهیزات اضافی، خطرات ایمنی و خطرات مربوط به سلامت انسانی برای خدمه و فرسایش لوله‌ها در درازمدت.

در روش شیمیایی غیر اکسیدان، مواد شیمیایی بر روی ساختار متابولیسم سلول اثر می‌گذارند. استفاده از حشره کش‌ها^۲ در این گروه جای می‌گیرند. اکثر این مواد پس از مدت کوتاهی تجزیه شده و عموماً به مواد شیمیایی غیر خطرناک تبدیل می‌شوند. یکی از موادی که کاربرد وسیعی در این خصوص دارد گلیسرآلدید است که پس از مدتی مبدل به دی اکسید کربن می‌گردد.

• استفاده از اشعه فرا بنفش

استفاده از اشعه ماورای بنفش به میزان ذرات آلی و معدنی موجود در آب بستگی دارد. این روش باید به همراه روش‌ها و تکنیک‌های جداسازی صورت گیرد تا قبل از استفاده از اشعه ماورای بنفش، موجودات و اجزای بزرگ‌تر از بین بروند. ارزیابی‌ها و بررسی‌هایی درخصوص مدت زمان و میزان تابش این اشعه جهت بهبود و کارایی بیشتر در حال انجام است.

به عنوان مثال سیستم تعادلی opline شامل یک جدا کننده کشنده میکرونی، سیستم ماوراء بنفش کشنده میکرونی و فیلتر کشنده میکرونی است.

¹ thermal

² pesticides

در مدت جذب آب تعادل در $435 \text{ m}^3/\text{hr}$ ، آب توازن تصفیه نشده از میان سیستم درمانی ماوراء بنفش قبل از آنکه آن به داخل تانک های تعادلی پمپ شود، می گذرد. در فرایند اولیه ابزارهای سیکلونیک جداکننده مواد معلق بزرگتر را برگشت می دهد و سایر فیلترها، باقیمانده مواد در آب توازن که اندازه ای بالاتر از 50 میکرون داشته باشند، برگشت می دهد. بعد از گذر از فرایند اولیه، آب توازن به وسیله تابش اشعه ماوراء بنفش ضدعفونی می شود. به عبارتی موجودات زنده شامل زئوپلانکتون ها، جلبک ها، باکتری ها و پاتوژن ها در آب توازن تخریب یا غیرفعال می شوند. آب توازن تصفیه شده سپس به سمت تانک های آب توازن منحرف می شود.

هزینه لوله گذاری در حدود $420,000$ پوند تخمین زده شده است که شامل هزینه های اجرایی نمی باشد، تخمین هزینه های اجرایی آن تاکنون امکان پذیر نبوده، چرا که تکنولوژی آن جدید و داده های رایج آن درد دسترس نمی باشد.

در این روش با استفاده از تابش اشعه UV، واکنش های فتوشیمیایی اسید نوکلئیدهای سلولی را تحریک می کنند و انرژی به وسیله DNA های موجود جذب شده که اگر این جذب به مقدار کافی و در فاصله زمانی کم باشد پیوندهای کوالانسی بین پایه های همسایه تشکیل می گردد. تشکیل این پیوندها مانع از باز شدن DNA های ارگانیزم برای نسخه برداری شده و در نتیجه تکثیر سلولی قطع می شود. میکروارگانیزم های با طول عمر کوتاه مثل باکتری ها و ویروس هایی که به اندازه کافی تحت شار UV بوده اند در طول سالم سازی یا اندکی بعد از آن خواهند مرد. اما اگر میزان و شدت پرتو دهی کم باشد احتمال جهش ژنتیکی در موجودات زنده مانده یا سلول های بعدی آن ها وجود خواهد داشت.

طیف اشعه های ماوراء بنفش بین 400 nm تا 100 یعنی بین طیف اشعه X و نور مرئی متفاوت است. شفافیت و نفوذپذیری آب، مدت زمان پرتو دهی و نیز انرژی تابشی بر میزان استریل سازی آب توازن به وسیله UV تاثیر دارد، به همین دلیل از بین بردن رسوبات معلق از طریق

روش فیلتراسیون برای افزایش کارایی آن موثر می باشد. از آن جایی که این روش فیلتراسیون معمولاً به روش اسمز معکوس صورت می گیرد و بطور کامل غیر عملی و غیر اقتصادی است، در نتیجه سالم سازی آب در عرشه کشتی به وسیله UV همراه با فیلتراسیون در مقیاس ۱۰۰nm انجام می شود.

در این روش، عمل سالم سازی UV بوسیله تابش بر روی اتاقک سالم سازی انجام می گیرد که این اتاقک در لوله جریان آب توازن بین سیستم فیلتراسیون (در صورت وجود) و مخازن توازن کشتی قرار دارد. سیستم های موجود تابش UV دو دسته اند که عبارتند از:

۱. سیستم موج پیوسته که سطح پایین تری از جریان در اتاقک سالم سازی آب ایجاد می کنند.

۲. سیستم های موج پالسی که در آن نور تابشی از طریق جرعه زدن لامپ چشمه فراهم می کنند [قربانی نژاد، ۱۳۸۲].

• شوک های گرمایی^۱

جهت استفاده از روش تصفیه گرمایی، در از بین بردن یا حذف ارگانیزم های آبی موجود در آب توازن، یک سیستم تبادل حرارتی مورد نیاز است. منبع اصلی تأمین انرژی لازم بر روی کشتی از موتورخانه اصلی است و یک عدد دیگ بخار اضافی تجهیزات آن را تشکیل می دهد. فرایند گرم کردن یا حرارت دادن آب توازن به سه شکل زیر ممکن است:

۱. در طول اجرای عملیات آبیگری و پرکردن مخازن^۲ در بندرگاه هنگام تخلیه کشتی

۲. در طول سفر دریایی بین بنادر

۳. در طول اجرای عملیات تخلیه آب مخازن^۳ در بندرگاه هنگام بارگیری کشتی

^۱ Thermal shoker

^۲ Ballasting

^۳ De ballasting

فرایند تصفیه: تصفیه گرمایی آب توازن سریع، موثر و مقرون به صرفه و به شرح زیر می باشد:

۱. آب دریا از طریق سینه کشتی وارد و از طریق پمپ های توازن خارج می گردد.
۲. آب دریا سپس وارد یک منبع اولیه گرمازا می گردد که به عنوان یک منبع بهینه^۱ عمل کرده و یک منبع بخارساز، تولید انرژی گرمایی به سیستم را برعهده دارد.
۳. آب دریا پیرامون منبع بخارساز حرارت داده می شود تا به ۶۵ تا ۷۰ درجه سانتیگراد برسد.

در سفرهای طولانی بین المللی به علت وقت کافی استفاده از گرمای اضافه موتور اصلی کشتی در جهت از بین بردن موجودات مضر موجود در آب توازن کشتی با بکار بردن روش تصفیه و حرارت دادن آب توازن امکان پذیر می باشد. در این روش دو صفحه مبدل حرارتی با استفاده از آب گرم همراه با بخار تولیدی به منظور گرم کردن آب توازن تا ۶۵ و ۷۰ درجه سانتیگراد بسیاری از موجودات را از بین می برند. به طور معمول در دمای ۳۵ تا ۳۸ درجه سانتیگراد موجودات بسیاری از بین می روند. با تزریق یا به گردش درآوردن بخار یا آب گرم درون مخازن آب توازن کشتی برای مدت ۳۰ دقیقه الی ۴/۵ ساعت، جلبک های زیر از بین می روند:

Diatoma (*Skeletonema costatum*, *Chaetoceros*)

Dinoflagellates (*Amphidinium carterae*, *Gymnodinium catenatum*)

Goldenbrown flagellate (*Heterosigma akashiwo*) *Ceratium tripos*,

Protoperidinium sp.

همچنین نتایج آزمایشگاهی نشان داده است که موجودات زیر :

Mollusc (*Crassostrea gigas*)

Starfish (*Cosinasteria calamaria*)

Seaweed (*Undaria pinnatifida*)

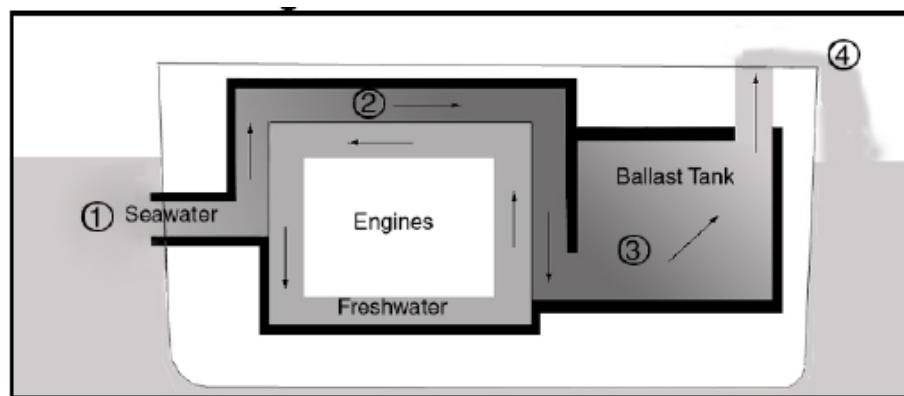
در تمامی مخازن نگهداری آب توازن وجود دارند و زمانی که به مدت ۱۶ ساعت در معرض

دمای ۳۶ درجه سانتیگراد و یا به مدت ۱۰ دقیقه تا ۱۶ ساعت در دمای ۱۶ تا ۴۵ درجه سانتیگراد

¹ economizer

قرار گیرند از بین می روند. این خود روش موثرتر و مقرون به صرفه تری ، جهت تصفیه آب توازن کشتی های دریایی و حذف موجودات مضر موجود در آب توازن، است (جدول (۲-۱۲)).

همچنین تحقیقات نشان می دهد که در دمای ۳۵ تا ۵۰ درجه سانتیگراد طی چند دقیقه بسیاری از موجودات آبی از بین می روند. در دمای ۶۵ درجه نیز طی چند ثانیه بسیاری از گیاهان و جانوران آبی از بین می روند (شکل (۲-۳۲)) [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].



شکل (۲-۳۲): شمایی از روش گرمایی در تیمار آب توازن:

پمپ آب دریا به مخاز آب توازن (۲) داغ کردن آب در مسیر کانال توسط آبی که برای سرد کردن موتور خانه استفاده می شود (۳) در نهایت مرگ موجودات ، قبل از ورود به مخازن

[مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

جدول (۲-۱۲): خلاصه محدوده کشندگی دما در خصوص موجودات دریایی [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

Organism	Acute (secs-mins)	Chronic (hrs-days)	Reference
MARINE BACTERIA <i>Vibrio cholerae</i>	≥55°C	45°C, 2-3 hrs in seawater but survived in nutrient broth	McCarthy 1996 Desmarchelier & Wong 1998
MICROALGAE <i>Diatoms Skeletonema costatum</i> , <i>Detonula pumila</i> , <i>Pseudo-nitzschia</i> <i>cuspidata</i> , <i>Thalassiosira rotula</i> Small diatoms <i>Amphora</i> , <i>Navicula</i> <i>jeffreyi</i> <i>Raphidophyte Heterosigma</i> <i>akashivo</i> <i>Picoplankton Nannochloropsis</i> <i>oculata</i> <i>Chlorophyte Dunaliella tertiolecta</i> <i>Dinoflagellate Amphidinium</i> <i>carterae</i> <i>Dinoflagellate Alexandrium</i> <i>Alexandrium catenella</i> dinocysts <i>Gymnodinium catenatum</i> dinocysts	35°C, 30-60 min 35°C, 5 hr (<i>Nitzschia</i> <i>paleacea</i> survived) 35°C, 5 hr 42.5°C, 3 hr 42.5°C, 24 hr 35°C, 30 min 45°C, 3 min 42°C, 30 min 40-45°C, 30-60 sec	 38°C, 4.5hr 35-37.5°C, 1-2 hr	Marshall & Hallegraeff (original data); Forbes & Hallegraeff 2001 Forbes & Hallegraeff 2002 Marshall & Hallegraeff (original data) Marshall & Hallegraeff (original data) Marshall & Hallegraeff (original data) Marshall & Hallegraeff (original data) Montani et al. 1995 Hallegraeff et al. 1997 Hallegraeff et al. 1997
SEAWEED <i>Undaria pinnatifida</i> spores	35-40°C, 0.9-42 min		Mountfort et al. 1999
MOLLUSCS <i>Dreissena polymorpha</i> (adult) <i>Crassostrea gigas</i> (larvae) <i>Crassostrea virginica</i> <i>Mytilus edulis</i> <i>Corbicula fluminea</i> <i>Perna viridis</i>	36°C, 10 min 40-48°C, 6-97 min 48.5°C 40°C, 0.33 hr 44°C (instantaneous) 43°C, 30 min	32°C, 3hr 33°C, 1.5hr	Jenner & Janssen-Mommen 1992 Mountfort et al. 1999 Sellers & Stanley 1989 Johnson et al. 1983 Graney et al. 1983
STARFISH <i>Coscinasterias calamaria</i> (larvae)	39-44°C, 1-35 min		Mountfort et al. 1999
CRUSTACEAN <i>Artemia salina</i> (hydrated eggs)	42.5°C, 48 h (dry eggs survive)		Marshall & Hallegraeff (original data)
ROTIFER <i>Brachionus</i>	42.5°C, 1h (eggs survive)		Marshall & Hallegraeff (original data)

• استفاده از فرکانس های صوتی

این روش نیز از جمله تکنیک های فیزیکی است که جهت از بین بردن صدف *Zebra veliger*، باکتری ها و ویروس ها بسیار مؤثر است. اما بر روی کشتی هایی که میزان زیادی

آب توازن دارند، تست نشده است. این روش می تواند بر روی موجودات خاصی که از وجود آنها مطلع هستیم ، موثر باشد ، اما بر روی انواع مختلف موجودات آب توازن تاثیری ندارد چرا که در آن از فرکانس صوتی خاصی استفاده می گردد، که برای هر موجودی مشخص است.

در این روش از سیستم های صوتی مبدل ها برای تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی نوسانی با یک دامنه و فرکانس خاص استفاده می شود. بدین صورت که انرژی الکتریکی با عبور از مایع (آب توازن) تشکیل حباب های گاز میکروسکوپی را می دهند که به سرعت بزرگ شده ، می ترکند و در نتیجه در اطراف خود حباب ها و دما و فشار زیادی را بوجود می آورند که در اثر واکنش شیمیایی آن ها، تجزیه پلیمر و تولید رادیکال آزاد صورت می گیرد. کارایی این روش بر روی میکروارگانیسم ها تابع مدت زمان پرتودهی و دامنه انرژی منتقل شده بوده و در ارگانیزم های مقاوم و رها شده از این سیستم احتمال جهش ژنتیکی وجود ندارد.

• روش های مغناطیسی

این روش برحسب نوع و اندازه ارگانیزم ها متغیر است. مطالعات انجام شده در این زمینه نشان داده که این تکنیک روشی مؤثر در از بین بردن ارگانیزم های میکروبی و قارچ ها می باشد. به نظر می رسد جهت کاربرد این روش، طراحی و ساخت سیستم های مغناطیسی امکان پذیر باشد اما، هنوز این تکنیک ها مورد آزمایشات عملی قرار نگرفته اند.

• استفاده از روش های ترکیبی

۱. روش پلاسما^۱

تحقیقات صورت گرفته در این زمینه نشان داده که این روش جهت از بین بردن صدف گورخری جلبک ها و باکتری ها مؤثر است. این روش در حد کاربردهای زمینی و آزمایشگاهی بر روی صدف گورخری آزمایش شده اما، هنوز بر روی کشتی ها و در حجم زیاد آب توازن تست نشده است.

¹ Pulse Plasma

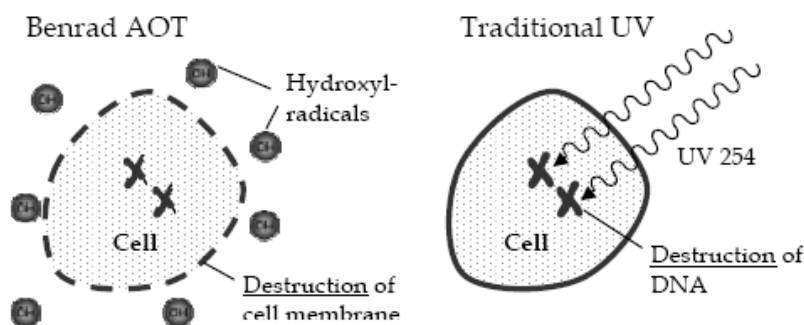
۲. روش ابداعی شرکت آلفالاوال

یکی از آخرین روش‌هایی که تقریباً به مرحله عمل رسیده سیستم ابداعی شرکت آلفالاوال است. با تحقیقات وسیعی که در مورد آب توازن کشتی‌ها به عمل آمده، شرکت آلفالاوال در سال ۲۰۰۶ میلادی سیستم آب توازن خالصی را که مطابق با کلیه معیارهای تعیین شده توسط سازمان جهانی دریانوردی است، با نظارت کامل مؤسسه رده‌بندی DNV، آزمایش و آزمایشات اولیه را با موفقیت پشت سر گذاشته است. سیستم تصفیه آب توازن مخازن کشتی‌ها که قرار است از سال ۲۰۰۹ میلادی بهره‌برداری از آن در کشتی‌ها اجباری شود، زودتر از موعد مقرر آماده بهره‌برداری شده است. مؤسسه تحقیقات آب نروژ که بر آزمایشات مقدماتی این سیستم نظارت داشته است، اذعان داشته که سیستم ابداعی آلفالاوال کاملاً مطابق با معیارهای IMO بوده و مورد تأیید قرار گرفته است. این سیستم که سیستم Pure Ballast نامیده شده بر اساس اصول نوآوری پیشرفته اکسیداسیون والینوس عمل می‌کند که توسط آلفالاوال و با همکاری شرکت والینوس و اتر طراحی و تکمیل شده است (شکل (۲-۳۳)).

سیستم آب توازن تمیز^۱ ابداعی شرکت آلفالاوال بر پایه و اصول نوآوری پیشرفته اکسیداسیون AOT که یک روش عادی کاربرد موادشیمیایی است، عمل می‌کند. این تکنیک یک سیستم خودزدایی است که در بسیاری از آسمان خراش‌ها و اتومبیل‌ها برای پاکسازی شیشه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. مواد به کار رفته در این سیستم دی‌اکسیدتیتانیوم است که بر اثر تابش نور خورشید و با فعل و انفعال اکسیداسیون پیشرفته (AOT) باعث از بین رفتن میکروارگانیزم‌ها می‌گردد. سیستم دارای کاتالیزور دی‌اکسید تیتانیوم است که در زمان برخورد نور خورشید به آن رادیکال‌هایی (عناصر مخرب سلول‌ها) تولید می‌نماید که مدت دوام آنها فقط چند میلی‌ثانیه است. این رادیکال‌ها موجب متلاشی شدن پوشش میکروارگانیزم‌ها می‌گردد، بدون آنکه مواد شیمیایی به کار برده شود و هیچگونه مواد زائد و رسوبات دیگر نیز از خود بر جای گذارد.

¹ Pure Ballast Water

تفاوت این روش با شیوه کاربرد اشعه UV در این است که با استفاده از رادیکال های آزاد غشاء سلول ها متلاشی شده و از بین می روند اما اشعه ماورابنفش موجب از بین رفتن و ایجاد تغییر در ساختار DNA سلول می گردد و نیاز به صرف انرژی بیشتری دارد [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

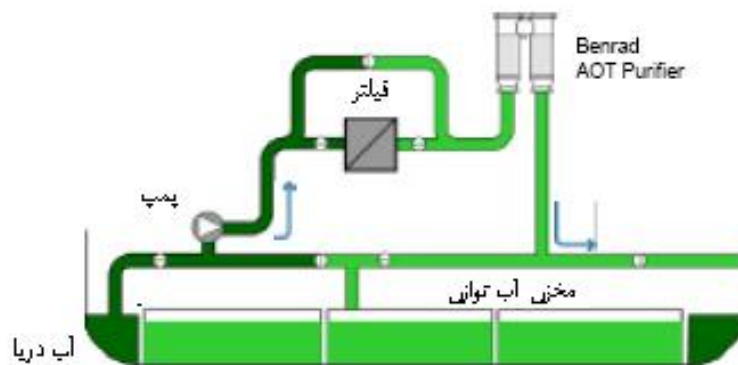


شکل (۲-۳۳): از بین بردن گونه ها با استفاده از اصول نوآوری پیشرفته اکسیداسیون AOT و اشعه ماورابنفش

[مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

دستگاه آب توازن تمیز، دستگاه سبک و ساده‌ای است که به سادگی در موتورخانه کشتی و در مسیر سیستم تخلیه و آبیگری مخازن توازن قابل نصب بوده و به فضای زیاد هم نیاز ندارد. این دستگاه از نوآوری پیشرفته‌ای برخوردار است، ولی کاربرد آن بسیار سهل و آسان است و به هنگام آبیگری مخازن ابتدا آب از یک صافی اولیه عبور می‌نماید که توسط آن، زائده های شناور در آب گرفته می‌شود و سپس آب به داخل سیستم پیشرفته اکسیداسیون جریان می‌یابد که در این ناحیه با تولید رادیکال‌هایی (عناصر نابودکننده) میکروارگانیسم‌هایی را که از صافی عبور نموده‌اند متلاشی می‌نماید. در زمان تخلیه آب از مخازن تعادل کشتی، آب از مسیر کنار گذر صافی عبور می‌نماید تا از برگشت مواد زاید که در مرحله تصفیه اولیه در صافی بر جای مانده‌اند جلوگیری به عمل آید. کل سیستم به صورت خودکار عمل می‌نماید و مجهز به سیستم‌های آگاهی دهنده و هشدار دهنده بر روی

دستگاه می‌باشد. سیستم به دکه راه‌اندازی نیاز ندارد به منظور جلوگیری از رسوب‌گیری در سیستم، یک روش خود تمیزکاری نیز در دستگاه تعبیه شده که به طور خودکار سیستم را پاک می‌کند. آزمایش‌ها نشان داده است که هیچ‌گونه رسوبات و یا مواد زاید سمی و گازهای مضر تولید نمی‌کند. از سال ۲۰۰۳ میلادی این دستگاه در یک کشتی مخصوص حمل اتومبیل نصب و مورد بهره‌برداری قرار گرفته است که نتیجه آن رضایت‌بخش بوده است و هیچ‌گونه محدودیتی در عملیات تخلیه و بارگیری مخازن آب توازن نیز ایجاد ننموده است [www.walleniusmarine.com,2008] (شکل (۲-۳۴)).



شکل (۲-۳۴): سیستم تخلیه Pure Ballast [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

۳. روش استفاده از مواد فعال^۱ - روش پیشنهادی IMO

علاوه بر موارد مذکور سند MEPC57 سازمان جهانی IMO در خصوص استفاده از سیستم پردازش آب توازن کشتی‌ها با استفاده از مواد فعال، توسط شرکت پاناسیا کشور کره جنوبی است. سیستم مذکور بر پایه دو روش تلفیقی پردازش اولیه به وسیله فیلترهای مکانیکی و پردازش نهایی با تابش اشعه UV طراحی شده است. پردازش اولیه توسط فیلترهای اتوماتیک با دانه بندی ۲۵ میکرون که بعد از پمپ‌های برداشت آب توازن جاسازی شده اند، انجام می‌پذیرد. فیلترهای

¹ Active Substance

مذکور هر از چند گاهی به طور خودکار تمیز گردیده و آب به بیرون رانده می شود. آب بالاست توسط محفظه ای که در آن لامپ فشار متوسط UV قرار دارد تحت تابش اشعه UV قرار گرفته و با آزاد کردن رادیکال هیدروکسیل ($^{\circ}\text{OH}$) باعث از بین رفتن کلیه ارگانیسم های آبی می گردد. این ماده بعد از زمان کوتاهی به علت کوتاه بودن نیمه عمر آن (در حدود 10^{-9} ثانیه) تجزیه می گردد.

۴. روش استفاده از مواد فعال- روش پیشنهادی شرکت هیتاچی

یکی دیگر از سیستم هایی که توسط شرکت هیتاچی ژاپن جهت تصفیه و پردازش آب توازن مورد استفاده قرار می گیرد، استفاده از مواد فعال است. سیستم فوق با ترکیب روش شیمیایی و مکانیکی صورت می گیرد. میکروارگانیسم های موجود در آب با افزودن عوامل لخته ساز مانند پلی آلومینیوم کلرید، اکسید آهن و آکریل آمید سدیم اکریلات به صورت توده در آمده و توده های لخته شده با نیروی مغناطیسی جدا شده و با کمک فیلتراسیون از آب توازن کشتی جدا می گردند، پلی آلومینیوم کلرید (PAC) در آب تصفیه نشده با کربنات کلسیم (CaCO_3) واکنش داده و باعث کاهش pH می گردد. حجم مخزن مورد استفاده در این روش به نسبت جریان آب ورودی تعیین می گردد. کلیه مراحل این سیستم به صورت خودکار انجام می گردد. تنها مرحله دستی در این روش آماده سازی مواد شیمیایی و اقدامات مربوط به تخلیه لجن نفتی^۱ می باشند [www.hitachi-pt.com,2008].

۵. روش جذب و آزاد سازی آب توازن

این روش از تخلیه آب توازن در نواحی که فاضلاب تخلیه می گردد، بندرگاه هایی با رسوبگذاری زیاد یا در شب که پلانکتون به سمت لایه های آب مهاجرت می کنند ، جلوگیری می کند.

¹ Sludge

این روش یکی از روش‌های پیشنهادی IMO می‌باشد. بر اساس گزارشی که در سال ۲۰۰۶ توسط GIOSTEN ASSOCIATE منتشر شده با توجه به تلاش‌ها و آزمایشات صورت گرفته در زمینه چگونگی مقابله تکنیک‌های مختلف و کاهش گونه‌های مهاجم، این روش‌ها به ترتیب اولویت در جدول (۲-۱۳) ذکر می‌گردند.

جدول (۲-۱۳): مقایسه تعدادی از تکنیک‌های مورد بررسی از نظر اقتصادی و مدت زمان مورد نیاز

[مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

تکنیک	نوع شناور	آب دریایی فیلتر شده متر مکعب/ساعت برق مورد نیاز	هزینه ابتدایی	هزینه نصب	هزینه انجام	زمان
Electero کلراسیون	کشتی‌هایی با نسبت جریان زیاد	۵۰۰ kw۳۵	برای کشتی‌هایی با ظرفیت کم هزینه‌ای ندارد.	جهت بهینه سازی \$۱۵۰.۰۰۰ برای ساخت جدید \$1۷۰.۰۰۰	\$۰.۰۳ / m ^۳	۱۸-۲۲ هفته
		۱۰۰۰ ۵۲ kw	برای کشتی‌های متوسط \$۴۰۰.۰۰۰			
		۳۰۰۰ ۱۶۵ kw	هزینه مربوط به کشتی‌های بزرگ گزارش نشده است			
با UV اشعه فیلتراسیون	هر نوع کشتی	۲۵۰ ۲۴ kw	۱۶۴۰۰۰ کشتی‌های کوچک \$	جهت بهینه سازی \$۱۵۰.۰۰۰ جهت ساخت جدید \$۵۰.۰۰۰	هر UV تعویض لامپ ۲-۳ سال: \$۴۰۰ لامپ هر ۵-۶ سال: \$۵۵۰	۸ هفته
		۵۰۰ ۴۸ ش	کشتی‌های متوسط \$۲۴۹۰۰۰			
		۱۰۰۰ ۹۶ kw	کشتی‌های بزرگ \$۴۶۳۱۰۰			
اکسیژن زدایی	کشتی‌های بزرگ اقیانوس پیما	۵۰۰ ولتاژ گزارش نشده	کشتی‌های کوچک \$۲۰.۰۰۰۰	جهت بهینه سازی \$۶.۰۰۰ برای ساخت جدید گزارش نشده	هزینه سوخت موتور	۱۲-۲۴ هفته
		۳۰۰۰ ۹۰ kw	کشتی‌های متوسط \$۳۵۰.۰۰۰			
		۱۰/۰۰۰ ۲۲۰ kw	کشتی‌های بزرگ \$۱۰.۰۰۰.۰۰۰			
الکترولیز	هر نوع کشتی یا شناور	۲۰۰ ۷ kw	در دست بررسی	در هر تن \$۵۰	گزارش نشده	۸ هفته
		۵۰۰ ۲۶ kw				
ازن (Venutro Ozone)	کشتی‌هایی با ظرفیت ۲۵۰۰۰ تن تا تانکرهای بسیار بزرگ	۱۵.۰۰۰ gpm ولتاژ مورد نیاز گزارش نشده	\$۶۰.۰۰۰-۷۰.۰۰۰ برای شناورهای بزرگ	\$۱۶۰۰۰-۸۰۰۰ هزینه سوخت موتور	گزارش نشده	۸ هفته

کشتی‌های مختلف بر حسب نوع شناور، نسبت جریان آب توازن متفاوتی دارند (به عنوان مثال کشتی‌هایی با تانکرهای ۱۲۰۰۰ gpm یا ۲۸۰۰ m²/h یا کشتی‌های مسافربر با نسبت تقریبی کمتر از ۱۵۰۰ gpm یا ۳۵۰ m²/h) که بر اساس این نسبت‌ها قابلیت استفاده از روش‌های مختلف نیز متفاوت است و معمولاً سیستم‌هایی که برای این منظور استفاده می‌گردند باید متناسب با نوع شناور انتخاب گردند.

جدول (۲-۱۴): ارزیابی مقدماتی روش‌های تیمار آب توازن [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

نام روش	ایمنی	نفوذپذیری زیستی (Biological Effectiveness)	قابل پذیرش محیط
فیلتراسیون	□	▢	□
زیست‌کش‌ها (Biocides)	■	■	■
شوک گرمایی	■	■	■
اشعه‌ی ماورای بنفش	■	■	■
مافوق صوت	■	■	■
میدان مغناطیسی	■	■	■
ازن	■	■	■
Pulse Plasma	■	■	■
اکسیژن‌زدایی	■	■	■
پوشش ضد رسوب	□	▢	▢

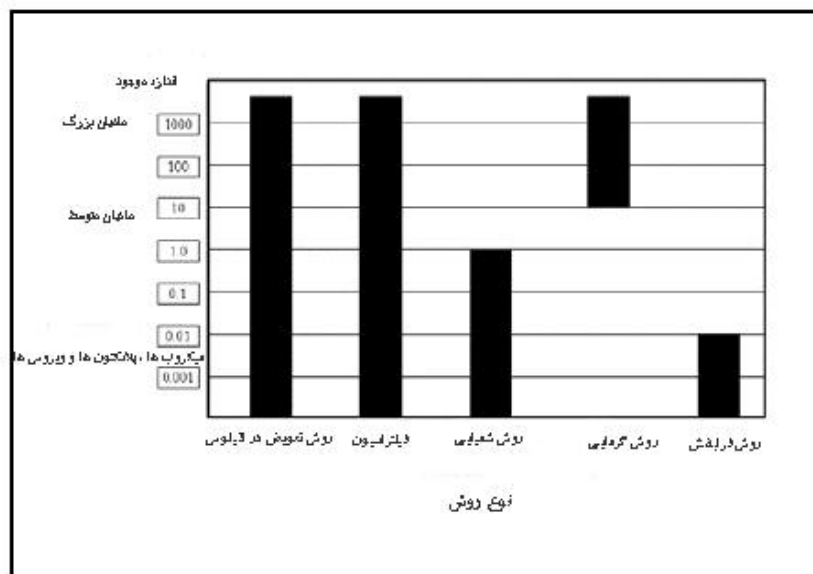
■ ناشناخته

▢ نسبتاً قابل قبول

□ مورد قبول

همانطوریکه در جدول (۲-۱۴)، ذکر شده استفاده از روش‌های فوق نیازمند مطالعات و انجام تحقیقات بیشتری در زمینه شناخت ایمنی و نفوذپذیری زیستی این شیوه‌هاست.

در ادامه خاطر نشان می سازد ، تا کنون روشی که در تیمار آب توازن بکار رود معرفی نشده است ، چرا که هر یک از این روش ها دارای نقاط ضعف و قوتی بوده و علاوه بر آن دامنه تاثیر آنها بر موجودات مختلف موجود در آب توازن نیز متفاوت است. در شکل (۲-۳۵) تاثیر این روش ها بر روی موجودات مختلف آمده است.



شکل (۲-۳۵): روش های مختلف تیمار آب توازن و تاثیر آن بر موجودات مختلف

[مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

۲-۶-۲-۴-ارزیابی هزینه برخی روش های تصفیه آب توازن

مقرون به صرفه بودن انواع روش های تصفیه آب توازن براساس ارزیابی سرمایه گذاری و جزئیات هزینه اجرایی عملیات تصفیه صورت می گیرد و این مهم به نحوه کاربرد و قابلیت های خاص تصفیه بستگی دارد. در خصوص برآورد هزینه های تصفیه آب توازن شناورهای کانتینری به دلیل آن که میزان واقعی آب توازن جهت تصفیه مشخص نمی شود دشوار می باشد. معمولاً کشتی های کانتینری تمامی آب توازن خود را در بندر تخلیه نمی کنند.

- **تعویض آب توازن در محیط های اقیانوسی:** تعویض آب توازن در محیط های اقیانوسی از ساده ترین راه حل ها بدون نیاز به هیچ گونه تجهیزات اضافی و یکی از موثرترین اقدامات جهت کاهش کنترل موجودات ناخواسته می باشد، به طوری که هزینه این تعویض برابر ۲/۴۶ تا ۳/۷۴ سنت بر متر مکعب می باشد. چنانچه سطح آب توازن بالاتر از سطح دریا باشد این هزینه تا حدود ۵۰ درصد می تواند کاهش یابد. در طی اجرای عملیات تخلیه و بارگیری آب توازن چنانچه تجهیزات اضافی نیاز باشد هزینه عملیات تا حدود ۳۱ سنت در متر مکعب افزایش می یابد. هرگونه اقدام نسبت به تعویض آب توازن در اقیانوس ها ایمنی کشتی پیشاپیش باید تضمین گردد.

- **فرایند گرم کردن آب توازن:** غالب هزینه های فرایند تصفیه آب توازن با استفاده از روش گرم کردن حدود ۵/۵۶ سنت در متر مکعب می باشد. استفاده از فن آوری های پیشرفته شامل سیستم باز گردشی دماهای بالا و تجهیزات تبادل حرارت هزینه ای کمتر از ۹ سنت در متر مکعب دارند.

- **فرایند فیلتراسیون:** تمام هزینه های فیلتراسیون در حدود ۱۱/۷۴ تا ۳۳/۰۵ سنت در متر مکعب تخمین زده می شود. هزینه فرایند پرتوافکنی ماورای بنفش به خودی خود بین ۱۶/۲۶ تا ۵۲/۱ سنت در متر مکعب برآورد شده است و چنانچه فرایند فیلتراسیون همراه با پرتو ماورای بنفش باشد هزینه های روش پرتوافکنی ماورای بنفش افزایش می یابد و معادل ۲۸/۰۰ تا ۸۴/۱۵ سنت در متر مکعب خواهد بود.

- **فرایند استفاده از آب شیرین:** استفاده از آب شیرین جهت کنترل و حذف موجودات آب توازن هزینه هایی بین ۰/۸۳ تا ۱/۲۰ سنت در متر مکعب برآورد شده است که به طور معمول بسیار

اقتصادی و مقرون به صرفه است. فرآیند بازگردشی آب توازن بسیار موثر و مورد توجه قرار گرفته است و هزینه برآورد شدن آن ۶/۹ سنت در متر مکعب می باشد.

- فرایند استفاده از مواد شیمیایی : تصفیه شیمیایی آب توازن پس از اجرای عملیات بر روی کشتی بین ۲۴ تا ۴۰ سنت در متر مکعب تخمین زده شده است. هزینه انجام این روش تصفیه در خشکی از ۱۳/۸۰ تا ۳۴ سنت در متر مکعب و برای تصفیه آب توازن کشتی مشخص برابر با ۵۴ سنت در متر مکعب برآورد شده است.

۲-۶-۳- روش‌های تصفیه رسوبات موجود در آب توازن

• رسوبات در آب توازن

رسوبات در مقادیر کم و زیاد در آب توازن یافت می‌شوند. میزان این رسوبات با توجه به تعلیق مجدد^۱ آنها تعیین می‌شود که در مناطق کم‌عمق ساحلی بیشتر است و عوامل جوی و شرایط جزرومدی نیز در آن تاثیر دارد. این رسوبات ممکن است حاوی گونه‌های مختلف آبی مضر و بیماریزا باشد که برخی از آنها می‌توانند برای مدت طولانی در آن باقی بمانند و اگر به همراه آب توازن وارد محیط‌های جدید شوند توانایی تکثیر و ایجاد جمعیت را داشته و به گونه‌های مضر تبدیل می‌شوند. کشتی‌ها به عنوان بخشی از فعالیتهای مدیریتی، رسوبات خود را به طور مرتب در دریا یا تجهیزات دریافت در بندر دفع می‌کنند. رویه این عمل در ادامه توضیح داده شده است.

¹ resuspension

• دفع رسوبات در دریا

به طور طبیعی در حین عملیات تخلیه آب توازن، مقداری از رسوبات که در نتیجه خلا بوجود آمده در مکنده سیستم لوله‌کشی تخلیه که روی ورقه کفی در قسمت پشت هر یک از مخازن واقع است به همراه آب توازن تخلیه می‌شود. با این وجود، به علت ساختار تخم‌مرغی شکل مخازن آب توازن که از کف بسیاری از آنها ساختارهای طولی عبور کرده، قسمت اعظمی از رسوبات به طرف مکنده لوله‌های آب توازن حرکت نمی‌کنند و در بین زیرساخت‌ها بر خلاف وجود درزهای هلالی موجود برای این کار بنام اسکالوپ^۱ محصور باقی می‌مانند. عامل مشکل‌ساز دیگری که باعث می‌شود رسوبات به سمت عقب مخازن حرکت کند اندازه رو به افزایش مخازن آب توازن در کف دوجداره یا مخازن کناری آب توازن در کشتی‌های بزرگتر است.

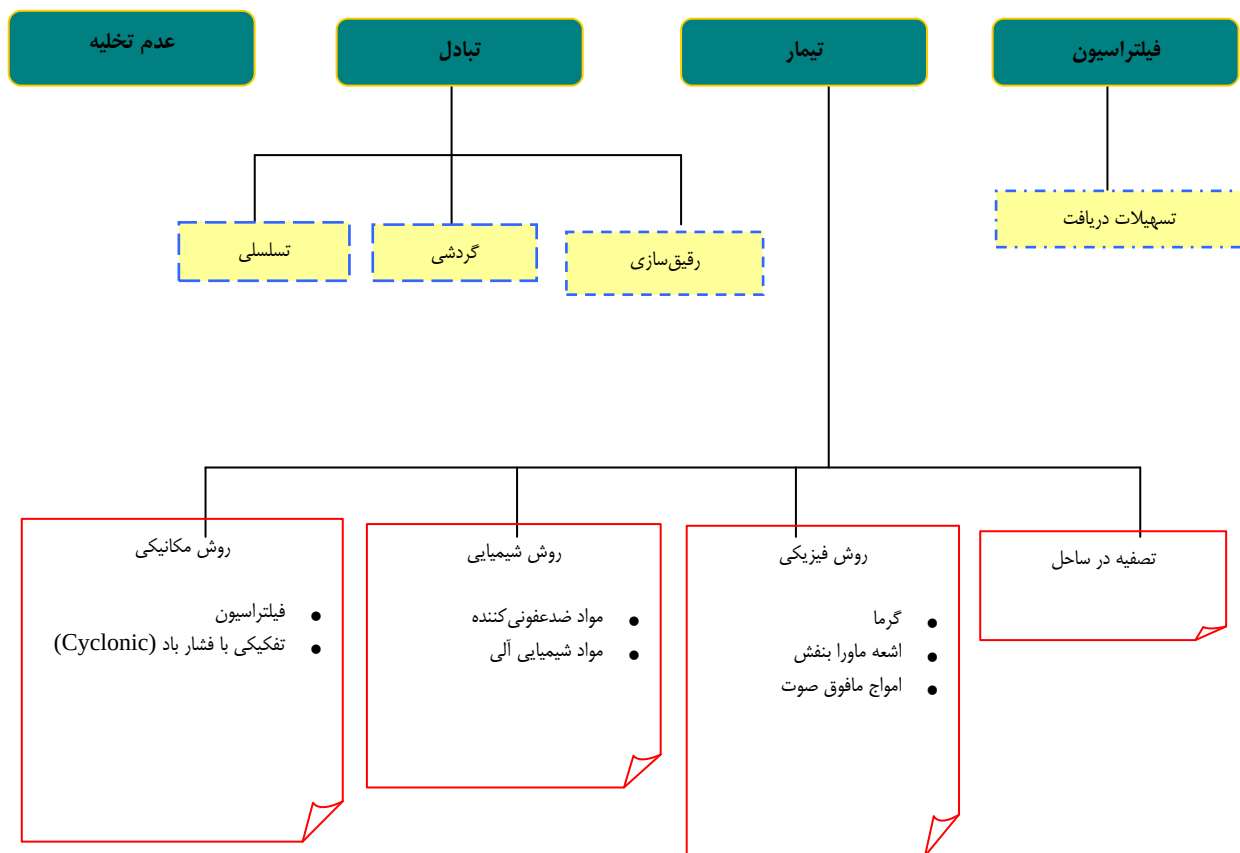
• دفع رسوبات در بندر

رسوبات در مخازن آب توازن کشتی را می‌توان در جریان عملیات تعمیرات کشتی در حوضچه خشک پاکسازی نمود. بر اساس قوانین و مقررات طبقه‌بندی کشتی، که توسط موسسه رده‌بندی منتشر شده (مانند موسسات رده‌بندی لویدز، دفتر کشتیرانی آمریکا، و غیره)، هر کشتی باید به طور متناوب در فواصل معینی در حوضچه خشک تحت تعمیر قرار گیرد. در این مواقع، شرایط سازه‌ای مخازن آب توازن کشتی توسط بازرس موسسه رده‌بندی مربوطه مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد. به منظور بررسی و اندازه‌گیری ضخامت سازه‌ای مختلف باید رسوبات زدوده و خارج شوند. بنابراین ممکن است مقادیر زیادی از رسوبات در حوضچه خشک جمع شوند.

طی سال‌های اخیر، این رسوبات به بندر باز گردانده و در آنجا دفع یا آنها را در محل‌های دفن زباله تخلیه می‌کنند. با توجه به وضع قوانین شدیدتر زیست محیطی در بسیاری از کشورها و

¹ scallop

افزایش آگاهی در خصوص گونه‌های مضر آبی و بیماری‌ها که ممکن است در این رسوبات وجود داشته باشند امروز دفع رسوبات در دریا به طور کلی متوقف شده است. بنابراین پاک سازی رسوبات بر اساس الزامات و شرایط از پیش تعیین شده که به نفع خود کشتی و محیط زیست است از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

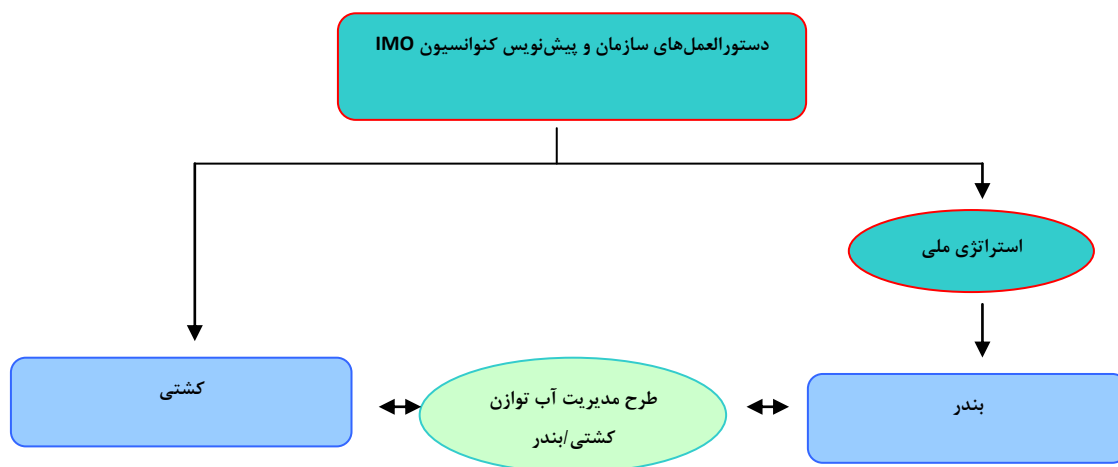


شکل (۲-۳۶): دیاگرام نحوه عملکرد با آب توازن [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- الزامات اجرایی IMO

با توجه به گزینه‌های موجود در کشتی جهت مدیریت آب توازن، الزاماتی که کشتی ملزم به رعایت آنهاست باید مورد بررسی قرار گیرد. در پیش‌نویس کنوانسیون آب توازن و دستورالعمل‌های سازمان IMO الزامات و توصیه‌هایی در خصوص مدیریت آب توازن کشتی برای کشتی و مقامات بندر وجود دارد. الزامات مندرج در آن مربوط به ایمنی کشتی و طرح مدیریت آب توازن است. براساس دستورالعمل‌ها و پیش‌نویس کنوانسیون کنترل و مدیریت آب توازن سازمان IMO، کلیه کشتی‌ها باید دارای طرح مدیریت آب توازن مخصوص به خودشان باشند. طرح مدیریت آب توازن کلیه مراحل مدیریت آب توازن در هنگام برداشت، در حین سفر و در زمان تخلیه را در برمی‌گیرد. بنابراین، براساس دستورالعمل‌ها و پیش‌نویس کنوانسیون سازمان IMO، کلیه بنادری که کنوانسیون را امضا کرده‌اند (در زمان لازم‌الاجرا شدن آن) ترتیبات و اقدامات ویژه‌ای را در ارتباط با مدیریت آب توازن خواهند داشت. هنگامی که یک کشتی در حال انجام سفر بوده و قصد ورود به یک بندر خاص را دارد، لازم است ابتدا قوانین آن بندر را شناسایی کرده و سپس مطابق با طرح مدیریت آب توازن الزامات بندر را اجرا نماید. این موضوع به عنوان ترتیبات مدیریت آب توازن کشتی/ بندر شناخته می‌شود. (شکل (۳-۱)).



شکل (۳-۱): دیاگرام نحوه عملکرد قانونی بنادر مطابق دستورالعمل‌های IMO [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

۳-۱-۱- الزامات مدیریت آب توازن برای کشتی

در طول روند مدیریت آب توازن (یعنی برداشت آب توازن، در طی سفر و تخلیه آب توازن)، می‌توان اقداماتی را به منظور به حداقل رساندن ورود و گسترش گونه‌های مهاجم آبی و بیماری‌ها از طریق آب توازن کشتی‌ها اتخاذ نمود. برای موثر و کارآمدتر بودن هر یک از مراحل لازم است که ارتباط به موقع و موثری بین بندر و کشتی برقرار گردد.

۳-۱-۱-۱- برداشت آب توازن

در هنگام برداشت آب توازن، کشتی باید بهترین روش‌ها و گزینه‌ها را جهت به حداقل رساندن امکان برداشت ارگانیسم‌های مضر آبی و بیماری‌ها به کار گیرد. این اقدامات زمانی به حداکثر کارایی خواهد رسید که بندر مربوطه مناطق یا شرایطی که در آن برداشت آب توازن نباید صورت گیرد، را به اطلاع کشتی یا نمایندگی محلی آن برساند. مناطقی از قبیل:

- مناطقی که در آن جمعیت گونه‌های آبی و بیماری‌ها شیوع یافته است.
- مناطقی در آن عملیات لایروبی انجام می‌شود.
- مناطقی که در آنها شکوفایی فیتوپلانکتون‌ها صورت گرفته (از جمله شکوفایی جلبک‌ها و کشنده‌های قرمز).
- مناطق کم‌عمق که در آن جریان جزرومدی کدر است،
- مناطقی که در آنها جریان جزرومدی ضعیف است،
- مناطق مجاور فاضلاب‌ها یا سایر خروجی‌های مواد زائد
- مناطقی که برای تولید مواد غذایی دریایی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۳-۱-۱-۲-در حین سفر

همچنین اقدامات دیگری نیز وجود دارد که کشتی می‌تواند در طی سفر آن را به منظور به حداقل رساندن خطرات بکار گیرد. این اقدامات عمدتاً مربوط به تبادل آب توازن در دریا می‌شود. با این حال در صورت استفاده از سایر روش های تایید شده، باید شرایط و الزامات مربوط به ایمنی کشتی و خدمه آن اجرا و کلیه استانداردهای مربوطه رعایت شود.

در هنگام تبادل آب توازن در دریا، کشتی باید مطابق با طرح مدیریت آب توازن و در حوزه و چهارچوب توانایی خود عمل کند. روش ها و اقدامات مندرج در مدول ۶ در این خصوص توصیه می‌شود:

- شرایطی وجود دارد که در آن تبادل آب توازن نباید صورت گیرد. این شرایط معمولاً ناشی از شرایط جوی نامساعد یا شرایط نامطلوب دریا و یا هر شرایط دیگری که ایمنی کشتی و خدمه آن به خطر بیافتد می‌باشد.

۳-۱-۱-۳-تخلیه آب توازن در مناطق جایگزین تخلیه

منطقه اضطراری تخلیه آب توازن یک منطقه دریایی معینی است دور از محوطه بندر که به منظور تخلیه آب توازن در مواقع اضطراری در نظر گرفته شده است.

استفاده از مناطق اضطراری تخلیه آب توازن یکی از اجزای مهم سیستم مدیریت آب توازن بشمار می‌رود. با این حال، تعیین و استفاده از این منطقه ممکن است امری بسیار پیچیده بوده و نیازمند در نظر گرفتن بسیاری از ملاحظات علمی، اقیانوس‌شناسی و کشتیرانی باشد.

تبادل آب توازن در منطقه جایگزین تخلیه باید با مشورت و هماهنگی مقامات بندر صورت گیرد.

- فرمانده کشتی باید عملی بودن تخلیه آب توازن در منطقه جایگزین را با توجه به فاکتورهایی از قبیل فاصله آن تا ساحل، شرایط جوی و شرایط دریانوردی مدنظر قرار دهد با توجه به این که:
- این منطقه صرفاً برای استفاده در مواقع اضطراری در نظر گرفته شده است.
 - باید توانایی به حداقل رساندن خطر استقرار گونه‌های مضر آبی و بیماری‌زا را داشته باشد.
 - این منطقه باید در محلی قرار داشته باشد که حداقل خطرات زیست محیطی، انسانی و غیره را در پی داشته باشد.
- باید توجه داشت که برخی از کشورها در رژیم مدیریت آب توازن خود، منطقه اضطراری یا جایگزین تخلیه آب توازن را پیش‌بینی نکرده‌اند. در عوض این کشورها برخی از مناطقی را در محدوده خود تعیین کرده‌اند که کشتی مجاز به تخلیه آب توازن در آنها نمی‌باشد. در این صورت کشتی ممکن است نتواند سفر خود را به اتمام رساند و باید به منطقه‌ای که معمولاً خارج از آب های محدوده بندر است رفته و آب توازن خود را تخلیه کند.

۳-۱-۱-۴- تخلیه آب توازن و رسوبات دریافت^۱

بندر باید جزئیات مربوط به وجود تسهیلات دریافت، ظرفیت، محل استقرار و هزینه تسهیلاتی که به منظور دفع ایمن آب توازن و رسوبات آن در نظر گرفته شده است را در اختیار کشتی ها قرار دهد.

بنابراین باید توجه ویژه‌ای به سرعت تخلیه آب توازن متناسب با جریان بارگیری کالا شود. مقامات بندر باید روشی را برای تصفیه رسوبات به نحوی که در اصل ۵ پیش‌نویس کنوانسیون کنترل و مدیریت آب توازن ذکر شده، ایجاد نمایند.

¹ reception facility

چنانچه تخلیه آب توازن به تسهیلات بندر ضرورت داشته باشد، این تسهیلات باید از نظر برونریز آب توازن^۱، فشار و حجم آبی که باید جابه جا شود با کشتی متناسب باشد [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

۳-۱-۱-۵- الزامات بندر

- دستورالعمل ها و پیش نویس کنوانسیون IMO برای مقامات بندر در خصوص موضوعات مختلفی که اجرای طرح مدیریت آب توازن را تسهیل می کند توصیه هایی را ارائه می کند. یکی از این موارد مدنظر قرار دادن خطر استقرار ارگانیزم های مضر آبی و بیماریزا از طریق آب توازن است. برخی از مسائل و موضوعات مهم در ارتباط با خطر استقرار گونه های مضر آبی عبارتند از:
- تفاوت بسیار زیاد بین شرایط محل برداشت و تخلیه آب توازن به میزان قابل توجهی می تواند بقای گونه های آبی را کاهش دهد.
 - مدت زمان جابه جایی آب توازن نیز می تواند یکی از عوامل تعیین کننده در تعداد گونه هایی که زنده می مانند باشد. برخی از متخصصین بر این باورند که هر چه آب توازن بیشتر در مخازن باقی بماند شانس زنده ماندن گونه های موجود در آن نیز کاهش می یابد (حداقل ۱۰۰ روز).
 - تحت شرایط خاصی، می توان تعیین نمود که آیا یک یا چند گونه هدف در آب های یک بندر خاص وجود داشته و به همراه برداشت آب توازن وارد کشتی شده اند.
 - بندر تشویق می شود که تحقیقات زیست محیطی را در بنادر خود جهت کمک به طرح تدوین مدیریت بندر انجام دهند (مدول ۵). این نتایج باید در ارزیابی خطر احتمالی و بالقوه مورد استفاده قرار گیرد.

¹ outflow

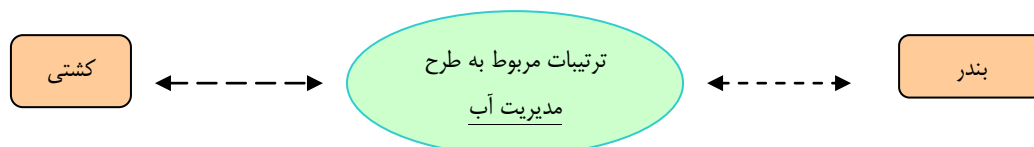
طرح مدیریت آب توازن بندر، اقداماتی که هر یک از کشتی ها هنگام ورود به بندر باید اتخاذ نماید را به طور مشروح بیان می کند. کلیه کشتی هایی که به چنین بندری وارد می شوند باید الزامات آن را رعایت کنند.

۳-۱-۱-۶- ترتیبات و اقدامات بین کشتی - بندر

به منظور به حداقل رساندن موثر استقرار گونه های آبی و بیماریزای موجود در آب توازن لازم است تعامل و ارتباطی بین طرح مدیریت آب توازن کشتی با طرح مدیریت آب توازن بندر وجود داشته باشد (شکل (۳-۲)).

جهت انجام تعهدات مندرج در دستورالعمل ها و پیش نویس کنوانسیون IMO و الزامات بندر، لازم است که کشتی:

- الزامات سازمان IMO را که به کشتی مربوط می شود شناخته و آن را اجرا کند،
- به موقع از الزامات بندر آگاهی پیدا کند،
- این الزامات را به خوبی درک کند،
- تحت شرایط عادی عملیاتی، کشتی قادر به اجرای این الزامات باشد،
- کلیه الزامات بندر یا سایر اقدامات جایگزین را که مورد توافق کشتی و بندر می باشد، به مورد اجرا گذارد،
- همواره قبل از ورود و در مدت توقف آن در بندر با یکدیگر ارتباط موثر داشته باشند.



شکل (۳-۲): ارتباط بین کشتی/بندر [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

۳-۱-۱-۷- قبل از برداشت آب توازن و ترک بندر

قبل از اینکه کشتی در بندر اقدام به برداشت آب توازن کند، باید با مقامات بندری در خصوص اینکه زمان یا مکانی که باید در آن از بارگیری آب توازن باید برای به حداقل رساندن برداشت گونه‌های مضر و بیماریزا اجتناب نمود، تماس حاصل نماید.

۳-۱-۱-۸- قبل از ورود به بندر

کشتی باید قبل از ورود به بندر:

- تعهدات خود را بشناسد - تعهدات بین‌المللی (براساس دستورالعمل‌ها و پیش‌نویس کنوانسیون سازمان IMO) و تعهداتی که بندر بر عهده کشتی قرار داده است.
- این تعهدات و الزامات را اجرا کند.

۳-۱-۱-۹- موضوعات مهمی که کشتی باید در طرح مدیریت آب توازن

مدنظر قرار دهد

این موارد عبارتند از:

- ترتیبات و اقدامات جهت برقراری ارتباط با بندر کدامند؟
- الزامات محلی مربوط به مدیریت آب توازن کدامند و چگونه می‌توان آنها را اجرا نمود؟
- از کدام مناطق دریایی (یا اقیانوسی) باید عبور کرد و آیا شرایط غالب جوی مناسب برای عملیات مربوط به آب توازن می‌باشد؟
- چه میزان آب توازن در کشتی وجود دارد و از کجا برداشت شده است؟
- آیا مبادله آب توازن ضرورت دارد؟

- آیا موارد مندرج در طرح مدیریت آب توازن و کتابچه ثبت سوابق آب توازن به روز هستند؟

- آیا در صورت لزوم طرح مدیریت آب توازن تایید شده، اجازه مبادله را در دریا در طی سفر به بندر مقصد را می‌دهد؟

- آیا مدت زمان عبور کشتی برای انجام عملیات مربوط به آب توازن کافی است؟

- آیا خدمه لازم برای انجام عملیات آب توازن تعیین شده و آموزش دیده‌اند؟

پاسخ به سوالات فوق و سایر مواردی که ممکن است در این خصوص به کشتی ارتباط پیدا کند، اقدامات مورد نیاز و روند تکمیل فرم گزارش آب توازن توسط کشتی و نیز ارسال آن به مقامات بندر را در صورت لزوم تعیین می‌کند.

باید به خاطر داشت که اطلاع کشتی به بندر معمولاً قبل از ورود کشتی به آب های محدوده بندر صورت می‌گیرد. در غیر این صورت، کشتی زمان کافی برای انجام اقدامات لازم در خصوص آب توازن را در اختیار نخواهد داشت و بدین ترتیب ممکن است برخی از الزامات بندر را نقص کند.

ارتباط بین کشتی و بندر باید دوطرفه و مستمر باشد تا اینکه هر دو طرف (یعنی کشتی و ساحل) به درستی موقعیت و شرایط دیگری را درک نماید. پس از اینکه کشتی کلیه الزامات بندر از جمله الزامات مربوط به آب توازن را اجرا نمود می‌تواند وارد بندر شود.

- اکیداً توصیه می‌شود که هر گونه تخلف و عدم رعایت قوانین قبل از ورود کشتی به بندر رفع شود [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

۳-۱-۱-۱۰-هنگام ورود به بندر

مسئولین ذیربط بندر معمولاً سوابق اقدامات انجام شده را بازدید کرده و اقداماتی از قبیل نمونه‌برداری از آب توازن را انجام می‌دهند تا متقاعد شوند که الزامات مربوط به آب توازن اجرا شده

است. این روند، نظارت بر حسن اجرای قوانین (CME) نامیده می‌شود. دستورالعمل و پیش‌نویس کنوانسیون IMO فرمانده کشتی را در صورت لزوم ملزم به همکاری جهت در اختیار قرار دادن سوابق و تسهیلات در امر نمونه‌برداری می‌کند. اسناد مذکور در ارتباط با اختیارات اجرایی و مجازات‌های احتمالی در این خصوص، توصیه‌های لازم را ارائه می‌کنند.

فرمانده کشتی و سایر طرف‌های ذیربط باید خود را با این الزامات آشنا ساخته و با آگاهی از تعهدات خود از عواقب عدم رعایت آنها اطلاع حاصل نمایند.

نماینده کشتی نقش مهمی را در مطلع نمودن فرمانده کشتی از رویه مربوط به مدیریت آب توازن و تشریفات لازم ایفا می‌کند. چنانچه هیچ گونه اطلاعاتی پیرامون آب توازن ارائه نشود یا اطلاعات ارائه شده ناقص باشد، معمولاً مسئولین مربوطه در بندر به هنگام ورود، وارد کشتی شده و از فرمانده کشتی درخواست ارائه پاسخ‌های لازم را خواهد نمود. در این موارد، نمونه‌برداری از مخازن آب توازن به ویژه در خصوص کشتی‌هایی که از بنادر پرخطر آمده باشند توصیه می‌شود.

در هنگام ورود به کشتی، مامورین بندر ممکن است بخواهند مطابقت بین مختصات طول و عرض جغرافیایی محلی مبادله آب توازن با محل‌های عمیق در وسط اقیانوس و اینکه آیا میزان تبادل بیش از ۹۰ درصد آب توازن را چک کنند. در این مواقع، ممکن است مامورین بندر فرم گزارش آب توازن را با سایر مدارک و مستندات ارائه شده توسط کشتی مقایسه کنند (به عنوان مثال کتابچه ثبت آب توازن، کتابچه موتور کشتی و عرشه و غیره). در صورتی که تبادل آب توازن ناقص صورت گرفته باشد، معمولاً از فرمانده کشتی درخواست خواهد شد که دلایل لازم در خصوص علت عدم تبادل کامل آب توازن یا عدم تبادل در مناطق عمیق دریا را ارائه نماید.

دلایل عمده عدم تبادل آب توازن شامل موارد زیر است:

- دلایل مربوط به ایمنی کشتی
- کوتاه بودن مدت سفر

- مشکلات مکانیکی (مثلاً پمپ، لوله‌ها و غیره)

- طراحی سازه‌های کشتی

- آرایش مخازن آب توازن

چنانچه دلایل فرمانده کشتی در مورد عدم تبادل آب توازن قانع‌کننده باشد، مامور بندر گزارش عدم انجام عملیات آب توازن^۱ را تکمیل کرده و برای اولین بار، هیچ گونه اقدام دیگری بر علیه کشتی اتخاذ نخواهد کرد. اگر این وضعیت در مورد کشتی ادامه پیدا کند، مسئولین بندر اقدامات شدیدتری را جهت اعمال قانون در مورد آن در نظر خواهند گرفت. در این موارد، نمونه‌برداری همواره مناسب‌ترین شیوه برای اتخاذ بهترین تصمیم در خصوص یک کشتی خاص خواهد بود. چنانچه بررسی اطلاعات مندرج در کتابچه ثبت سوابق کشتی و سایر تست های انجام شده در خصوص صحت اطلاعات ارائه شده نشان دهد که تبادل آب توازن با موفقیت انجام شده، مامور بندر گزارش بازرسی را بایگانی می‌کند و در صورتیکه کشتی قصد تردد به بنادر دیگری در همان کشور را داشته باشد، یک کپی از گزارش مذکور را به مقامات ذیربط در آن بندر ارسال خواهد نمود.

در برخی از موارد، کشتی ممکن است نیاز به تخلیه آب توازن باقی مانده و پاکسازی رسوبات آن از مخازن آب توازن با استفاده از پمپ‌های کشتی داشته باشد. این روند که زدودن رسوبات^۲ نامیده می‌شود باید در آب های آرام بندر صورت گیرد که شامل تخلیه آب توازن باقی مانده از مخازن آب توازن می‌باشد. این عملیات در اغلب موارد به علت توانایی زنده ماندن سیستم‌های داینوفلاژله‌های سمی برای مدت طولانی در آب توازن و رسوبات آن و امکان به هم خوردن رسوبات، پرخطر می‌باشد. مامورین بندر فرمانده کشتی را از خطر بالای زدودن رسوبات^۳ آگاه کرده و سعی می‌کنند که از انجام چنین عملی در بنادر خود اجتناب کنند. تحت هیچ شرایطی رسوبات مخازن آب توازن و رسوبات

¹ Ballast water non-conformity report

² Stripping

³ Stripping

ناشی از پاک سازی انبارهای کشتی نباید در محوطه بندر دفع شود. همچنین رسوبات نباید بعد از تخلیه آب توازن در کنار کشتی ریخته شوند. چنانچه دفع این رسوبات ضروری باشد، باید به گونه‌ای صورت گیرد که از ورود رسوبات به محیط زیست جلوگیری گردد.

۳-۱-۱-۱۱- مشخص کردن الزامات بندر

بسیاری از کشورها و برخی از بنادر الزامات مختلفی را در خصوص مدیریت آب توازن وضع نموده‌اند. این اقدامات عمدتاً مطابق با دستورالعمل‌ها و پیش‌نویس کنوانسیون IMO بوده و بر اساس قوانین ملی وضع می‌شوند، بنابراین باید کاملاً اجرا شوند. از آنجائیکه الزامات مربوط به بنادر دائماً در حال تغییر بوده و الزامات جدید از سوی کشورها وضع می‌شود، کشتی‌ها باید از الزامات خاص بندر از طریق مقامات مسئول بندری اطلاع داشته باشند.

به طور کلی، این الزامات کشتی را ملزم به ارائه جزئیات مربوط به آب توازن موجود و اعلام برنامه موردنظر در خصوص آن می‌کند. معمولاً بنادر اجازه تخلیه بخشی از آب توازن یا کل آن را در آب‌های تحت حاکمیت خود نمی‌دهند.

از آنجائیکه هر یک از بنادر و کشورها می‌توانند قوانین و الزامات مربوط به خود را وضع کنند که در نتیجه آن قادر خواهند بود سیستمی که فکر می‌کنند در مورد آب توازن مناسب و موثر شرایط خودشان است را ایجاد کنند، اطلاع و آگاهی صاحبان، کارگزاران و مدیران کشتی از این الزامات و انتقال آن به خدمه از اهمیت بسزایی برخوردار است. در این خصوص باید توجه ویژه‌ای به امر برقراری ارتباط نمود: با چه کسی و چگونه باید ارتباط برقرار شده و چه اسناد یا گزارشاتی باید از قبل آماده شود.

مقامات بندر باید قوانین و الزامات خود را محدود سازند و حداقل اسناد و سوابق ثبت شده را از کشتی درخواست نمایند. در غیر این صورت ممکن است باعث تاخیر بی‌مورد در ورود کشتی به بندر شوند.

همچنین مسئولین بندری باید دست کم اطلاعات زیر را در اختیار کشتی قرار دهند:

- جزئیات مربوط به الزامات مدیریت آب توازن،
- نحوه ارتباط و زمان ارائه گزارش،
- اطلاعات مورد نیاز،
- محل و شرایط استفاده از منطقه اضطراری تخلیه آب توازن،
- سایر الزامات مربوط به بندر (مثلاً مناطقی که در آنها تخلیه یا برداشت آب توازن نباید صورت گیرد).
- وجود تسهیلات دریافت و محل استقرار و ظرفیت آن که به منظور دفع ایمن آب توازن و رسوبات آن از نظر زیست محیطی در نظر گرفته شده‌اند.
- کلیه هزینه‌هایی که باید از سوی کشتی پرداخت شود.

۳-۱-۱-۱۲- قبل از تعمیرات کشتی

در صورتیکه کشتی برای انجام تعمیرات به حوضچه خشک^۱ می‌رود، باید از قبل برنامه‌ریزی‌های لازم بعمل آید. در این خصوص موضوع رسوبات آب توازن و توانایی آنها در جای دادن موجودات آبی مضر و بیماری‌زا باید مدنظر قرار گرفته و اقدامات لازم اتخاذ شود.

¹ Dry docking

۳-۱-۲- ملاحظات مربوط به ایمنی کشتی

موارد زیر باید در اختیار کشتی‌هایی که مبادله آب توازن را در دریا انجام می‌دهند، قرار گیرد:

- پرهیز از وارد آوردن فشار بیشتر یا کمتر از حد مجاز به مخازن آب توازن،
- تاثیر سطح آزاد آب روی تعادل کشتی و فشار ناشی از بهم خوردگی آب^۱ در مخازن نیمه پر.
- شرایط جوی قابل قبول،
- اعلام وضعیت جوی^۲ در مناطقی که تحت تاثیر طوفان و گردباد و شرایط یخ‌زدگی^۳ قرار گرفته‌اند،
- برقراری تعادل لازم بر اساس کتابچه تراز طولی و تعادل^۴
- قدرت و استحکام مجاز در خصوص تنش‌های برشی و خمشی برای تردد در دریا بر اساس کتابچه بارگیری تایید شده،
- نیروهای چرخشی در صورت لزوم،
- حداقل و حداکثر آبخور سینه و پاشنه،
- امواجی که باعث نوسان بدنه کشتی می‌شوند،
- سوابق مکتوب برداشت و تخلیه آب توازن،
- روش‌های اضطراری در خصوص شرایطی نظیر شرایط جوی نامساعد، از کارافتادن پمپ‌ها، قطع جریان نیرو (برق) و غیره که ممکن است تبادل آب توازن را در دریا تحت تاثیر خود قرار دهد.

¹ Sloshing

² weather routhin

³ icing

⁴ trim and stability booklet

- زمان لازم برای تکمیل عملیات تبادل آب توازن ، با توجه به این نکته که عملیات آب توازن ممکن است در برخی از کشتی‌ها تا ۵۰ درصد از کل ظرفیت بارگیری را دربرگیرد.

- کنترل و نظارت بر میزان آب توازن

توجه به موارد زیر نیز باید مد نظر قرار گیرد :

۱. در صورت استفاده از روشی چرخشی دقت و احتیاط لازم باید صورت گیرد زیرا :
 - لوله‌های هوا^۱ برای جریان مستمر و بی‌وقفه آب توازن طراحی نشده است.
 - بر اساس تحقیقات انجام شده، در هنگام پر کردن آب از کف مخزن و تخلیه آن از بالا، پمپاژ حداقل سه برابر ظرفیت مخزن برای موثر بودن عملیات لازم است.
 - دریاچه برخی از منافذی که آب به آنها نفوذ نمی‌کند (مانند سوراخ ورودی) که ممکن است در حین عملیات مبادله آب توازن باز شده باشند باید مجدد محکم بسته شوند.
۲. در شرایط جوی زیر صفر باید از تبادل آب توازن اجتناب شود. با این حال در صورتی که این کار لازم و ضروری باشد، باید توجه ویژه‌ای به خطر یخ‌زدگی ابزار و وسایل تخلیه، لوله‌های هوا، شیرهای سیستم آب توازن و انباشتگی یخ روی سطح عرشه صورت گیرد.
۳. برخی از کشتی‌ها ممکن است جهت محاسبه نیروهای تنشی و کششی حاصل از تبادل آب توازن در دریا و مقایسه آن با حد مجاز لازم نیاز به نصب ابزار بارگیری داشته باشند.
۴. حاشیه ایمنی تعادل و توان در شرایط مجاز تردد در دریا مندرج در کتابچه تعادل کشتی و کتابچه بارگیری مخصوص هر یک از انواع کشتی و شرایط بارگیری باید مورد ارزیابی قرار گیرد. در این خصوص، الزامات زیر به طور ویژه مد نظر می باشد:

¹ air pipe

- تعادل کشتی باید در کلیه مواقع به میزانی که توسط IMO یا موسسه رده‌بندی کشتی توصیه شده حفظ شود.
 - مقادیر تنش عرضی نباید بیش از مقداری که توسط موسسه رده‌بندی کشتی در شرایط غالب دریا مجاز شده است، تجاوز نماید.
 - تبادل آب توازن در مخازن یا انبار کشتی (که در آن ممکن است فشار بار ساختاری زیادی توسط به هم خوردگی آب^۱ در مخازنی که کاملاً از آب توازن پر نشده‌اند ایجاد شود)، باید در شرایط مساعد دریا انجام گیرد تا خطر تخریب ساختاری به حداقل کاهش یابد.
۵. طرح مدیریت آب توازن باید حاوی فهرستی از شرایطی که در آن تبادل آب توازن نباید صورت گیرد، باشد. این شرایط ممکن است در نتیجه وضعیت خاص جوی، حوادث غیرمترقبه ناشی از فشار شرایط جوی، یا هر شرایط دیگری که ایمنی کشتی را در معرض خطر قرار دهد، رخ دهد [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

۳-۱-۲-۱- طرح مدیریت آب توازن کشتی (BWMP)

- هر کشتی که آب توازن حمل می‌کند باید طرح مدیریت آب توازن که به تصویب تشکیلات اجرایی^۲ رسیده باشد را در کشتی به همراه داشته و آن را اجرا نماید (مقرر B-1-1 – پیش‌نویس کنوانسیون مدیریت آب توازن). این طرح که ویژه هر کشتی می‌باشد باید در اسناد مربوط به عملیات کشتی گنجانده شده و برای فرمانده کشتی و خدمه آن دستورات و توصیه‌های لازم در خصوص مدیریت آب توازن در کشتی را ارائه نماید. طرح مدیریت آب توازن باید موارد زیر را مد نظر قرار دهد:
- ظرفیت مخازن کشتی و سرعت پمپاژ

¹ sloshing action

² Administration

- تنش‌های مجاز و نیروهای برشی^۱ که بر روی بدنه کشتی وارد می‌آیند.
- الزامات مربوط به عملیات بازرگانی کشتی در خصوص محموله کشتی و مسیرهای آن.
- طرح مدیریت آب توازن باید از قوانین کشورها و بنادری که آب توازن قرار است در آنها تخلیه شود آگاهی داشته باشد و این اطلاعات مرتباً به روز نگاه داشته شوند.
- طرح مدیریت آب توازن مطابق با دستورالعمل‌های سازمان IMO (بند ۷) و پیش‌نویس کنوانسیون مدیریت آب توازن (مقرره B-1) باشد که در آن گنجاندن موارد زیر در BWMP الزامی است:

- اقدامات ایمنی مربوط به کشتی و خدمه آن در ارتباط با مدیریت آب توازن.
- جزئیات اقداماتی که به منظور اجرای طرح مدیریت آب توازن باید صورت گیرد.
- جزئیات روش‌هایی که باید به منظور دفع رسوبات در دریا یا بندر یا تعمیرگاه کشتی (حوضچه خشک) انجام شود.
- روش‌های انجام هماهنگی در خصوص مدیریت آب توازن بین کشتی و مقامات بندری.

- تعیین افسر مسئول حسن اجرای مدیریت آب توازن در کشتی
- جزئیات الزامات مربوط به ارائه گزارش و ثبت سوابق، که برای کشتی‌های تحت پیش‌نویس کنوانسیون الزامی شده است.

تنها گزینه‌هایی که برای کشتی مناسب و ایمن تشخیص داده شده‌اند باید در طرح مدیریت آب توازن گنجانده شوند. اقداماتی که قرار است انجام شود باید با تعادل، مقاومت بدنه و محدودیت‌های تنشی کشتی مطابقت و هماهنگی داشته و قابل درک برای کلیه طرف‌های ذیربط از جمله خدمه کشتی، اپراتور کشتی و موسسه رده‌بندی باشد.

¹ shearing forces

در صورتی که اجرای گزینه‌های ایمن تحت هیچ شرایط یا برخی از شرایط برای کشتی متصور نمی‌باشد، باید در طرح مدیریت آب توازن کشتی قید شود. این موضوع به فرمانده کشتی در پاسخ به افسر قرنطینه یا سایر مقامات بندری کمک می‌کند.

هر چند که هر یک از سه گزینه‌ای که قبلاً در خصوص مبادله آب توازن ذکر شد (ترتیبی، گردشی و رقیق‌سازی) اطمینان جایگزینی کامل آب توازن را می‌دهد، اما کلیه این روش‌ها خطرانی نیز برای بدنه کشتی به دنبال دارند که عبارتند از:

- کنش‌های زیاد (نیروی برشی) به ساختار طولی بدنه (در مواقعی که مخازن خالی در کنار مخازن پر باشند).

- فشار زیاد به ساختارهای عرضی داخل خود مخازن، مخصوصاً سقف مخزن (در مواقع استفاده از روش گردشی یا رقیق‌سازی)

جایگزینی آب توازن در آب دریا نیز بستگی به وضعیت جوی غالب دارد. متعاقباً فرمانده کشتی و افسر اول در حین مبادله آب توازن در دریا باید علاوه بر طرح مدیریت آب توازن الزامات مختلف مربوط به تعادل کشتی مندرج در "کتابچه تراز طولی و تعادل کشتی" که کلیه کشتی‌ها باید با خود به همراه داشته باشند را مد نظر قرار دهند. مطالعات وسیعی در زمینه ایمنی مبادله آب توازن توسط سازمان‌های مرتبط با صنعت کشتیرانی انجام یافته و همگی تأکید بر اهمیت فشارهایی دارند که ممکن است در حین مبادله آب توازن کشتی به بدنه کشتی وارد آید.

• ترتیبات مربوط به آب توازن

طرح مدیریت آب توازن باید حاوی نقشه و نمای کلی کشتی یا نمای شماتیک آرایش مخازن آب توازن کشتی باشد تا به مأمورین بنادر که با کشتی آشنایی ندارند کمک نماید.

جدول مربوط به ظرفیت هر یک از مخازن و پمپ های موجود برای استفاده در مورد هر یک از مخازن و نیز ظرفیت پمپ های موجود برای برداشت / تخلیه آب توازن باید در طرح مدیریت آب توازن کشتی گنجانده شود. نمونه ای از این گونه جداول در جداول (۱-۳) و (۲-۳) ارائه شده است.

جدول (۱-۳): ظرفیت هر یک از مخازن و پمپ های موجود کشتی

[مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

شماره	مخزن	ظرفیت مخزن	پمپ های موجود
۱	FP	۵۰۰ تن	پمپ خدمات کلی
۲	شماره ۱ DB	۶۰۰ تن	GS و پمپ های شماره ۱ و ۲
۳	شماره ۲ DB	۷۰۰ تن	کلیه پمپ های آب توازن
۴	شماره ۳ DB	۱۰۰۰ تن	کلیه پمپ های آب توازن
۵	شماره ۴ DB	۱۰۰۰ تن	پمپ های شماره ۲ و ۳
۶	شماره ۵ DB	۱۰۰۰ تن	پمپ های شماره ۲ و ۳
۷	شماره ۱ DB	۳۵۰ تن	پمپ خدمات کلی

جدول (۲-۳): برآورد ظرفیت پمپ ها [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

پمپ	برآورد ظرفیت
پمپ خدمات کلی	۱۶۰ تن در ساعت
پمپ شماره ۱	۵۰۰ تن در ساعت
پمپ شماره ۲	۵۰۰ تن در ساعت
پمپ شماره ۳	۵۰۰ تن در ساعت

۳-۱-۲-۲-ملاحظات مربوط به برخی از انواع کشتی ها

ممکن است در برخی از کشتی ها لازم باشد که تبادل آب توازن به صورت غیر استاندارد صورت گیرد. به دلیل توجه به تفاوت های عمده بین کشتی های مختلف هنگام تهیه طرح مدیریت آب توازن، موارد زیر ذکر شده اند:

• کشتی های کانتینری

کشتی‌هایی که دارای طراحی خاصی برای نگه داشتن کالا بوده و برای کالاهای خاصی مورد استفاده قرار می‌گیرند، مانند کشتی های کانتینری، باید اطمینان حاصل کنند که تبادل آب توازن در دریا فشار بیش از نیروهای پیش‌بینی شده در طراحی کشتی^۱ را بر آن وارد نخواهد کرد. به منظور سازگاری کامل در این خصوص بهتر است کتاچه محکم نگه داشتن کالا^۲ و طرح مدیریت آب توازن مطالعه شوند.

• تانکرهای گاز مایع

ظرفیت بارگیری محموله در این کشتی‌ها که می‌تواند با آب توازن جایگزین شود، اغلب محدود است.

• کشتی های مسافربری

کشتی‌های مسافربری که دارای سیستم فعال و پیچیده آب توازن هستند و در آنها گزینه‌های تصفیه آب توازن به منظور از بین بردن ارگانیزم‌های آبی انجام می‌شود از الزامات تبادل آب توازن در دریا مستثنی می‌شوند. با این حال تصفیه آب توازن باید براساس طرح مدیریت آب توازن صورت گیرد.

• کشتی های کوچک

قوانین کنترل آب توازن شامل حال کشتی های کوچک که به طور دائم در یک منطقه تردد می‌کند نمی‌شوند. اما هماهنگی های قبلی با مسئولین بنداری که دغدغه و حساسیت خاصی نسبت به تخلیه آب توازن دارند کار منطقی خواهد بود.

¹ Design forces

² Cargo Securing Manual

۳-۱-۲-۳- آموزش افسران و خدمه کشتی

مسئولیت اجرای طرح مدیریت آب توازن کشتی از طرف فرمانده کشتی به افسر اول که اصطلاحاً افسر مدیریت آب توازن نامیده می‌شود اعطا می‌شود. این مسئولیت‌ها به عنوان بخشی از روش‌های عملیات کشتی انجام می‌شود.

حصول اطمینان از اینکه طرح مدیریت آب توازن در اختیار افسران تعیین شده مدیریت آب توازن قرار گرفته و آنها با این طرح آشنایی کامل دارند. آموزش‌های لازم در خصوص کلیه مسائل مربوط به مدیریت آب توازن کشتی از جمله عواقب عدم انجام کامل این وظیفه از جمله وظایف صاحب / فرمانده یا متصدی کشتی می‌باشد.

عواقب عدم انجام کامل این وظیفه به دو گروه تقسیم می‌شوند:

- خطرات مربوط به کشتی، خدمه و بار کشتی
- خطرات مربوط به محیط زیست بندر و آب‌های ساحلی

۳-۱-۲-۴- وظایف افسر مسئول مدیریت آب توازن

- حصول اطمینان از اینکه تبادل و تصفیه آب توازن بر اساس مراحل مندرج در طرح مدیریت آب توازن صورت می‌گیرد.
- مطلع ساختن اپراتور یا مالک کشتی طبق روش توافق شده در خصوص شروع و پایان عملیات مبادله آب توازن
- آماده کردن فرم اظهار عملیات آب توازن قبل از ورود به بندر
- آمادگی برای کمک به مامور قرنطینه یا کنترل در بندر جهت نمونه‌برداری از آب توازن در صورت لزوم
- نگهداری کتابچه مربوط به عملیات آب توازن

- سایر وظایف تعیین شده توسط مدیر / اپراتور یا مالک کشتی.

وجود طرح مدیریت آب توازن و تعیین افسر مسئول مربوطه به منظور اجرای آن اولین ضرورت در اجرای اقدامات مدیریت آب توازن محسوب می‌شود. اما اجرای اقدامات به طرز صحیح که سومین نیاز و ضرورت در این خصوص به شمار می‌رود مستلزم آموزش سایر افسران و خدمه کشتی می‌باشد. افسر مسئول مدیریت آب توازن و سایر افسران و خدمه باید دوره‌های آموزش تئوری و عملی در ارتباط با مدیریت آب توازن در کشتی را گذرانده باشند.

همانطور که فهرست وظایف در شرایط اضطرار از قبیل آتش‌سوزی، نشت نفت به دریا در مکان‌های مختلفی در کشتی نصب می‌شود، دستورالعمل و توضیحات لازم در خصوص مدیریت آب توازن کشتی نیز باید در اختیار خدمه کشتی قرار گیرد. ترجیحاً بهتر است در کتابچه آموزشی که در اطاق غذاخوری یافت می‌شود گنجانده شود.

افسران کشتی و ملوانانی که با تبادل آب توازن کشتی در دریا سر و کار دارند باید در خصوص موارد زیر آموزش لازم را دیده و به آنها آشنایی کامل داشته باشند:

- نقشه پمپاژ کشتی، که باید حاوی اقدامات مربوط به پمپاژ، موقعیت لوله‌های اندازه‌گیری ارتفاع مایع، لوله‌های هوا، کلیه مکنده‌های مخازن، لوله‌های رابط به پمپ‌های آب توازن و در صورت استفاده از روش مبادله گردشی¹ آب توازن، درب‌هایی که برای تخلیه آب از بالای مخازن و اقدامات مربوط به تخلیه آب توازن به خارج از کشتی، باشد.
- روشی برای حصول اطمینان از اینکه لوله‌های ارتفاع‌سنج و اینکه لوله‌های هوا و شیرهای یک طرفه آنها سالم است.
- زمان‌های مورد نیاز برای انجام اقدامات گوناگون مربوط به مبادله آب توازن.

¹ flow through

- روش هایی که برای مبادله آب توازن در دریا مورد استفاده قرار می گیرد و در صورت لزوم مراجعه به اقدامات احتیاطی ایمنی لازم.
 - روش ثبت سوابق مربوط به آب توازن کشتی
 - طرح مدیریت آب توازن کشتی
 - در صورتیکه آموزش های لازم به افراد خشکی که در ارتباط با کشتی کار می کنند و مدیران داده نشود تلاش های صورت گرفته برای آموزش مناسب افسران و خدمه کشتی در خصوص مدیریت آب توازن بیهوده خواهد بود
- [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

۳-۱-۲-۵- آموزش مهارت های لازم جهت مقابله با معضل آب توازن

به طور کلی بحث آموزش آب توازن را می توان در زمینه های مختلف مرتبط با موضوع، در سطح ملی ، منطقه ای و فرا منطقه ای (برای آموزش کارشناسان و افرادی که مستقیماً با این مسأله تقابل دارند) و در سطح محلی (برای آموزش عموم مردم) پوشش داد. این موضوع می تواند با برگزاری کارگاه های آموزشی ملی و منطقه ای تخصصی و غیر تخصصی و دعوت از صاحب نظران امر تحقق یابد. این کارگاه ها می تواند در زمینه های ذیل برگزار گردد:

- آموزش تخصصی موضوع آب توازن و اثرات نامطلوب آن بر آب های داخلی (بویژه بر بنادر مبدأ) و اقتصاد کشور
- آموزش روش های (میدانی - آزمایشگاهی) مورد استفاده برای تصفیه آب توازن در کشور های مختلف قبل از تخلیه در بندر

- آموزش تخصصی مجموعه قوانین و دستورالعمل های مصوب IMO در مدیریت آب توازن به مقامات بندری و کارکنان کشتی (در این خصوص می توان از کارشناسان IMO دعوت به عمل آورد).
- افزایش سطح آگاهی عمومی بویژه در مناطق ساحلی کشور در خصوص اثرات نامطلوبی که تخلیه آب توازن می تواند بر زیستگاه های ساحلی ایجاد نماید.

۳-۱-۲-۶- نظارت بر حسن اجرای قوانین - سیستم CME

- نظارت بر حسن اجرای قوانین و مقررات یکی از اجزای مهم مدیریت آب توازن به شمار می رود. به منظور حصول اطمینان از اینکه الزامات کشورهای مختلف در ارتباط با مدیریت آب توازن به دلایل معقول و موجه در حال اجراست، مکانیزمی تحت عنوان سیستم CME شناخته می شود. CME یکی از اجزای لازم و ضروری در رژیم مدیریت آب توازن است که بخشی از استراتژی ملی مدیریت آب توازن در هر کشوری را تشکیل می دهد. این سیستم اهداف زیر را دنبال می کند:
- تعیین اینکه آیا کشتی الزامات IMO و بندر را در خصوص مدیریت آب توازن رعایت نموده است.
 - در صورت لزوم اعمال و اجرای این الزامات
 - هدف اصلی سیستم CME تایید رعایت قوانین و مقررات توسط کشتی ها است که باید مطابق با الزامات سازمان IMO باشند.

این سیستم نیز مانند رژیم مدیریت آب توازن تلفیقی از دستورالعمل ها ، پیشنویس کنوانسیون IMO و الزامات مربوط به کشورهاست. این منابع اطلاعات مفیدی را در خصوص سوابق موجود به منظور تسهیل در اعمال CME ، ارائه می کنند. همچنین در ارتباط با اعمال مقررات، میزان جرمه ها، بازرسی ها، تعیین صحت سوابق، موارد نقض قانون و غیره نیز در این منابع توصیه ها و

راهنمایی‌های خوبی ارائه شده است. روش‌های زیادی برای اطمینان از رعایت قوانین و الزامات وجود دارد که از آن جمله می‌توان به نمونه‌برداری و آزمایش، بازرسی سوابق، مشاهدات تجربی و سایر اقداماتی که با کمک آن نهادها و مقامات مسئول اجرای قانون می‌توانند از پایبندی به قوانین و الزامات اطمینان پیدا کنند، اشاره نمود.

با وجود اینکه سیستم‌های CME ممکن است با یکدیگر فرق داشته باشند، اما همه آنها باید ۳ معیار ضروری ذیل را داشته باشند:

۱. براساس رژیم مدیریت آب توازن بوده و با آن مطابقت کامل داشته باشند.
 ۲. مطابق با دستورالعمل و پیش‌نویس کنوانسیون آب توازن سازمان بین‌المللی دریانوردی (IMO) باشند.
 ۳. بتوانند تعیین کنند که آیا الزامات مدیریت آب توازن بندر رعایت شده و در صورت عدم رعایت این الزامات، اقدامات مقتضی را اتخاذ نمایند.
- پس از نهایی شدن الزامات مدیریت آب توازن به عنوان بخشی از استراتژی ملی و توافق در خصوص کلیه معیارها و اجزای اصلی، می‌توان سیستم CME را ایجاد و چارچوب رژیم مدیریت آب توازن را تکمیل نمود. با این وجود، برای انجام موثر این کار، ویژگی‌ها و پارامترهای زیر باید لحاظ شده باشد:

• اطلاعات درست و صحیح که به آسانی قابل دسترس باشد

شامل اطلاعات بنادر ورودی، زمان، محل و حجم برداشت و تخلیه آب توازن و نیز زمان، محل و حجم مبادله آب توازن (BWE) یا سایر گزینه‌های تایید شده تصفیه آب توازن بانضمام روند تصمیم‌گیری بندر مقصد باشد. فرم گزارش آب توازن (BWRF) (جدول (۳-۳))، که بخشی از دستورالعمل‌های (IMO) محسوب می‌شود، بهترین و مناسب‌ترین روش برای جمع‌آوری و انتقال این

اطلاعات بوده و در حال حاضر به طور وسیعی در سطح جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این وجود برخی از بنادر نیز فرم‌های مخصوص به خودشان را دارند که همه آنها بر اساس فرم (IMO) تهیه شده است. کتابچه‌های رسمی ثبت سوابق نیز منبع مفیدی برای کسب اطلاعات جهت تایید رعایت قوانین است [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

جدول (۳-۳): نمونه ای از فرم های گزارش آب توازن BWRf [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

1. VESSEL INFORMATION

2. BALLAST WATER

Vessel Name:	Type:	IMO Number:	Specify Units: m ³ , MT, LT, ST
Owner:	GT:	Call Sign:	Total Ballast Water on Board:
Flag:	Arrival Date:	Agent:	Total Ballast Water Capacity:
Last Port and Country:	Arrival Port:		
Next Port and Country:			

3. BALLAST WATER TANKS BALLAST WATER MANAGEMENT PLAN ON BOARD? YES_NO - HAS THIS BEEN IMPLEMENTED?

TOTAL NO. OF TANKS ON BOARD NO. OF TANKS IN BALLAST IF NONE IN BALLAST GO TO NO. 5 YES_NO NO. OF TANKS EXCHANGED NO. OF TANKS NOT EXCHANGED

4. BALLAST WATER HISTORY: RECORD ALL TANKS THAT WILL BE DEBALLASTED IN PORT STATE OF ARRIVAL; IF NONE GO TO NO. 5

Tanks/Holds (list multiple sources/tanks separately)	BW SOURCE				BW EXCHANGE: circle one: Empty/Refill or Flow Through					BW DISCHARGE			
	DATE ddmmyy	PORT or LAT. LONG	VOLUM E (units)	TEMP (units)	DATE ddmmyy	ENDPOINT LAT. LONG.	VOLUME (units)	% Exch	SEA Hgt. (m)	DATE ddmmyy	PORT or LAT. LONG.	VOLUME (units)	SALINITY (units)

Ballast Water Tank Codes: Forepeak=FP, Aftpeak=AP, Double Bottom=DB, Wing=WT, Topside=TS, Cargo Hold=CH, O=Other

IF EXCHANGES WERE NOT CONDUCTED, STATE OTHER CONTROL ACTION(S) TAKEN:

IF NONE, STATE REASON WHY NOT:

5. IMO BALLAST WATER GUIDELINES ON BOARD (RES. 868(20))? YES NO RESPONSIBLE OFFICER'S NAME AND TITLE (PRINTED) AND SIGNATURE:

مالک کشتی ، فرمانده ، خدمه و نماینده کشتی باید از BWM و اقدامات CME مربوطه به آن در کلیه بنادری که کشتی‌هایشان به آن سفر می‌کنند آگاهی کامل داشته باشند. این افراد تنها در صورت آشنایی با این قوانین و دیدن آموزش‌های لازم در این خصوص است که می‌توانند آنها را اجرا کرده و در قبال عدم رعایت آنها مسئول شناخته شوند.

• پروتکل‌های نمونه‌برداری و آزمایش آب توازن

این پروتکل‌ها بخشی از استراتژی ملی مدیریت آب توازن و اقدامات عملیاتی آن بوده و اغلب بخشی از رژیم مدیریت آب توازن را نیز تشکیل می‌دهند که در تایید رعایت قوانین و الزامات توسط کشتی از اهمیت زیادی برخوردارند.

۱. یک روش علمی جهت اطمینان از انجام مبادله آب توازن (BWE)

۲. اقدامات موثر جهت برقراری ارتباط

از جمله اجزای مهم و موثر سیستم CME برقراری ارتباط موثر است که معمولاً به آن توجه نمی‌گردد و باید پروتکل‌هایی جهت برقراری ارتباط در کلیه زمینه‌های عملیاتی اعم از روی عرشه یا بین کشتی و بندر، قبل از ورود به بندر، وجود داشته باشد.

• قوانین ملی و سایر ابزارهای اعمال الزامات مدیریت آب توازن یک کشور

هر چند که در مقطع کنونی، دستورالعمل‌های IMO اختیاری هستند، اما پس از تصویب کنوانسیون، لازم است بنادر قدرت و اختیار لازم اجرایی را در اختیار داشته باشند. با در نظر گرفتن معیارهای اساسی، اجزا و ویژگی‌های اصلی، سیستم CME را می‌توان برای بنادر طراحی نمود.

۳-۱-۲-۷- اجزای اصلی CME

هر سیستم جامع و موثر CME باید علاوه بر داشتن معیارهای اصلی، دارای چند جزء اصلی نیز باشد که عبارتند از:

۱. ملزم نمودن کشتی در جمع‌آوری و ثبت اطلاعات مربوط به اقدامات انجام شده در

خصوص مدیریت آب توازن

۲. ملزم نمودن کشتی در جهت ارسال اطلاعات مدیریت آب توازن به مقامات بندر

(RA) و دریافت دستورات لازم.

۳. الزاماتی مبنی بر بازرسی/بررسی کتابچه‌های رسمی کشتی و سوابق رسمی ثبت شده

جهت تعیین و اطمینان از رعایت الزامات مدیریت آب توازن مربوط به بندر.

۴. توانایی مقام ذیصلاح (یا فردی به نمایندگی از او) جهت نمونه‌برداری از آب توازن و

رسوبات آن و انجام آزمایش‌های مورد نیاز.

۵. موارد قانونی در خصوص اعمال قوانین مقتضی، در صورت عدم رعایت الزامات مربوط

به مدیریت آب توازن.

۶. الزام مبنی بر مطلع نمودن سازمان بین‌المللی دریانوردی (IMO) از اقدامات اتخاذ

شده.

۳-۱-۲-۸- لحاظ نمودن خطر در سیستم CME

علاوه بر مواردیکه به آنها اشاره گردید، عوامل دیگری نیز لازم است تا در سیستم CME

گنجانده شوند. از جمله این عوامل می‌توان به موضوع خطری که ممکن است از ناحیه کشتی‌ها ایجاد

شود اشاره نمود که یکی از زیربناهایی تدوین استراتژی ملی بشمار می‌رود.

بر اساس مطالعات علمی و مدارک موجود در سراسر جهان، مشاهده شده است که بدلیل موقعیت خاص بنادر مبدا برخی از سفرهایی که کشتی ها انجام می دهند، می توانند بیش از سایر بنادر و کشتی های دیگر خطر ورود موجودات مضر آبی و بیماریزا را ایجاد کنند.

یکی از اولین اقداماتی که در ارتباط با کشتی توسط مقامات ذیصلاح اتخاذ می شود، ارزیابی خطری است که توسط کشتی ها ایجاد می گردد. در حال حاضر، دو روش در سطح وسیع به منظور تعیین خطرات ناشی از کشتی ها، مورد استفاده قرار می گیرد، که عبارتند از :

- روش انتخابی^۱ : که در آن با توجه به بندر یا بنادر برداشت آب توازن، کشتی ها به

سه گروه پرخطر، کم خطر و کشتی هایی با خطر متوسط تقسیم بندی می شوند.

- روش اعمال یکنواخت^۲ : که در آن کلیه کشتی خطرناک فرض شده (میزان آن

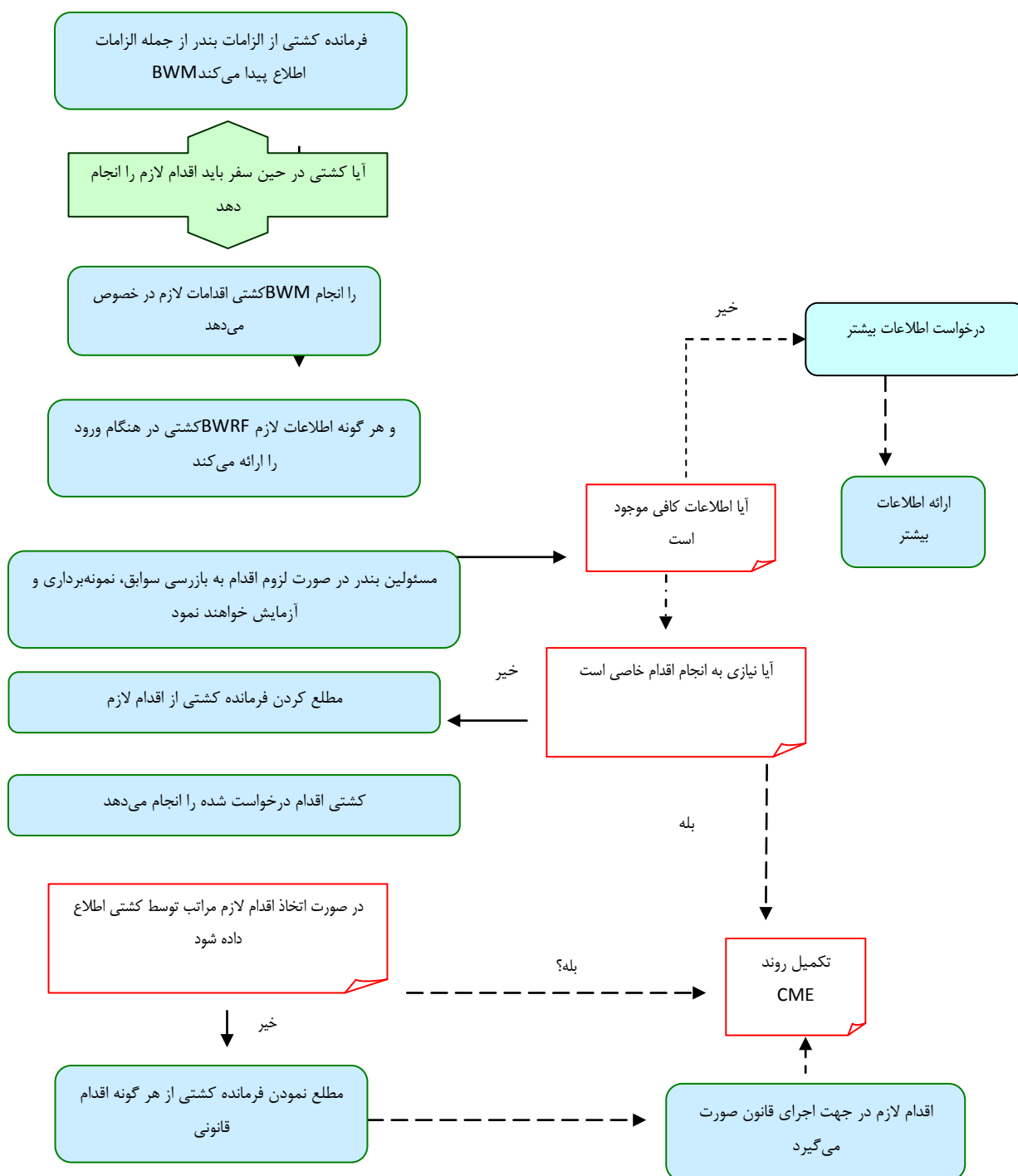
مشخص نشده) و لذا با همه کشتی ها یکسان برخورد می شود.

در سیستم CME پس از تصمیم گیری در خصوص اینکه آیا: "کشتی در طی مسیر باید اقدامی خاصی را اتخاذ کند یا خیر؟" فاکتورهای خطر اعمال می شود (شکل (۳-۳)).

از آنجائیکه سیستم CME نیز بخشی از الزامات مدیریت آب توازن بندر به شمار می رود، لذا باید در آن فاکتورهای خطر را شناسایی کرد. این امر باعث می شود که با بکارگیری سیستم CME بتوان کشتی های پرخطر را شناسایی و از رعایت کامل الزامات مربوط به مدیریت آب توازن اطمینان حاصل نمود. هر چقدر خطر بزرگتر و جدی تر باشد تلاش بیشتری نیز از طریق سیستم CME جهت اطمینان از رعایت الزامات مدیریت آب توازن باید صورت گیرد [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

¹ selective approach

² uniform application approach



شکل (۳-۳): روند نظارت بر حسن اجرای قوانین [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷]

۳-۱-۲-۹-جمع آوری گزارشات و اطلاعات لازم

• گزارشات و اطلاعات مورد نیاز

هر سیستم CME به منظور بازرسی و تایید مواد لازم به اطلاعات قابل دسترس نیاز دارد. این اطلاعات ممکن است به روش های گوناگونی اعم از الکترونیکی یا نسخ چاپی نگهداری شوند. اطلاعات مذکور ممکن است بطور مستقیم یا غیرمستقیم در دسترس بوده و با مشاهده، تجربه و نمونه برداری یا آزمایش تکمیل شوند.

دستورالعمل ها و پیش نویس کنوانسیون کنترل و مدیریت آب توازن، کشتی ها را ملزم به ثبت و نگهداری اطلاعات مختلفی در خصوص اقدامات مربوط به مدیریت آب توازن^۱ (BWM) می کند. علاوه بر این کشتی ها اقدام به نگهداری اطلاعات دیگری نیز می کنند که ممکن است در انجام CME مفید باشند.

اطلاعات را می توان به دو دسته تقسیم بندی نمود:

- اطلاعاتی اصلی^۲
- اطلاعات فرعی^۳

• اطلاعات اصلی

- گواهینامه بین المللی مدیریت آب توازن
- طرح مدیریت آب توازن
- کتابچه ثبت سوابق مدیریت آب توازن
- فرم گزارش آب توازن

¹ ballast water management

² Core Data

³ Non-Core Data

• اطلاعات فرعی

بازرسی کتابچه ثبت^۱ می‌تواند جزئیات بیشتری در خصوص موقعیت کشتی در هنگام برداشت و مبادله آب توازن ارائه کند. همچنین سایر موارد ثبت شده مانند آرایش، ترتیب مخازن و نیز میزان مصرف انرژی نیز امکان برآورد تقریبی میزان آب توازن را که به داخل یا خارج از مخازن پمپ شده فراهم می‌کند. در صورت لزوم می‌توان با مقایسه این اطلاعات با اطلاعات ارائه شده توسط کشتی صحت رعایت قوانین و الزامات را تعیین نمود.

معمولاً بسیاری از این گونه اطلاعات فرعی در کتابچه ثبت اقدامات عرضه^۲ و نیز کتابچه ثبت اقدامات موتور^۳ موجود می‌باشد. هر گونه ابهام در این اطلاعات را می‌توان با پرسش از فرمانده کشتی (یا افسر به نیابت از او) رفع نمود.

اطلاعات اصلی و فرعی باید بخشی از سیستم CME را تشکیل دهد. همچنین بسیاری از کشورها الزامات مدیریت آب توازن مخصوص به خود را وضع نموده‌اند. در این کشورها، بنادر وظیفه دارند که با هر ابزار و روش ممکن این الزامات را به آگاهی صنایع دریایی رسانده و کشتی را قبل از ورود به بندر مطلع سازند. با اینکه این الزامات متفاوت است اما معمولاً بر اساس آنها کشتی موظف است قبل از ورود به بندر جزئیات مربوط به آب توازن را به اطلاع مقامات بندر برساند. به همین خاطر است که موضوع برقراری ارتباط به عنوان یکی از اجزای اصلی در سیستم CME گنجانده شده است. منظور از ارتباط، اغلب تماس دوطرفه و مستمر بین کشتی و بندر موردنظر کشتی است که گاهی در چند مرحله و طی چند روز اتفاق می‌افتد. علاوه بر این، طرف‌های دیگری نیز ممکن است در این ارتباط دخیل باشند مانند بندر یا بنادری که کشتی در آن آب توازن برداشت می‌کند یا نمایندگی کشتی^۴ [IMO;1997].

¹ log book

² Deck log book

³ Engine log book

⁴ ship agent

قراردادن اطلاعات فوق الذکر در اختیار مقام مسئول به منظور انجام CME ضروری است. این قوانین و الزامات نه تنها باید به عنوان بخشی از رژیم مدیریت آب توازن و سیستم CME توسط مقامات مسئول به خوبی مستندسازی شده باشند بلکه باید در اختیار کشتی‌ها، نمایندگان کشتی و طرف‌های ذیربط قرار گرفته و به درستی از سوی ایشان درک شده باشند. از آنجائیکه CME بخشی از رژیم مدیریت آب توازن را تشکیل می‌دهد، بهتر است کلیه قوانین و مفاد اجرایی آن کاملاً شفاف و روشن بوده و به عنوان بخشی از برنامه اطلاع‌رسانی و ارتقا سطح آگاهی کشتی‌ها نیز گنجانده شود. این برنامه نه تنها کشتی را از الزامات بندر (در خصوص مدیریت آب توازن و سوابقی که باید ثبت شود) آگاه می‌نماید بلکه آنها را از نحوه بازرسی و الزاماتی که اعمال خواهد شد نیز مطلع خواهد ساخت. یکی از راه‌های مفید جهت اطمینان از اینکه کلیه طرف‌های ذیربط از الزامات مقامات مسئول بندر آگاهی و آشنایی کامل دارند تهیه چک لیست از این الزامات و اطلاعات لازم و ارائه این چک‌لیست‌ها به کشتی‌ها است.

• تعیین صحت اطلاعات

کلیه سیستم‌هایی که با CME سازگارند بر پایه تعیین صحت اطلاعات که در واقع یک روند بازرسی اطلاعات است استوار شده‌اند. این روند شامل تعیین صحت و درستی اطلاعات ارائه شده توسط کشتی یا سایر منابع و تعیین رعایت الزامات بندر توسط کشتی است. در این خصوص می‌توان از استانداردهای سازمان بین‌المللی دریانوردی (IMO) و بنادر مختلف دنیا استفاده نمود. بعنوان مثال آزمایشات نسبتاً ساده تعیین میزان شوری آب می‌توان نشان دهد که آیا کشتی از همان محلی که گزارش کرده آب توازن خود را برداشت نموده یا خیر. همچنین پیشرفت‌های تکنولوژیک مانند جعبه سیاه در کشتی یا سیستم‌های ماهواره‌ای دریانوردی که می‌توانند اطلاعات مختلفی را ذخیره کنند در آینده به منظور انجام نظارت بر حسن اجرای قوانین مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

اما به عنوان یک قانون تمام کشتی ها لازم است تا از موارد ذیل مطلع باشند:

- الزامات مربوط به مدیریت آب توازن،
- تعیین اطلاعاتی که باید توسط کشتی ارائه شود،
- چگونگی تایید اطلاعات توسط ارزیابی خطر
- ذکر اقداماتی که در صورت عدم رعایت قوانین اتخاذ خواهد شد.

• روند تعیین صحت اطلاعات

مستندسازی لازم قبل از شروع روند تعیین صحت اطلاعات عبارتند از:

۱. فرم گزارش آب توازن^۱ (BWRF)
۲. گواهینامه بین‌المللی مدیریت آب توازن
۳. طرح مدیریت آب توازن کشتی^۲ (BWMP)
۴. کتابچه سوابق و ثبت مدیریت آب توازن (BWMRB)
۵. اطلاعاتی که ارائه آن توسط کشتی از سوی مقام مسئول (RA) الزامی شده است.
۶. هر گونه اطلاعاتی که بندر از سوابق سفرهای کشتی نگهداری کرده است . در صورت امکان وضعیت معضلات دریایی بندر برداشت آب توازن (در صورتیکه آب توازن قرار است در محدوده بندر مورد نظر تخلیه شود).
۷. نتایج نمونه‌برداری و آزمایشاتی که در خصوص آب توازن و رسوبات کشتی انجام شده است.

این هفت گروه از اطلاعات باید در قالب روشی سامان یافته و منسجم مورد بازرسی قرار گیرد.

روند بازرسی تا جایی ادامه پیدا خواهد کرد که مقام مسئول متقاعد به اتمام روند CME گردد.

¹ BALLAST WATER REPORTING FORM

² Ballast Water Management Plan

روند بازرسی اغلب دارای مراحل زیر است:

۱. مقام ذیصلاح بندر (یا هر فرد دیگری به نمایندگی از وی) فرم گزارش آب توازن را بررسی می نماید. در صورت لزوم اطلاعات این فرم با مقایسه با اطلاعاتی همچون : طرح مدیریت آب توازن، کتابچه سوابق مدیریت آب توازن و سایر اطلاعات ارائه شده توسط کشتی مقایسه و صحت آن، به منظور اطمینان از اینکه کلیه اقدامات لازم به منظور رعایت الزامات مربوطه اتخاذ شده است، تعیین می گردد. لازم به توضیح است در این روند به کشتی هایی که در ارزیابی ها پرخطر تشخیص داده شده اند باید توجه بیشتری گردد. باید توجه داشت به دلیل استفاده روزافزون مقامات بندر از پایگاه های اطلاعاتی که حاوی اطلاعات زیادی در مورد کشتی ها و معطلات و مشکلات بنداری که قصد تردد و تجارت با آنها را دارند، وظایف مقامات بندری دو چندان خواهد شد.

نتیجه اولین مرحله بازرسی یکی از مراحل زیر خواهد بود:

الف) اطلاعات کافی جهت انجام CME در اختیار مقام مسئول (RA) بوده و با ترک کشتی به آن اجازه انجام فعالیت موردنظر در بند را می دهد و نیاز به اقدامات اضافی نیست. در این مرحله فرایند CME به اتمام می رسد.

ب) اطلاعات کافی در دسترس (RA) بوده و بنا به تشخیص مقام مسئول، کشتی باید اقدامات بیشتری را قبل از ورود به بندر و تخلیه و بارگیری کالای خود در خصوص مدیریت آب توازن اتخاذ کند. در این صورت، الزامات بندر به اطلاع فرمانده کشتی خواهد رسید.

ج) اطلاعات کافی در اختیار مقام مسئول (RA) به منظور تعیین صحت انجام اقدامات مربوط به آب توازن و شرایطی که مورد ادعای کشتی است نمی باشد. در این صورت، هم اطلاعات بیشتر درخواست شده و هم فرمانده کشتی ناقض الزامات و مقررات مربوطه فرض خواهد شد.

۲. این مرحله پس از مراحل (ب) و (ج) قرار دارد و زمانی است که نتایج CME نشان دهد که انجام اقدامات بیشتری مورد نیاز است. این اقدامات دارای اشکال گوناگونی است که عمدتاً عبارتند از:

الف) نیاز به اطلاعات بیشتر: به طور کلی این اطلاعات از فرمانده کشتی درخواست می‌شود اما می‌تواند از سایر منابع دیگر مانند بندر قبلی (که کشتی در آن آب توازن برداشت کرده) یا دفتر هواشناسی در خصوص وضعیت جوی (در مواقعی که فرمانده کشتی ادعا می‌کند که به علت شرایط نامساعد جوی وی نتوانسته آب توازن خود را در دریا مبادله کند) کسب شود.

ب) روند CME نشان می‌دهد که در اطلاعات ارائه شده توسط کشتی اشکال و ناهماهنگی وجود دارد و به دلایل گوناگونی الزامات بندر در خصوص مدیریت آب توازن رعایت نشده است و اعمال مقررات جریمه در ارتباط با کشتی مناسب است.

ج) روند CME نشان می‌دهد که کشتی الزامات بندر در خصوص مدیریت آب توازن را رعایت نکرده و در نتیجه آن خطر (بالفعل یا بالقوه) از ناحیه ورود گونه‌های مضر آبی و بیماری‌زا ایجاد شده است.

۳. در نتیجه روند CME، در نهایت مشخص می‌شود که کشتی الزامات مربوطه را رعایت کرده و نیازی به اقدامات بیشتر نمی‌باشد یا اینکه الزامات مربوطه را رعایت نکرده و باید اقدامات اجرایی و کاهش خطر در نظر گرفته شود [مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷].

۳-۱-۲-۱۰-موافقت‌نامه حسن اجرای قوانین^۱

در مورد کشتی‌هایی که سابقه خوبی در رعایت قوانین و الزامات بندر داشته و مقامات بندر از صحت اقدامات مربوط مدیریت آب توازن در این گونه کشتی‌ها اطمینان دارند، می‌توان موافقت‌نامه

¹ Compliance Agreement

حسن اجرای قوانین با کشتی یا مسئولین آنها (مانند صاحب یا اپراتور کشتی) منعقد نمود. بر اساس این موافقتنامه که باید از نظر قانونی لازم الاجرا باشد، این نوع کشتی ها از آزادی عمل بیشتری برخوردار بوده و در هر بار ورود به بندر سیستم CME برای آنها اعمال نخواهد شد. به منظور اطمینان از اینکه کشتی های مذکور به این موافقتنامه پایبند بوده و به آن توجه مستمر دارند، بازرسی سالانه باید در خصوص آنها به عمل آید.

۳-۱-۲-۱۱- اقدامات اجرایی - ماده ۱۱ دستورالعمل های سازمان

بین المللی دریانوردی (IMO)

اقدامات اجرایی اقداماتی هستند که در مورد کشتی هایی که الزامات بندر یا مقررات سازمان IMO در خصوص مدیریت آب توازن را رعایت نکرده اند، اتخاذ می گردد. ماده ۱۱ دستورالعمل های سازمان بین المللی دریانوردی (IMO)، توصیه هایی را در رابطه با این گونه اقدامات اجرایی ارائه می کند. در حالیکه پیش نویس کنوانسیون این سازمان در ماده ۱۳ به موضوع نقض قوانین و الزامات می پردازد. ماده ۱۴ این پیش نویس نیز مربوط به همین موضوع است [IMO; 1997].

مواردی که نیاز به اعمال اقدامات اجرایی دارند، عبارتند از:

- شرایط خارج از کنترل کشتی که در طرح مدیریت آب توازن بندر قید شده است،

مثلاً شرایط نامساعد جوی که باعث شود کشتی آن گونه که بندر خواسته نتواند آب

توازن خود را مدیریت کند،

- سهل انگاری از سوی کشتی، مثلاً نگهداری ناقص سوابق،

- عدم پیروی عمدی از الزامات بندر در خصوص مدیریت آب توازن

با هر یک از موارد فوق باید با در نظر گرفتن کلیه عوامل و فاکتورها، رفتار متناسب صورت

گرفته و اقدام اجرایی لازم اتخاذ گردد.

• کاهش خطر^۱

این شرایط در مواقعی که کشتی لازم است تا آب توازن خود را قبل از رسیدن به بندر تخلیه نماید اما بنا به دلایلی آب توازن خود را مبادله یا تصفیه نکرده است اتفاق می‌افتد. در این مواقع لازم است تا مقاماتبن دری، گزینه‌های جایگزینی ارائه نمایند تا بتوان به منظور به حداقل رساندن خطر بالقوه بکار گرفت، به این روند، کاهش خطر گفته می‌شود.

در این خصوص اقدامات رایجی که به منظور کاهش خطر صورت می‌گیرد عبارتند از:

- تسهیلات دریافت: در مقطع کنونی به ندرت در دسترس می‌باشد.
 - تسهیلات تصفیه مستقر در ساحل: عملی بودن این تسهیلات به طور وسیعی در دست تحقیق است و در آینده ممکن است به عملی‌ترین گزینه تبدیل شود.
 - منع تخلیه آب توازن: به این معنا است که کشتی مجاز به تخلیه آب توازن در محوطه آب‌های تحت حاکمیت آن دولت و یا بندر نمی‌باشد.
 - منطقه جایگزین تخلیه: در این گزینه منطقه‌ای خارج از محوطه بندر که می‌توان در آن در مواقع اضطراری آب توازن را تخلیه نمود در نظر گرفته می‌شود.
- بندر باید به عنوان بخشی از استراتژی ملی و رژیم مدیریت آب توازن، اقدامات ممکن در جهت کاهش خطر به همراه جزئیاتی از قبیل زمان و نحوه انجام آنها را تعیین و مشخص نموده و در سیستم CME بگنجاند.

در شرایطی که نیاز به انجام اقدامات مربوط به کاهش خطر است، مشورت بندر با فرمانده کشتی در خصوص گزینه‌های ممکن در اسرع وقت بسیار مهم است. همچنین اقدام خواسته شده باید متناسب با خطر بالقوه بوده و با حداقل تاخیر برای کشتی به نتیجه برسد و از لحاظ مدیریت آب توازن برای کشتی و خدمه آن ایمن و بی خطر باشد. تنها در موارد استثنایی که یک کشتی پرخطر ارزیابی می‌شود، باید از تخلیه آب توازن آن در آب‌های سرزمینی بندر جلوگیری به عمل آید. یکی از اجزا

¹ risk mitigation

مهم CME اطمینان از انجام اقدامات لازم در جهت کاهش خطر توسط کشتی (در مواقعی است که کشتی ملزم به انجام آنها شده) می‌باشد. بدین منظور، بازرسی مجدد، نمونه برداری، آزمایش و سایر اقدامات می‌تواند صورت گیرد.

• عدم رعایت قانون که منجر به خطر بالقوه نمی‌شود

در مواردی که عدم رعایت قوانین از سوی کشتی منجر به ایجاد خطر بالقوه نمی‌شود، مانند ثبت و نگهداری ناقص سوابق، روند CME اقدامی که باید اتخاذ شود را معین می‌کند. در این خصوص ملاحظات اصلی که باید مدنظر قرار گیرند عبارتند از: شدت و میزان تخلف، جدی بودن خطر و سابقه کشتی در رعایت قوانین و غیره.

• جریمه‌ها و مجازات‌ها

موضوع مهمی که باید در خصوص جریمه‌ها و مجازات‌ها مدنظر قرار گیرد، این است که این گونه اقدامات دارای پشتوانه قانونی باشد، بدین معنا که از طریق قوانین مربوطه ملی و در صورت لزوم قوانین منطقه‌ای قابل اجرا و اعمال باشند.

• خاطر نشان می‌شود دستورالعمل‌های IMO در حال حاضر اختیاری بوده و صرفاً توصیه‌هایی نیز در این خصوص ارائه می‌کنند، اما اختیارات و قدرت اجرای آنها باید از قوانین ملی و داخلی تامین گردد.

کشورها به عنوان بخشی از استراتژی ملی و اقدامات مدیریت آب توازن، قوانین و الزامات مشخصی را تدوین نموده و مشخص کرده‌اند که دارای قوانینی هستند که قدرت و اختیارات لازم را برای اعمال آنها در مواقع لازم برای اتخاذ اقدامات بیشتر در اختیار آنها قرار می‌دهد. قدرت اجرایی

علاوه بر این که باید در استراتژی ملی گنجانده شود باید مطابق با دستورالعمل‌ها و پیش نویس کنوانسیون IMO باشد [IMO ;1997] .

- جریمه‌ها و مجازات‌ها باید متناسب با شدت تخلف و خطری که احتمالاً ناشی از آن تخلف است باشند.

روند اجرای قوانین که ممکن است به اعمال مجازات‌ها و جریمه‌ها منجر شود از زمانی آغاز می‌شود که مقام مسئول (RA) با انجام CME اعلام کند که قوانین و الزامات بندر در خصوص مدیریت آب به طور کامل رعایت نشده است. در این موقع باید میزان شدت تخلف و عدم رعایت قوانین را تعیین نمود.

۱. تعیین سطح و شدت تخلف : شدت تخلف متفاوت است و می‌تواند یک مورد ساده،

غیرعمدی مانند تکمیل نادرست فرم اطلاع به بندر بوده، یا تلاش عمدی برای فریب‌دادن و همراه نمودن مقامات بندری باشد.

۲. اطلاع دادن تخلف صورت گرفته به مقامات مسئول کشتی : این موضوع اغلب به

فرمانده کشتی مربوط می‌شود که به او فرصت داده خواهد شد که مدارک لازم را ارائه کند.

۳. بر اساس موارد ۱ و ۲ تعیین می‌شود که آیا اعمال جریمه یا مجازات لازم است، در

صورت لزوم مجازات و جریمه میزان و نوع آن مشخص می‌شود. این امر باید بر اساس شدت و نوع تخلف و مطابق با قوانین ملی صورت گیرد. دامنه مجازات از دادن یک اخطاریه به فرمانده کشتی تا اعمال جریمه‌های نقدی و یا سایر مجازات‌های قانونی متغیر است.

۴. اعمال مجازات یا جریمه : مجازات‌ها و جریمه‌ها باید بر اساس قوانین ملی و مطابق

با سایر مقررات مربوط به تخلف در خصوص کشتیرانی بین‌المللی صورت گیرد.

۳-۲-دستورالعمل های کاری انجام گشت ها

افزایش ظرفیت، تعداد و سرعت کشتی های اقیانوس پیما باعث گردیده است تا مقدار آب توازن جابجا شده در مخازن کشتی و متعاقباً تعداد و تنوع گونه های دریایی و پاتوزن های جابجا شده در آن نیز افزایش یابند. از سوی دیگر توسعه دانش فنی بشر در زمینه ساخت کشتی و موتورهای دریایی باعث افزایش سرعت کشتی و کاهش طول سفرهای دریایی گردید. این امر به نوبه خود تاثیر قابل توجهی بر احتمال بقاء گونه های آبی در هنگام سفر در مخازن توازن کشتی از نقطه ای به نقطه دیگر دارد. مشاهده متعدد گونه های دریایی در خارج از زیستگاه اصلی آنها باعث افزایش حساسیت دانشمندان و توجه بیشتر مجامع بین المللی در ابتدای دهه ۱۹۸۰ شد. این امر باعث آغاز یک اقدام جدید جهانی برای وضع قوانین و مقررات لازم به منظور کاهش و کنترل جابجایی گونه های دریایی گردید.

کنوانسیون حقوق دریاها در سال ۱۹۸۲ از دولت های عضو خواسته است تا کلیه اقدامات لازم به منظور جلوگیری و کاهش آلودگی دریایی ناشی از بکارگیری دانش فنی در حوزه حاکمیت و صلاحیت یا کنترل خود یا معرفی عمدی یا غیر عمدی گونه های غیر بومی یا جدید به هر یک از اجزاء خاص محیط زیست دریایی که بتوانند باعث ایجاد تغییر معنی دار و مضر در محیط گردند را بعمل آورند.

۳-۲-۱-دستورالعمل های کنترل

۳-۲-۱-۱-دستورالعمل برای کشتی ها

۱. هر کشتی که آب توازن حمل می کند، باید از یک سری طرح های مدیریتی آب توازن به منظور کاهش انتقال جانداران آبی مضر و پاتوزن ها بهره بگیرد. هدف طرح باید تهیه دستورالعمل های مطمئن و مؤثر برای مدیریت آب توازن باشد.

۲. طرح مدیریت آب توازن باید مخصوص هر کشتی باشد.

۳. طرح مدیریت آب توازن باید در مستندات عملیاتی کشتی موجود باشد. و موارد ذیل را دربر داشته باشد:

- همه بخش‌های مربوط به این دستورالعمل‌ها
- مستندات تصویب شده مربوط به تجهیزات عملیاتی
- اطلاعات مربوط به اسناد مورد نیاز
- مکان نقاط نمونه‌برداری احتمالی

۳-۲-۱-۲- دستورالعمل برای مقامات بندری

۱. تسهیلات لازم جهت انجام عملیات تخلیه رسوبات تانکر آب توازن به طوریکه از نظر

محیط زیستی کاملاً ایمن باشد، باید در دسترس قرار گیرد.

۲. باید روش قابل قبولی برای کنترل این تسهیلات و عملیات انجام شده وجود داشته

باشد. مقامات بندری که تمایل دارند از این استراتژی استفاده کنند باید مطمئن

شوند که این تسهیلات کافی هستند.

۳-۲-۲- دستورالعمل‌های ثبت و گزارش‌دهی

۳-۲-۲-۱- دستورالعمل برای کشتی‌ها

زمانیکه مقامات بندری لازم بدانند فعالیت‌های خاصی در خصوص عملیات مربوط به

آب توازن انجام شود، بسته به شرایط هوا، دریا یا شرایط عملی غیرممکن چنین فعالیت‌هایی نتواند

صورت گیرد، کاپیتان باید سریعاً و در جای مناسب قبل از ورود به حوضه دریایی تحت پوشش آنها،

مراتب را به مقامات بندری گزارش دهد.

برای تسهیل در امر مدیریت آب توازن و مراحل عملیاتی در هر کشتی، یک افسر مسؤول باید جهت نگهداری سوابق و اطمینان از اعمال مدیریت درست آب توازن و مراحل عملیاتی و ثبت کلیه مراحل وجود داشته باشد [IMO ;1997] .

زمان بارگیری و تخلیه آب توازن، حداقل چیزهایی که باید یادداشت شوند، عبارتند از: تاریخ، مکان جغرافیایی، تانکرها و انبارهای کشتی، دما و شوری و همچنین مقدار آب توازن بارگیری یا تخلیه شده. ضمیمه ۱ فرمت مناسبی را برای این منظور ارائه می‌دهد. این یادداشت‌ها باید در دسترس مقامات بندری قرار گیرد.

در طرح مدیریت آب توازن کشتی‌ها باید در خصوص مکان و نکات مناسب نمونه‌برداری آب توازن و رسوبات توضیح داده شود. این به کارکنان کشتی اجازه می‌دهد تا بتوانند بیشترین کمک را به افسرهای مقامات بندری زمانیکه به نمونه‌ای از آب توازن یا رسوب نیاز دارند، بنمایند.

۳-۲-۲-۲- دستورالعمل برای مقامات بندری

مقامات بندری باید اطلاعات زیر را در اختیار کشتی‌ها قرار دهند:

- جزئیات نیازهای مربوط به مدیریت آب توازن
- مکان و شرایط و مقررات استفاده از مناطق مختلف تعویض آب توازن
- هرگونه هماهنگی‌های مربوط به ارتباط با بندر
- چگونگی دسترسی، مکان، ظرفیت و هزینه‌های اجرایی مربوط به تسهیلات دریافتی که جهت افزایش امنیت محیط‌زیستی تخلیه آب توازن و رسوبات همراه آن به کار گرفته می‌شود.

به منظور کمک به کشتی‌ها جهت انجام عملیات پیش‌گیرنده که در ادامه به آن اشاره خواهد شد، مقامات بندرها باید به مأموران محلی و یا مسؤولین کشتی‌ها نواحی و موقعیت‌هایی را که بارگیری آب توازن باید به حداقل خود برسد، اطلاع دهند، مانند:

- نواحی با شیوع، هجوم یا جمعیت‌های شناخته شده جانداران مضر و پاتوژن‌ها
- نواحی دارای بلوم‌های فیتوپلانکتونی شناخته شده (شکوفایی‌های جلبکی مانند کشندهای قرمز)
- مناطق مجاور دهانه‌های فاضلاب‌ها
- مناطق مجاور عملیات لایروبی
- زمانیکه یک توفان جزر و مدی کدورت^۱ بالایی در آب ایجاد می‌کند
- مناطقی که در آنها جریان‌های جزر و مدی^۲ ضعیف است.

۳-۲-۳- دستورالعمل‌های عملیاتی

۳-۲-۳-۱- مربوط به کشتی‌ها

- فعالیت‌های پیش‌گیرنده

- کاهش دریافت جانداران آبی مضر، پاتوژن‌ها و رسوبات

در زمان بارگیری آب توازن، باید نهایت تلاش صورت گیرد تا از گرفتن جانداران آبی احتمالاً مضر، پاتوژن‌ها و رسوبات حاوی چنین جاندارانی جلوگیری شود. در نواحی و موقعیت‌های زیر، بارگیری آب توازن باید به حداقل برسد یا در صورت امکان انجام نشود:

- نواحی مشخص شده توسط مقامات بندری که در بالا به آنها اشاره شد.
- در تاریکی زمانیکه جانداران کفزی و عمق‌زی ممکن است در ستون آب بالا بیایند.

¹ turbidity

² tidal flushing

- در آب‌های بسیار کم‌عمق
- جائیکه پروانه کشتی‌ها احتمال دارد رسوبات را به هم بزنند.

– خارج کردن رسوبات توازن بر اساس یک مبنای درست

در صورت امکان، تمیز کردن تانکرهای آب توازن جهت خارج نمودن رسوبات باید در وسط اقیانوس یا تحت تدابیر کنترل شده در بنادر یا اسکله‌های خشک صورت پذیرد، به طوریکه با شرایط طرح مدیریتی آب توازن کشتی همخوانی داشته باشد [IMO ;1997].

– جلوگیری از تخلیه غیرضروری آب توازن

در صورتی که جهت تسهیل در امر ایمن سازی عملیات مربوط به بار کشتی‌ها نیاز به بارگیری آب توازن در یک بندر و تخلیه مجدد در همان بندر باشد، مراقبت‌های لازم باید صورت گیرد تا حتی‌الامکان از تخلیه غیرضروری آب توازنی که در بندر دیگری بارگیری شده است، جلوگیری شود.

• گزینه‌های مدیریتی آب توازن

– تعویض آب توازن

جانداران نزدیک ساحل (شامل مناطق نزدیک بندر و مصب) که در مناطق میانی اقیانوس آزاد می‌شوند و جانداران اقیانوسی که در آب‌های ساحلی آزاد می‌شوند، معمولاً زنده نمی‌مانند. در زمان تعویض آب توازن در دریا، راهنمائی‌های لازم که در ضمیمه ۲ آورده شده است، باید مورد توجه قرار گیرد. بعلاوه، انجام کارهای زیر نیز پیشنهاد می‌شود:

- در صورت امکان، کشتی‌ها باید تعویض آب توازن را در آب‌های عمیق اقیانوس‌های باز و تاجای ممکن دور از ساحل انجام دهند. در صورتیکه این کار ممکن نباشد،

الزاماتی که در توافقات منطقه‌ای آورده شده است، باید رعایت شوند، مخصوصاً در نواحی با فاصله حدود ۲۰۰ مایل دریایی از ساحل. همه آب توازن باید تخلیه شود و در صورت امکان باید از پمپ‌های تخلیه یا مکنده‌ها استفاده نمود.

- جائیکه از روش جریان میانی در اقیانوس باز از طریق پمپ کردن آب توازن به داخل تانکر یا نگهداشتن و سرریز کردن آب استفاده می‌شود، حداقل ۳ بار محتویات تانکر باید پمپ شوند.

- در صورتیکه هیچ یک از روش‌های تعویض در اقیانوس آزاد عملی نباشد، تعویض آب توازن باید در نواحی مشخص شده توسط مقامات بندری صورت گیرد.
- دیگر روش‌های تعویض مورد قبول مقامات بندری.

- عدم تخلیه یا تخلیه حداقل آب توازن

در مواردی که تعویض آب توازن یا دیگر عملیات مربوطه امکان پذیر نمی‌باشند، آب توازن باید در تانکرها یا انبارهای کشتی نگهداری شوند. اگر این امکان نیز وجود نداشته باشد، کشتی باید تنها میزان حداقلی از آب توازن را مطابق با استراتژی‌های مقامات بندری تخلیه نماید.

- تسهیلات تخلیه تا دریافت

اگر تسهیلاتی جهت دریافت آب توازن و یا رسوبات توسط مقامات بندری تهیه شده باشد، در جای مورد نیاز باید استفاده شوند.

- تکنولوژی‌ها و عملیات ضروری و جدید

اگر عملیات و تکنولوژی‌های جدید و ضروری مناسبی قابل تداوم باشد، می‌توانند با روش‌های فعلی تعویض و یا همراه با آنها اجرا شوند. چنین روش‌هایی می‌توانند شامل روش‌های حرارتی،

فیلتر کردن، ضد عفونی کردن مانند استفاده از نور ماورای بنفش و روش‌های مشابه مورد قبول مقامات بندری باشند.

نتایج مربوط به کاربرد و اثرات تکنولوژی‌های مدیریتی آب توازن و در کنار آنها تجهیزات کنترلی و همچنین ارزیابی و مشارکت مناسب در اجرای این دستورالعمل‌ها باید به اطلاع سازمان برسد.

۲-۳-۲-۳-موارد مربوط به مقامات بندری

موارد زیر جهت راهنمایی مقامات بندری در تکمیل برنامه مدیریتی آب توازن و ارزیابی خطرات مربوط به آب توازن حاوی جانداران آبی مضر و پاتوژن‌ها تهیه شده است.

• شرایط کاملاً نابرابر بین بندرهای بارگیری و تخلیه

شرایط بسیار متفاوتی ممکن است بین بنادر مبدأ و بنادر تخلیه آب توازن وجود داشته باشد. به عنوان مثال می‌توان به تخلیه آب توازن شیرین در بنادر با آب بسیار شور اشاره نمود. ممکن است جاندارانی وجود داشته باشند که قادر به تحمل چنین انتقال‌هایی باشند. هرچند، احتمال کمتری وجود دارد که گونه‌ها بتوانند تحت چنین شرایط انتقالی استقرار پیدا کنند [IMO ;1997].

• سن آب توازن

طول مدت زمانی که آب توازن در یک تانکر بسته قرار دارد، به دلیل عدم حضور نور، کاهش نوترینت‌ها و اکسیژن، تغییر شوری و سایر عوامل، می‌تواند در تعیین تعداد موجودات زنده مورد استفاده قرار گیرد. هرچند، حداکثر طول مدت زنده ماندن موجودات در آب توازن متغیر و در بسیاری مواقع نامعلوم است. آبی که ۱۰۰ روز در تانکر قرار دارد، برای این منظور حداقل در نظر گرفته

می‌شود. آب توازن و رسوبات ممکن است حاوی سیست‌های داینوفلاژله‌ها و دیگر موجوداتی باشند که قادر به زنده ماندن در طول مدت بسیار بیشتری باشند.

• حضور جانداران هدف

۱. تحت شرایط مشخصی ممکن است امکان بررسی این مطلب وجود داشته باشد که آیا یک یا تعداد بیشتری گونه‌های تعیین شده در آب یک بندر مشخص وجود دارند و آیا توسط آب توازن وارد کشتی شده اند یا خیر. بنابراین در چنین شرایطی، مقامات بندری مقصد می‌توانند درخواست انجام سنجش‌های مدیریتی آب توازن را داشته باشند. هرچند، حتی اگر چنین گونه‌های هدفی وجود نداشته باشد، باید اشاره کرد که ممکن است بسیاری گونه‌های نامشخص در آب توازن وجود داشته باشند که اگر در آب‌های جدید آزاد شوند، می‌توانند مضر باشند.

۲. پیشنهاد می‌شود مقامات بندری بررسی‌های ابتدایی زیست‌شناسی در بنادر خود را انجام داده و نتایج تحقیقات را منتشر نمایند.

• اجرا و نظارت توسط مقامات بندری

الف- به منظور انجام بررسی‌های پیش‌گیرنده جهت مراقبت‌های محیط‌زیستی، این دستورالعمل‌ها می‌توانند در تمام کشتی‌ها به کار گرفته شوند مگر اینکه استثنائاً مقامات بندری در حوزه اختیارات خود کشتی را از این امر معاف کند. مقامات بندری باید سازمان را از چگونگی اجرای دستورالعمل‌ها مطلع نمایند.

ب- Member state ها حق دارند بر اساس قوانین ملی مدیریت آب توازن را انجام دهند. هرچند، هرگونه محدودیت تخلیه آب توازن باید به سازمان اطلاع داده شود.

ج- در تمام موارد، مقامات بندری باید اثرات کلی دستورالعمل‌های تخلیه آب توازن و رسوبات را بر امنیت کشتی‌ها و افرادی که روی کشتی هستند، مورد توجه قرار دهند. در صورتیکه اجرای این

دستورالعمل‌ها منجر به ایجاد خطر برای کشتی یا کارکنان آن شود، انجام آنها بی‌تأثیر خواهند بود. مقامات بندر نباید هیچ عملی را از کاپیتان بخواهند که زندگی دریانوردان یا امنیت کشتی را به خطر اندازد.

د- لازم است که دستورالعمل‌های مدیریت آب توازن و رسوبات، مؤثر، از نظر محیط‌زیستی ایمن و عملی باشند و طوری طراحی شوند که کمترین هزینه و تأخیر را برای کشتی‌ها به همراه داشته و تا جای ممکن از موارد عنوان شده پیروی کنند.

ه- هرگونه دستورالعمل یا نیازهای یک کشتی باید به موقع تهیه شده و روشن و مختصر باشد.

و- مقامات بندر باید در صورت تقاضای کشتی، اطلاعات مورد نیاز مربوط به مدیریت آب توازن و اثرات احتمالی آن‌را نسبت به جانداران آبی مضر و پاتوژن‌ها در اختیار کشتی‌ها قرار دهند.

ز- هرگونه فعالیت اجرائی و نظارتی در تمام بنادر در داخل مقامات بندری باید مناسب بوده و در تمام کشور یکنواخت انجام شود. اگر به دلایل اجباری دستورالعمل‌های ثابتی در تمام کشور نمی‌توانند انجام شوند، باید به سازمان گزارش داده شود.

ح- مقامات بندری باید نظارت و هماهنگی قابل قبولی بر روی این مراحل انجام دهند، برای مثال می‌توان به گرفتن و آزمایش نمونه‌های آب توازن و رسوبات جهت مطالعه میزان زنده ماندن جانداران آبی مضر و پاتوژن‌ها اشاره نمود.

ط- مقامات بندری زمانیکه نمونه‌برداری از آب توازن و رسوبات را جهت انجام نظارت مؤثر و قابل قبول انجام می‌دهند، باید کمترین تأخیر در حرکت کشتی‌ها ایجاد نمایند و بیشترین کمک را جهت برنامه‌ریزی برای انجام عملیات و همچنین کارکنان آن کشتی بنمایند.

ی- وظیفه عمده کاپیتان ارائه کمک‌های مورد نیاز برای مراحل نظارت عنوان شده می‌باشد که ممکن است شامل مشخص نمودن وظایف افسرها یا کارکنان کشتی، برنامه‌های کشتی، یادداشت‌های مربوط به مدیریت آب توازن و جزئیات مربوط به محل نمونه‌برداری باشد.

ک- مسئولیت انجام نمونه‌برداری برای تحقیق و فعالیت‌های نظارتی بر عهده مقامات بندری می‌باشد. سازمان از ارائه اطلاعات در خصوص روش‌های جدید و ابداعي در مورد نمونه‌برداری و یا تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده استقبال می‌کند و هرگونه اطلاعات مرتبط با آن باید تهیه شود.

ل- مقامات بندری باید برای کاپیتان یا افسر مسئول هدف هرگونه نمونه‌برداری را مشخص نمایند (برای مثال نظارت، تحقیق یا مراحل اجرائی). نتایج تحلیل نمونه‌ها باید در صورت تقاضا در اختیار عوامل کشتی قرار گیرد.

م- مقامات بندری قبل از اینکه به کشتی اجازه تخلیه آب توازن را در مکان‌های حساس از نظر محیط زیستی بدهند، می‌توانند از آب توازن کشتی نمونه‌برداری کرده یا تقاضای نمونه بکنند. در صورتیکه جانداران آبی مضر یا پاتوژن‌ها در نمونه‌ها یافت شوند، استراتژی احتمالی مقامات بندری می‌تواند به کار گرفته شود [IMO ;1997] .

فصل چهارم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۴-۱- مقایسه استاندارد کالیفرنیا با استاندارد IMO

همانگونه که در بخش های قبلی نیز اشاره شد، استانداردهای مدیریتی IMO به دو بخش تقسیم می شوند، اولی استاندارد تبادل آب توازن یا همان D1 نامیده می شود و دومین استاندارد عملکرد است که به یک سیستم تصفیه نیازمند بوده و به عنوان D2 شناخته می شود، که تنها با تغییراتی عملیاتی بدون نیاز به افزودن تجهیزات اضافی بر روی کشتی قابل اجرا است. در جدول (۴-۱)، برای کشتی های موجود تلفیقی از دو استاندارد و برای کشتی های جدید از سال ۲۰۰۹ و بعد از آن نصب سیستم های تصفیه به طور رسمی تصویب و لازم اجرا شده است [Berntzen Magnus ;2010].

جدول (۴-۱): جدول زمانی اجرای استاندارد IMO [Berntzen Magnus ;2010]

زمان ساخت کشتی	ظرفیت توازن	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴	۲۰۱۵	۲۰۱۶	۲۰۱۷
قبل ۲۰۰۹	$m^3 1500 <$	D1 / D2								
	$m^3 1500 - 5000$	D1 / D2								
	$m^3 5000 >$	D1 / D2								
۲۰۰۹-۲۰۱۱	$m^3 5000 <$	D2								
	$m^3 5000 >$	D1 / D2								
بعد ۲۰۱۲	همه موارد	D2								

مبنای واقعی استاندارد عملکرد بر این فرض بنا شده که، موجودات نزدیک ساحل به احتمال زیاد در آب های عمیق زنده نخواهند ماند و همچنین موجودات در اقیانوس ها به احتمال زیاد در آب های کم عمق زنده نخواهند ماند، بنابراین تمرکز اصلی باید در اماکنی که آب های توازن تخلیه می شوند، صورت گیرد، زیرا اکثر فرایندهای مربوط به آب توازن در زمانیکه کشتی ها در حال بارگیری و یا تخلیه هستند انجام می شود. آب های توازن باید در آب های عمیق و یا دور از ساحل تخلیه شوند (ترجیحاً در دریاها یا باز). در مناطق و یا موقعیت هایی که این شرایط وجود ندارد، باید

در فاصله ۲۰۰ مایل دریایی از ساحل یعنی در داخل منطقه انحصاری اقتصادی این تخلیه صورت گیرد. این مناطق ممکن است توسط دولت بندر تعیین شده باشد. علاوه بر این باید حداقل ۳ برابر حجم تانک توازن، (هنگام تغییر آب توازن در طول سفر دریایی)، جریان از تانک عبور نماید. باید اطمینان حاصل شود که اکثر رسوبات و موجودات زنده در طول عملیات تخلیه می شوند. در جدول (۲-۴) استانداردهای IMO، D2 ارائه شده است.

جدول (۲-۴) : استانداردهای IMO، D2 [Berntzen Magnus ;2010]

استاندارد IMO	دسته
$10 < \text{ارگانیسم زنده در m}^3$	$50 \mu\text{m} >$ (زئوپلانکتون)
$10 < \text{ارگانیسم زنده در ml}$	$10 - 50 \mu\text{m}$ (فیتوپلانکتون)
باکتری	
$< 250 \text{ cfu/100 ml}$	اشریشیاکلی
$< 100 \text{ cfu/100 ml}$	انتروکوک روده ای
$< 1 \text{ cfu/100 ml}$ $< 1 \text{ cfu/gram}$ در وزن مرطوب نمونه های زئوپلانکتون	واحدهای تشکیل دهنده کلنی زهرزا ویبریوکلا (سروتیپ O1 & O139)

در جدول (۲-۴) استانداردهای IMO، D2 در خصوص تصفیه آب توازن ارائه شده است. محدودیتی در بکارگیری روش های استاندارد IMO، D2 وجود ندارد. تنها استثنا در به کارگیری مواد فعال در هنگام تصفیه است. تعریف ماده فعال در IMO به شرح زیر است:

ماده یا موجودی از جمله ویروس یا قارچ که دارای یک خصوصیت عمومی یا خصوصی در برابر موجودات آبی مضر یا پاتوژن است.

IMO دارای زیر حوزه هایی به شرح G2، MEPC.173(58)، A.868(20)، G8 – MEPC.174(58) و G9 – MEPC.169(57) می باشد. مهمترین زیر مجموعه IMO، A.868(20) است، که دستورالعملی برای کنترل و مدیریت برای به حداقل رساندن انتقال موجودات آبی مضر، پاتوژن ها توسط آب توازن کشتی ها است. آیتم های بعدی دستورالعمل هایی

برای سیستم های تصفیه و عمدتاً در مراحل تصویب هستند. در جدول (۳-۴) برخی از این دستورالعمل ها ارائه شده است [Berntzen Magnus ;2010].

جدول (۳-۴) : مروری بر دستورالعمل های آب توازن IMO [Berntzen Magnus ;2010]

توضیحات	دستورالعمل
دستورالعمل هایی برای رسوب	G1(MEPC.152(55))
دستورالعمل هایی برای نمونه برداری از آب توازن	G2(MEPC.173(58))
دستورالعمل هایی برای تصویب سیستم مدیریت آب توازن	G8(MEPC.174(58))
دستورالعمل هایی برای تصویب سیستم مدیریت آب توازن با استفاده از مواد فعال	G9MEPC.169(57))

در جدول (۴-۴) ، استانداردهای کالیفرنیا و استانداردهای IMO با هم مقایسه شده اند. همانگونه که در جدول ملاحظه می شود استانداردهای کالیفرنیا سخت گیرانه تر از استانداردهای IMO هستند، به خصوص در مورد جانداران با اندازه کمتر از ۱۰ میکرومتر.

جدول (۴-۴) : مقایسه استاندارد کالیفرنیا با استاندارد IMO [Berntzen Magnus ;2010]

ارگانیزم (اندازه)	استاندارد کالیفرنیا	استاندارد IMO
$> 50 \mu m$	موجود زنده ای قابل تشخیص نیست	$10 < \text{ارگانیزم زنده در } m^3$
$10 - 50 \mu m$	$0.01 < \text{موجود زنده در هر ml}$	$10 < \text{ارگانیزم زنده در ml}$
$10 \mu m < \text{حداقل ابعاد (موجود زنده)}$	$10^3 < \text{باکتری در } 100 \text{ ml}$ $10^4 < \text{ویروس در } 100 \text{ ml}$	- -
اشریشیالکی	$< 126 \text{ cfu}/100 \text{ ml}$	$< 250 \text{ cfu}/100 \text{ ml}$
انتروکوک روده ای	$< 33 \text{ cfu}/100 \text{ ml}$	$< 100 \text{ cfu}/100 \text{ ml}$
واحدهای تشکیل دهنده کلنی زهرزا ویبریوکلرا (سروتیپ O1 & O139)	$< 1 \text{ cfu}/100 \text{ ml}$ $< 1 \text{ cfu}/\text{gram}$ در وزن مرطوب نمونه های جانوری	$< 1 \text{ cfu}/100 \text{ ml}$ $< 1 \text{ cfu}/\text{gram}$ در وزن مرطوب نمونه های زئوپلانکتون

استاندارد کالیفرنیا نیز همان بازه زمانی اجرای استاندارد IMO که در جدول (۴-۱) ارائه شد را اتخاذ کرده و اولویت با کشتی هایی است که ظرفیت آب توازن آنها بین $1500 m^2$ و $5000 m^3$

است. تنها تفاوت در این است که استاندارد کالیفرنیا قوانین را به تفکیک از قبل ۲۰۰۹ ارائه نکرده است. در جدول (۴-۵) این بازه زمانی ارائه شده است [Berntzen Magnus ;2010].

جدول (۴-۵) : جدول زمانی اجرای استاندارد کالیفرنیا برای کشتی ها [Berntzen Magnus ;2010]

سال ساخت	ظرفیت توازن	زمان شروع اعمال استاندارد
۲۰۱۰ و قبل از آن	همه موارد	۲۰۱۰
بعد از ۲۰۱۰	$< 1500 \text{ m}^3$	۲۰۱۶
	$1500 - 5000 \text{ m}^3$	۲۰۱۴
	$> 5000 \text{ m}^3$	۲۰۱۶

۴-۲- دلایل انتخاب استاندارد IMO برای تخلیه آب توازن در محدوده خلیج فارس

با توجه به استانداردهای متعدد که در متن گزارش به به تفصیل به بررسی آنها پرداخته شد، این مجری به دلایل زیر استفاده از استاندارد IMO را جهت تخلیه آب توازن در خلیج فارس توصیه می نماید:

۱. اختلاف کیفیت فیزیکی شیمیایی آب خلیج فارس با آب اقیانوس های اطلس و آرام

در محدوده های ساحلی ایالات متحده، جدول (۴-۶) ، نشان دهنده خوبی برای عدم

تناسب استفاده از استانداردهای آمریکا برای این منطقه می باشد.

۲. تردد کشتی ها و قایق ها در محدوده های شرقی و غربی ایالات متحده بسیار بیشتر

از محدوده خلیج فارس می باشد.

۳. کاربری سواحل در آمریکا بیشتر جنبه تفریحی داشته و همچنین اکوسیستم های

بسیار غنی در آنجا وجود دارد که استفاده از استانداردهای سختگیرانه تر را توجیه

می نماید.

جدول (۴-۶): مقایسه کیفیت آب خلیج فارس با دریاهاى دیگر جهان بر اساس فاصله اقلیدسى

[Von Damm,1990] و [سعیدی ، محسن ، ۱۳۹۰]

خلیج فارس	شرق آمریکا	غرب آمریکا	دریای مدیترانه	دریای شمال	دریای آتلانتیک	دریای بالتیک	آنیون / کاتیون
۴۵۰	۳۷۴	۳۹۹	۴۲۰	۴۰۰	۴۳۰	۱۸۰	پتاسیم (mg/l)
۴۳۰	۴۰۶	۴۱۸,۵	۴۷۰	۴۳۰	۴۱۰	۱۹۰	کلسیم (mg/l)
۱۴۶۰	۱۲۵۳	۱۲۸۴	۱۷۸۰	۱۳۳۰	۱۵۰۰	۶۰۰	منیزیم (mg/l)
۲۷۲۰	۲۶۱۸	۲۷۱۲	۳۰۶۰	۲۷۸۰	۲۵۴۰	۱۲۵۰	سولفات (mg/l)
۱۲۴۰۰	۱۴۲۱	۱۰۷۸۰	۱۱۵۶۰	۱۱۰۵۰	۹۹۵۰	۴۹۸۰	سدیم (mg/l)
۲۱۴۵۰	۱۸۷۳۰	۱۹۳۵۳	۲۱۳۸۰	۱۹۸۹۰	۱۷۸۳۰	۸۹۶۰	کلر (mg/l)
۳۸۹۰۰	۳۳۸۷۰	۳۵۰۰۰	۳۸۷۰۰	۳۵۹۰۰	۳۲۶۰۰	۱۶۲۰۰	شوری (ppm)
-	۳۳۴۲۰	۳۴۵۵۰	۹۸۵/۴	۳۶۴۴/۰۵	۷۶۷۰/۱۸	۲۷۰۰۶/۹۹	فاصله اقلیدسى

منابع انگلیسی

1. Bentley-Mowat JA.1982. Application of fluorescence microscopy to pollution studies on marine phytoplankton. Bot Mar 25: 203-204.
2. Berntzen Magnus ;2010,” GUIDELINES FOR SELECTION OF A SHIP BALLAST WATER TREATMENT SYSTEM’”; Department of Marine Technology
3. Bishop, P,L.,1983, Marine pollution and its control. McGraw Hill.
4. Blaxter, J. H. S., Hunter, J. R. 1982. The biology of the clupeoid fishes. In: Blaxter, J. H. S., Russel, F. S., Yonge, M. (eds.) Advances in marine biology, Vol. 20. Academic Press, New York, p. 1–224.
5. CWQP :California Water Quality Programs,2005, Report and recommendation of California advisory Panel on Ballast Water performance standards ; BALLAST WATER DISCHARGE STANDARDS
6. FAO 1995, The 1995 FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries; <http://www.fao.org>.
7. Froese, R. 1989. Computer-aided approaches to identification. II. Numerical taxonomy. Fishbyte 7(3):25-28.
8. Froese, R., I. Achenbach and C. Papasissi 1990. Computer-aided approaches to identification. III. (Conclusion). Modern databases. Fishbyte 8(2):25-27.
9. <http://behddasht.persianblog.ir>,2012
10. <http://scienceblogs.com/shiftingbaselines/2008/05/12/invasive-species-in-ballastwa/>
11. <http://spowpowerplant.blogfa.com/post-1385.aspx>
12. <http://www.faravari86.blogfa.com>,2012
13. http://www.amsa.gov.au/2012,Marine_Environment_Protection/Protection_of_Pollution_from_Ships/Discharge_Standards.asp
14. <http://www.hitachi-pt.com/products/es/ballast.html> ,2008
15. <http://www.pars-mco.com>,2012
16. <http://www.walleniusmarine.com/publications.jsp?2008>
17. Hunter, J. R. 1984. Synopsis of culture methods for marine fish larvae. In: Moser, H. G.; Richards, W.
18. ICS/INTERTANKO• 2000,International Cnamber of shipping & Intertanko 2000• Model Ballast Water Management Plan• 2nd ed; Londong/Norway;.
19. IMO ;1997, Guidelines for the Control and Management of Ships Ballast Water to Minimize the Transfer of Harmful Aquatic Organisms and Pathogen, 27 Nov 1997, IMO Resolution A. 868 (20).
20. IMO 1965, The Convention on the Facilitation of International Maritime Traffic 1965 (FAL), <http://www.imo.org/> .

21. IMO 1973/78, 2001, The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (Marpol 73/78)• Consolidated edition 2002 London.
22. IMO 1974, International Management Code for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention (ISM Code)• London; IMO• 2001.
23. IMO 1974, The International Convention for Safety of Life at Sea• 1974 (SOLAS); Consolidated edition 2001 London; IMO• 2001.
24. IMO 1978, The International Convention on Standards of Training• Certification and Watch keeping for seafarers• 1978 as amended in 1995 and 1997 (STCW Convention); London: IMO• 1996.
25. IMO 2001, The International Convention on the Control of Harmful Anti-Fouling Systems on Ships (N.I.F) 2001 (Anti-Fouling Convention); IMO Doc. CONF/26• 18 October 2001• Annex, <http://www.imo.org/> .
26. IMO 2004, International Convention for the Control and Management of Ships Ballast Water and Sediments, 13 Feb 2004.
27. MOOPAM: Manual of Oceanographic Observations and pollutant Analyses Methods, KUWAIT. 1999.
28. Perrings, C., K-G. Maler, C. Folke, C. Holling and B-O Jansson (eds) (1995). Biodiversity Loss: Economic and Ecological Issues, Cambridge University Press, Cambridge.
29. POTTHOFF T. 1984. Clearing and Staining Techniques. In: Moser HG, Richards WJ, Cohen DM, Fahay MP, Kendall AW Jr. and Richardson SL. (eds.) Ontogeny and Systematics of fishes. Am. Soc. Ichthyol. Herpetol., Spec. publ., No. 1 pp. 35-37.
30. REYNOLDSA, . E., G. B. MACKIERNANA, ND S. D. VAN VALKENBURG. 1978. Vital and mortal staining of algae in the presence of chlorine-produced oxidants. Estuaries 1: 192-196.
31. Tamburri, M.N. and G.M. Ruiz. 2005, Evaluations of a ballast water treatment to stop invasive species and tank corrosion. SNAME Maritime Technology Conference & Expo and Ship Production Symposium, Houston, TX.
32. UNEP ,1995, The Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land – based Activities (GPA); <http://www.gpa.unep.org>.
33. UNEP 1992, Agenda 21: Programme of Action for Sustainable Development, June 1992; <http://www.unep.org>.
34. UNEP 1992, The 1992 Convention on Biological Diversity (CBD), <http://www.biodiv.org/convention>.
35. United Nations ,1982, Convention on the Law of the sea (UNCLOS), 10 Dec 1982; <http://www.un.org/depts/los>.

36. Von Damm,1990,” Seafloor Hydrothermal Activity:Black smoker chemistry and chimney”, Annual Review of Earth and Planetary Sciences, Vol. 18: 173-204
37. WHO 1964, The International Heath Regulation, 1964;
http://www.who.int/emc/IHS/int_regs.html.
38. WTO 1994, The General Agreement on Trade and Tariffs (GATT);
<http://www.wto.org>.
39. www.azmiran.com,2012
40. www.gsi.ir,2012
41. www.ijc.org,2012
42. www.oceanexplorer.noaa.gov,2012
43. www.preytec.blogfa.com,2012
44. www.wikipedia.org,2012

منابع فارسی

۱. امانی عبدالملکی، ق.، فضلی، ح.، خوشباوررستمی، ح.، ۱۳۸۲، شانه دار *Mnemiopsis leidyi* در دریای سیاه و خزر و اثرات ناشی از ورود آن، انتشارات موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران.
۲. پورنوری، م. و حبیبی، م.، ۱۳۸۳، حقوق بین‌الملل دریاها، تهران، مرکز ملی اقیانوس‌شناسی، صفحه ۱۵.
۳. چرچیل، رابین و لو، آلن، ۱۳۸۴، حقوق بین‌الملل دریاها، مترجم بهمن آقایی، تهران، گنج دانش چاپ سوم، صفحه ۵۸۱.
۴. سالنامه آماری شیلات ایران (۱۳۸۴-۱۳۷۵)، ۱۳۸۵، دفتر طرح و توسعه
۵. سعیدی، محسن؛ ۱۳۹۱، "اصلاح مقررات و تدوین استانداردهای ملی برنامه جامع پیشگیری و مقابله با آلودگی های زیست محیطی آب های دریای عمان و خلیج فارس، خروجی فاضلاب و پساب به آب های ساحلی و دریایی" ؛ معاونت محیط زیست دریایی سازمان حفاظت از محیط زیست
۶. قربانی نژادبالاگفشه، ا.، ۱۳۸۲، بررسی آلودگی میکروبی حاصل از انتقال آب توازن کشتی ها در منطقه بندرانزلی. ۱۳۸۲. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
۷. مرکز ملی اقیانوس شناسی، ۱۳۸۷، گزارش بررسی اثرات زیست محیطی تخلیه آب توازن کشتی‌ها در آب های داخلی

علائم اختصاری

ABS : Arotating Biological Contactor
BOD: Biochemical oxygen demand
BWMP : Ballast Water Management Plan
BWRf : BALLAST WATER REPORTING FORM
CBD: Convention on Biological Diversity
COD: chemical oxygen demand
EEZ : Exclusive Economic Zone
FAL : Facilitation of International Maritime Traffic
GEF : Global Environment Facility
GESAMEP :Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection
GPA: Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment
HNS: Hazardous and Noxious Substances
ICES : International Council for the Exploration of the Sea
IHR: International Health Regulations
IMCO :International Maritime Consultative Organization
IMO : International Maritime Organization
IPPC : International Plant Protection Convention
ISM Code :International Safety Management Code
MBR: Membrane Biological Reactors
MEPC : Marine Environment Protection Committee
MTBE :Methyl tert-butyl ether
OPRC: The Protocol on Preparedness, Response and Co-operation
SBR : Sequencing Batch Reactor
STCW : Standards of Training, Certification and Watchkeeping
TDS : Total Dissolved Solids
TOC: Total organic carbon
TSS : Total Suspended Solids
UNCED : United Nations Conference on Environment and Development
UNCLOS:United Nations Convention on the Law of the Sea
UNDP : United Nations Development Programme
UNEP :United Nations Environment Programme
VOC: Volatile organic compounds
WSSD : World Summit on Sustainable Development
WTO : World Trade Organization

پیوست ۱
مراحل اجرایی پروژه

۱-پ- مراحل و فصل های انجام کار

پروژه "استاندارد تخلیه فاضلاب کشتی ها و آب توازن به دریا" توسط "واحد علوم و تحقیقات تهران دانشگاه آزاد اسلامی" به کارفرمایی "سازمان حفاظت محیط زیست" در نه فصل به ترتیب زیر ارائه شده و در پایان بر اساس فرمت گزارش نویسی سازمان حفاظت محیط زیست به چهار بخش اصلی تبدیل گردید:

فصل اول: مطالعه تطبیقی استانداردهای تخلیه در آب دریا در اعماق مختلف دریا

فصل دوم: تقسیم انواع فاضلاب های تولید شده در کشتی بر اساس نوع فعالیت کشتی

فصل سوم: تعیین کمیت و کیفیت فاضلاب های تولید شده در هر مرحله

فصل چهارم: ارائه استانداردهای زیست محیطی تخلیه فاضلاب به دریا

فصل پنجم: شناسایی گونه های مهاجم

فصل ششم: نحوه نمونه برداری و آزمایشگاهی

فصل هفتم: نحوه از بین بردن یا خنثی نمودن آنها

فصل هشتم: شناسایی خطر

فصل نهم: بهره گیری از مفاد و محتوای کتاب های No.8 , No.9 Globaallast Monograph Series

در تدوین دستورالعمل

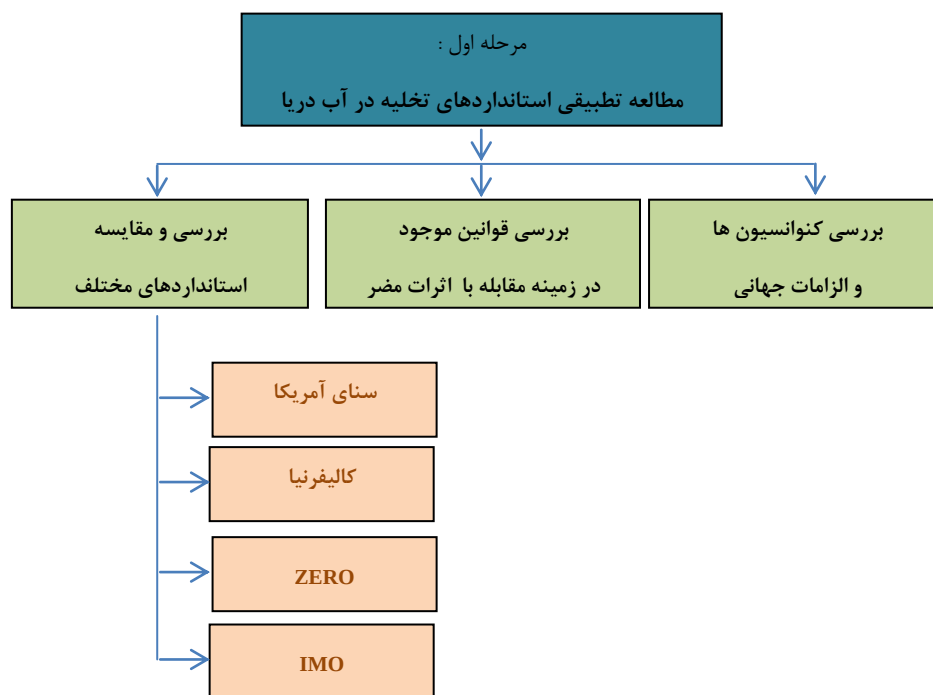
فصل های فوق الذکر در هشت مرحله کاری، بر اساس جدول (۱) انجام شده اند.

جدول (۱) : فصول انجام گزارش

شماره فصل	عنوان فصل	زیر فصل ها	توضیحات
اول	مطالعه تطبیقی استانداردهای تخلیه در آب دریا در اعماق مختلف دریا	• کنوانسیون ها و الزامات جهانی در زمینه آب توازن • سایر قوانین و الزامات موجود در زمینه مقابله اثرات مضر آب توازن • قوانین حاکم بر مدیریت آب توازن در منطقه خلیج فارس و دریای عمان • دستورالعمل های سازمان دریانوردی جهانی (IMO) در کنترل و مدیریت آب توازن • اجلاس IMO در سال ۲۰۰۸ میلادی • مقایسه استانداردها	مقایسه استانداردهای موجود
دوم	تقسیم انواع فاضلاب های تولید شده در کشتی بر اساس نوع فعالیت کشتی	• مشخصات فاضلاب	بررسی مشخصه های فیزیکی /شیمیایی
سوم	تعیین کمیت و کیفیت فاضلاب های تولید شده در هر مرحله	• معرفی سیستم های تصفیه فاضلاب کشتی و کیفیت فاضلاب های تولید شده • اهداف تصفیه فاضلاب • اثرات زیست محیطی فاضلاب های کشتی ها و لزوم تصفیه آن ها	معرفی انواع سیستم های تصفیه فاضلاب
چهارم	ارائه استانداردهای زیست محیطی تخلیه فاضلاب به دریا	• کنوانسیون بین المللی کنترل سامانه های مضر گندزدایی در کشتی ها مصوب ۲۰۰۱ • کنوانسیون بین المللی ممانعت از آلودگی ناشی از کشتی ها، مصوب ۱۹۷۳ • ارائه ضوابط مارپل	ارائه ضوابط ششگانه مارپل در انتهای فصل
پنجم	شناسایی گونه های مهاجم	• امکانات لازم جهت مدیریت آب توازن و روش های تیمار موجود • بررسی گزینه مدیریت آب توازن و رسوبات آن برای فرماندهان کشتی	
ششم	نحوه نمونه برداری و آزمایشگاهی	• استانداردسازی روش نمونه برداری • نقاط نمونه برداری از آب توازن و رسوبات آن در کشتی • روش های نمونه برداری • معرفی تجهیزات، آموزش ها و مهارت های لازم • عملیات نمونه برداری • عملیات آزمایشگاهی • محاسبه شاخص های اکولوژیک	ارائه و معرفی تجهیزات مورد نیاز در عملیات نمونه برداری و روش های مختلف آزمایشگاهی
هفتم	نحوه از بین بردن یا خنثی نمودن گونه های مهاجم	• راه های کاهش اثرات نامطلوب ایجاد شده و نحوه انجام آن ها • مدیریت گونه های مهاجم و نحوه از بین بردن یا خنثی نمودن آن ها • بررسی زمان و هزینه مورد نیاز جهت اجرای طرح • روش های تصفیه رسوبات موجود در آب توازن	ارائه روش های نابودسازی/کنترل و پایش
هشتم	شناسایی خطر	• بررسی الزامات اجرایی IMO • الزامات مدیریت آب توازن برای کشتی • ملاحظات مربوط به ایمنی کشتی	ملاحظات ایمنی/آموزش پرسنل / نظارت بر حسن اجرای قوانین - سیستم CME/ارائه الزامات مدیریتی
نهم	بهره گیری از مفاد و محتوای کتاب های Globaallast Monograph Series No.8 , No.9 در تدوین دستورالعمل	• دستورالعمل های کنترل • دستورالعمل های ثبت و گزارش دهی • دستورالعمل های عملیاتی	ارائه دستورالعمل های مربوط به کشتی و مقامات بندری

۱-۱- پ - مرحله اول

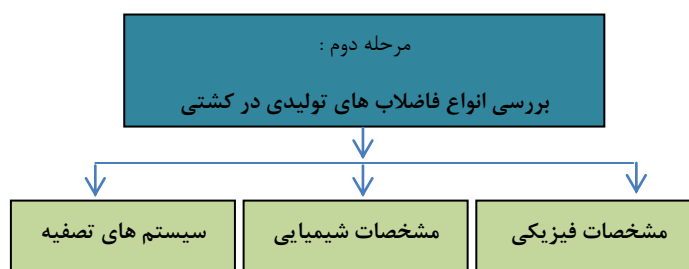
در مرحله اول به بررسی کنوانسیون ها و قوانین موجود جهانی، در زمینه پروژه پرداخته و در نهایت استانداردهای مختلف با هم مقایسه شدند. خلاصه ای از مرحله اول در شکل (۱) ارائه شده است.



شکل (۱) : خلاصه مرحله اول انجام کار

۱-۲- پ - مرحله دوم

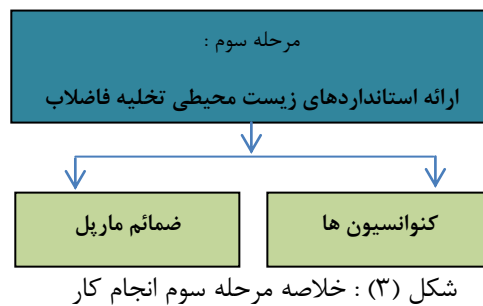
مرحله دوم به بررسی انواع فاضلاب های تولیدی در کشتی ها ، مشخصات فیزیکی ، شیمیایی و انواع روش ها و سیستم های تصفیه اختصاص دارد . خلاصه ای از مرحله دوم در شکل (۲) ارائه شده است.



شکل (۲) : خلاصه مرحله دوم انجام کار

۱-۳-پ - مرحله سوم

مرحله سوم در خصوص استانداردهای زیست محیطی تخلیه فاضلاب می باشد و در آن توضیحاتی در مورد کنوانسیون ها و ضوابط مارپل ارائه شده است . خلاصه ای از مرحله سوم در شکل (۳) ارائه شده است.

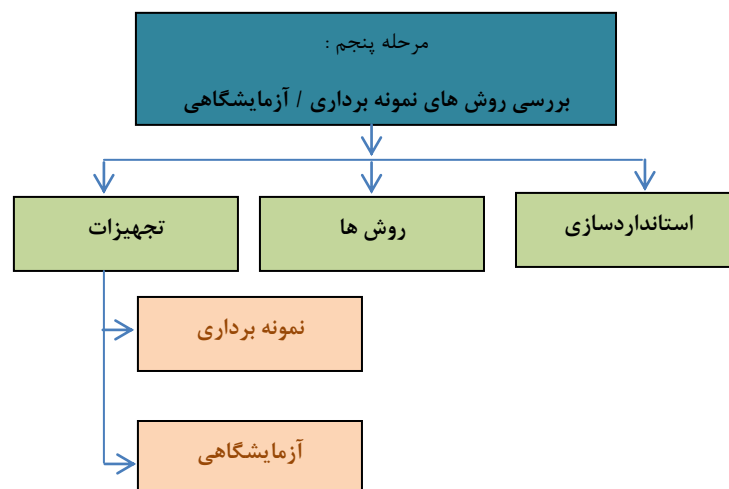


۱-۴-پ - مرحله چهارم

مرحله چهارم به شناسایی گونه های مهاجم و اقدامات مدیریتی و احتیاطی در خصوص آنها اختصاص دارد.

۱-۵-پ - مرحله پنجم

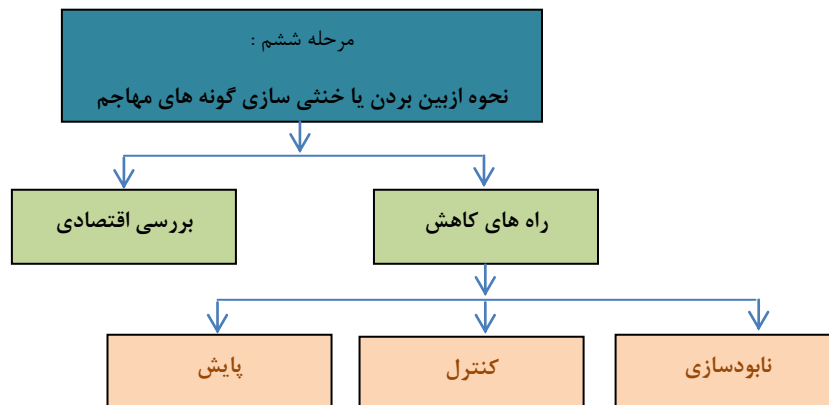
مرحله پنجم به بررسی و معرفی روش ها نمونه برداری و آزمایشگاهی، استانداردسازی و تجهیزات نمونه برداری و آزمایشگاهی می پردازد. خلاصه ای از مرحله پنجم در شکل (۴) ارائه شده است.



شکل (۴) : خلاصه مرحله پنجم انجام کار

۱-۶-پ - مرحله ششم

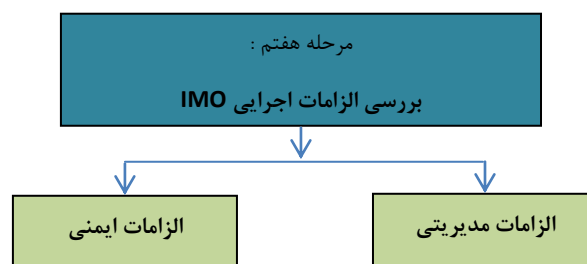
در مرحله ششم نحوه از بین بردن و خنثی سازی گونه های مهاجم مورد توجه قرار گرفته و در نهایت بررسی های اقتصادی نیز در این خصوص ارائه شده است. خلاصه ای از مرحله ششم در شکل (۵) ارائه شده است.



شکل (۵): خلاصه مرحله ششم انجام کار

۱-۷-پ - مرحله هفتم

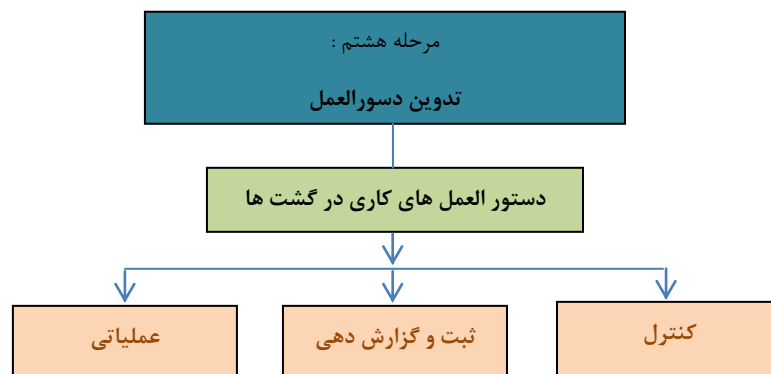
مرحله هفتم در خصوص الزامات اجرایی IMO از جنبه های مدیریتی و ایمنی می باشد. خلاصه ای از مرحله هفتم در شکل (۶) ارائه شده است.



شکل (۶): خلاصه مرحله هفتم انجام کار

۸-۱-پ- مرحله هشتم

مرحله هشتم در خصوص تدوین دستورالعمل های کاری در سه بخش کنترل، ثبت و گزارش دهی و عملیاتی می باشد. خلاصه ای از مرحله هشتم در شکل (۷) ارائه شده است.



شکل (۷) : خلاصه مرحله هشتم انجام کار

۲-پ- مراحل زمانبندی انجام پروژه

همچنین پروژه مذکور طی مدت ۵ ماه انجام و گزارش نهایی تهیه شده است، در جدول (۲) مدت زمان انجام هریک از مراحل بر اساس شرح خدمات پروژه و به تفکیک مشاهده می گردد.

جدول (۲) : جدول زمان بندی انجام پروژه بر اساس شرح خدمات

ردیف	شرح فعالیت	زمان کل (هفته)	زمان اجرا به هفته											
			۲۴	۲۲	۲۰	۱۸	۱۶	۱۴	۱۲	۱۰	۸	۶	۴	۲
۱	مطالعه تطبیقی استانداردهای تخلیه در آب دریا در اعماق مختلف دریا	۴												
۲	تقسیم انواع فاضلاب های تولید شده در کشتی بر اساس نوع فعالیت کشتی	۲												
۳	تعیین کمیت و کیفیت فاضلاب های تولید شده در هر مرحله	۲												
۴	ارائه استانداردهای زیست محیطی تخلیه فاضلاب به دریا	۴												
۵	شناسایی گونه های مهاجم	۴												
۶	نحوه نمونه برداری و آزمایش	۲												
۷	نحوه از بین بردن یا خنثی نمودن آنها	۴												
۸	شناسایی خطر	۴												
۹	بهره گیری از مفاد و محتوای کتاب های Globaallast Monograph Series No.8 and No.9 در تدوین دستورالعمل	۴												
۱۰	تدوین و ارائه گزارش نهایی	۶												

در نهایت نتایج حاصل از انجام پروژه به صورت یک دستورالعمل کاربردی خلاصه شده و در اختیار سازمان حفاظت از محیط زیست قرار گرفت.

Standards for discharging the wastewater and ballast water of ships to sea

Abstract

Ballast water is the water which contains suspended solids and is being displaced in order to control the draft difference of a ship's bow, aft and side and the incoming pressures. This water is displaced using an intake duct that is located at the end side of the ship with the help of ballast pumps. Ships are being designed to transport commodities like oil, minerals, containers, etc. on the water ways. Whether the ship has no cargo or unloaded part of its cargo in a port and is heading towards another port, the ballast water must be displaced in order to keep the ship's balance and its efficient and safe operation. Displacement of animal species and pathogens together with discharging oil material and heavy metals are considered to be the most important environmental impacts of ballast water. This particularly have had a large impact on Persian Gulf. Ships (especially tankers) discharge the ballast water upon entering the Persian Gulf because of maritime safety conditions and this is often takes place around the Strait of Hormuz region. Hundreds of thousands tons of ballast water is discharged daily into the Persian Gulf in this way. Discharging and distributing of these wastes causes problems such as oil pollution, floating debris, unhealthy conditions while producing odor and other water quality deterioration factors. Entrance of invasive species in this way has also caused dramatic and heavy damages to susceptible coastal and marine ecosystems in many countries. Ballast water discharge takes place in marine environments due to laws and regulations. Its discharge is prohibited in coastal regions while in 12 miles distance from the shore; it must be discharged with 15 ppm oil concentration and in distances longer than that, the oil concentration must be 100 ppm for ballast water discharge. So preparing and compiling appropriate legislation for discharges from the ships and providing facilities for proper control of ships' discharged materials are essential.

Key words:

Ballastwater, Marine pollution, Ballastwater Standards,IMO



Department of the Environment

Division of the Marine Environment

**Standards for discharging the wastewater and
ballast water of ships to sea**

**This Research Project Has Been Financially Supported by the Office of
The Marine Environment**

2012

