13 (1) 465-476, Spring 2021

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Investigation of Structure and abundance of zooplankton by ballast water of ships entering the Bushehr port

Reza Tolian [1], Narges Javadzadeh Poorshalkohi [*2], Ali Mohammad Sanati [3], Maryam Mohammadi Roozbahani [1], Mohsen Noorinejad [4]

[1] *Department of Environmental Sciences, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran*
[2] *Department of Fisheries, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran*
[3] *Department of Environment, Persian Gulf Research Institute, Persian Gulf University, Bushehr, Iran*
4 *Shrimp Research Center, Iranian fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extention Organization, Bushehr, Iran*

Key Words

Persian Gulf
Bushehr port
Zooplankton
Ballast water
Invasive species

Abstract

Introduction: Non-native species could threaten biodiversity, marine industries, and human health.

Materials & Methods: In this research, ballast water sampling of 10 ships berthing at the port of Bushehr was carried out according to resolution MEPC 173 (58) in hot and cool season. Zooplankton samples were collected from ballast tanks using a pump.

Result: Zooplankton species were from 7 phylum, 11 classes, 15 orders, 33 families, 38 genera and 48 species. Arthropoda comprises 57.25% of the species (the highest density) with 23 families and 38 species and Chordata with two families and two species, 1.52% of species (the lowest density). The highest and lowest densities of the species were observed among *leprotintinnus bubiyanicus* of the Tintinnidae (12.98%) and the *Oikopleura dioica* of the Oikopleuridae (0.25%), respectively.

Conclusion: According to the species identified in this study, no species was identified as invasive. Therefore, it can be said that changing ships' ballast water in the oceans can be an appropriate strategy to alleviate the risk of transferring the non-native species to the Bushehr Port.

* Corresponding Author's email: nargesjavadzadeh@yahoo.com
Received: 7 January 2020; Reviewed: 24 march 2020; Revised: 14 May 2020; Accepted: 7 June 2020
(DOI): 10.22034/aej.2020.134739

مقاله پژوهشی

بررسی ساختار و فراوانی زئوپلانکتون‌های انتقال یافته توسط آب توازن کشتی‌های ورودی به بندر بوشهر

رضا تلیان[1]، نرگس جوادزاده‌پورشالکوهی[2*]، علی‌محمد صنعتی[3]، مریم محمدی‌روزبهانی[1]، محسن نوری‌نژاد[4]

[1] گروه علوم محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

[2] گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

[3] گروه محیط زیست، پژوهشکده خلیج فارس، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

[4] پژوهشکده میگوی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران

کلمات کلیدی

خلیج فارس
بندر بوشهر
زئوپلانکتون
آب توازن
گونه مهاجم

چکیده

مقدمه: گونه‌های مهاجم آبزی می‌توانند تهدیدی برای تنوع زیستی، صنایع دریایی و سلامت انسان باشند.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق، نمونه‌برداری از ۱۰ کشتی ورودی به بندربوشهر از زمستان ۱۳۹۶ تا تابستان ۱۳۹۷ براساس روش استاندارد MEPC 173(58) در دو فصل سرد و گرم صورت گرفت. در این تحقیق، نمونه‌برداری از ۱۰ کشتی ورودی به بندر بوشهر از زمستان ۱۳۹۶ تا تابستان ۱۳۹۷ براساس روش استاندارد MEPC 173(58) در دو فصل سرد و گرم صورت گرفت. نمونه‌برداری زئوپلانکتون‌ها توسط پمپ کف‌کش از مخازن کشتی‌ها انجام شد.

نتایج: گونه‌های زئوپلانکتونی شناسایی شده در این تحقیق، متعلق به ۷ شاخه، ۱۱رده، ۱۵ راسته، ۳۳ خانواده و ۳۸ جنس و ۴۸ گونه بودند. Arthropoda با ۲۳ خانواده و ۳۸ گونه، ۵۷/۲۵ درصد از گونه‌ها (بیش‌ترین تراکم)، Cliophora با دو خانواده و دو گونه ۱۹/۵۸ درصد، Ctenophora با دو خانواده و دو گونه، ۱۲/۲۲ درصد، Annelida با دو خانواده و دو گونه، ۳/۳۱ درصد، Cnidaria با یک خانواده و یک گونه ۲/۲۹ درصد، شاخه Chaetognata با یک خانواده و یک گونه ۱/۷۸ درصد و Chordata با دو خانواده و دو گونه ۱/۵۲ درصد از گونه‌ها (کم‌ترین تراکم) را به خود اختصاص دادند. بیش‌ترین و کم‌ترین درصد فراوانی نمونه‌های مورد مطالعه به‌ترتیب متعلق به گونه *Leprotintinnus bubiyanicus* از خانواده Tintinnidae (۱۲/۹۸ درصد) و گونه *Oikopleura dioica* از خانواده Oikopleuridae (۰/۲۵ درصد) بود.

نتیجه‌گیری و بحث: در بین گونه‌های شناسایی شده گونه مهاجمی شناسایی نشد که خود بیانگر آن است که خطری اکوسیستم ساحلی بندر بوشهر را به جهت انتقال گونه‌های مهاجم از طریق آب‌های منطقه شمالی اقیانوس هند تهدید نمی‌کند و روش تعویض آب توازن می‌تواند به عنوان یک روش مدیریتی مناسب در تعدیل خطر انتقال گونه‌های مهاجم به بندر بوشهر به‌کار گرفته شود.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: nargesjavadzadeh@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۷ دی ۱۳۹۸؛ تاریخ داوری: ۵ فروردین ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۲۵ اردیبهشت ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۸ خرداد ۱۳۹۹
(DOI): 10.22034/aej.2021.134739

مقدمه

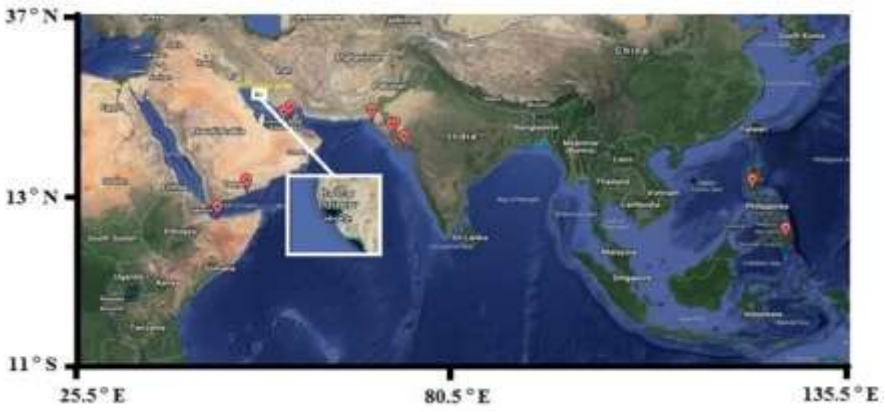
امروزه حمل و نقل بیش از ۸۰ درصد کالاهای دنیا به‌لحاظ حجم و حدود ۷۰ درصد به لحاظ ارزش، از طریق دریاها صورت می‌گیرد (Shi، ۲۰۱۶). کشتی‌ها مسئولیت حمل و جابجایی بیش از ۴۰ درصد گونه‌های آبزی غیربومی در جهان را برعهده دارند (Quigg و Steichen، ۲۰۱۵). از ۹۰ سال پیش تاکنون به‌عنوان یکی از بخش‌های مهم انتقال موجودات زنده دریایی محسوب می‌گردند (Hallegraeff و Bolch (1992)). در کشتیرانی، موجودات زنده از طریق آب توازن یا در رسوبات تانک‌ها و یا با چسبیدن به بدنه کشتی‌ها یا مجرای آبگیری آن‌ها منتقل می‌شوند. مطالعات آب توازن در بخش‌های مختلف جهان نشان داد که کشتی‌ها انتقال موجودات آبزی را در طول مرزهای آبی تسهیل بخشیده‌است(Gollasch و همکاران، ۲۰۰۰، Carlton، ۱۹۸۵). امروزه مساله انتقال گونه‌های مضر آبزی غیر بومی ناشی از تخلیه آب توازن کشتی‌ها به دریا به شکل یک معضل جهانی نمود یافته است، به نحوی که حل این مشکل از برنامه‌های ملی فراتر رفته و نیازمند همکاری‌ها و عملکرد یکنواخت منطقه‌ای و جهانی است (Raaymakers، ۲۰۰۲). مهره‌داران، بی‌مهرگان، گیاهان، جلبک‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌های غیربومی می‌توانند همگی از آب توازن کشتی‌ها منتقل شوند (Carlton و Geller، ۱۹۹۳؛ Drake و همکاران، ۲۰۰۲). در حال حاضر مسئله گونه‌های مهاجم به‌عنوان عامل مهم در انقراض برخی گونه‌ها و یکسان‌سازی اکوسیستم و یکنواختی محیط زنده دنیا قلمداد می‌گردد (Bailey و همکاران، ۲۰۱۱). تانک‌های آب توازن یک کشتی می‌توانند بین ۳۰۰۰ تا ۴۰۰۰ گونه مهاجم و غیربومی را جابجا کند که خود تهدیدی برای اقتصاد مناطق ساحلی و سلامت عمومی مردم و تنوع زیستی طبیعت منطقه می‌باشد (Castro و همکاران، ۲۰۱۷؛ Zhang و همکاران، ۲۰۱۳).گونه‌های غیربومی قادرند شرایط نامطلوب و نامساعد محیطی درون مخازن آب توازن را تحمل کرده و در زمان ورود به اکوسیستم پذیرنده می‌توانند جایگزین موجودات اندمیک و بومی آن منطقه شده و باعث کاهش تنوع زیستی و ژنتیکی منطقه گردند (Steichen و Quigg، ۲۰۱۵). افزایش ظرفیت، تعداد و سرعت کشتی‌های اقیانوس پیما باعث گردیده است تا مقدار آب توازن جابجا شده‌در مخازن کشتی و متعاقباً تعداد وتنوع گونه‌های دریایی، پاتوژن‌ها و انواع مختلف آلودگی‌های 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 گونه‌های آبزی در هنگام سفر در مخازن توازن کشتی از نقطه‌ای به نقطه دیگر گردیده است (McCollin و همکاران، ۲۰۰۸). خلیج فارس منطقه‌ای با عمق کم، شوری و دمای بالا بوده که مساحتی برابر با ۲۴۱۰۰۰ کیلومترمربع را به‌خود اختصاص‌داده است.زندگی دریایی در این خلیج شامل انواع مختلفی از دلفین‌ها، وال‌ها و بیش از ۵۰۰ گونه ماهی بوده که بسیاری از این جنس‌ها بومی منطقه بوده و حیات آن‌ها وابستگی بالایی به این اکوسیستم دارد (Nosrati-Ghods و همکاران ۲۰۱۷). این منطقه اهمیت بسیار زیادی از لحاظ اکولوژیکی، سیاسی، منابع طبیعی و اقتصادی داشته و شاهد تردد بیش از ۶۰ درصد از تانکرهای غول پیکر نفتی و ۱۰ درصد از کل جابجایی‌های حمل و نقل دریایی در دنیا می‌باشد. این میزان تردد موجب شده که آبزیان موجود در این پیکره آبی به خاطر فشارهای زیاد، دامنه تحمل‌شان نسبت به تغییرات محیطی کم بوده و با ورود آلاینده‌ها و گونه‌های غیربومی به این پهنه آبی به شدت آسیب‌پذیر باشند (Mirza و همکاران، ۲۰۱۴). بندر بوشهر در ایران یکی از بنادر مهم در حاشیه خلیج فارس بوده که دارای پتانسیل و ظرفیت‌های بالایی در زیرساخت‌های مورد نیاز جهت گسترش و توسعه صنعت حمل و نقل دریایی می‌باشد. این بندر توانایی پهلوگیری انواع مختلفی از کشتی‌های یخچالی، نفتی، رورو، مسافربری، کالابر عمومی، کانتینری و فله بر را دارا می‌باشد. این پتانسیل باعث تردد بالای شناورها به بندر بوشهر شده که بالطبع زمینه ورود انواع مختلفی از گونه‌های غیربومی و مهاجم را از طریق آب توازن کشتی‌ها فراهم می‌سازد. لذا موضوع شناسایی عوامل تهدید کننده که از این طریق به اکوسیستم‌های دریایی وارد و باعث کاهش یا از بین‌رفتن کارایی و سلامت این اکوسیستم می‌گردد، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر می باشد.قوانین مدیریت آب توازن کشتی‌ها که توسط سازمان جهانی دریانوردی (International Maritime Organization =IMO) تصویب گردیده، همگی جهت کاهش معرفی گونه‌های غیربومی و آلودگی‌ها در آب و رسوب مخازن به آب‌های مناطق دیگر می‌باشد (Tjahjono و همکاران، ۲۰۱۷). کنوانسیون مدیریت آب توازن (BWM= Ballast Water Management) دو اصل اساسی را معرفی کرده که یکی تعویض آب توازن (Ballast Water Exchange =BWE) بوده و استاندارد D-1 نامیده می‌شود و دیگری مربوط به ارگانیسم‌های‌موجود در آب توازن تخلیه شده می‌باشد که به استاندارد D-2 معروف می‌باشد (David و همکاران، ۲۰۱۸). امروزه تعویض آب توازن، یکی از پرکاربردترین و گسترده‌ترین روشی می‌باشد که مورد استفاده قرار می‌گیرد (Kozai و همکاران، ۲۰۰۶). بنا به قوانین IMO تمامی کشتی‌ها از ۸ سپتامبر ۲۰۱۷ (۱۸ شهریور ۱۳۹۶) باید آبی را که جهت توازن خود از بنادر یا زیستگاه‌های ساحلی دریافت کرده در ۲۰۰ مایلی بندر مقصد یا در اقیانوس‌ها تعویض کنند، که این به‌دلیل شرایط متفاوت‌محیطی بین‌مناطق‌ساحلی با وسط اقیانوس‌ها می‌باشد (Cordell و همکاران، ۲۰۱۵). درخصوص بررسی تغییرات تنوع و فراوانی پلانکتون‌های مناطق مختلف دریایی تحقیقات بسیاری انجام

شده است، که‌ازجمله‌آن‌ها می‌توان به بررسی پلانکتونی آب‌های منطقه بوشهر و کنگان (سواری، ۱۳۶۱)، بررسی پلانکتونی آب‌های ساحلی بندرعباس (سراجی و نادری،۱۳۷۰)، بررسی تنوع و تراکم جمعیت پلانکتونی در مناطق شرق مرکزی و غرب بندرعباس (سراجی،۱۳۷۹)، بررسی زیست‌مندان و تنوع زیستی بوم‌سازگان کشند سرخ در سواحل استان هرمزگان (حیدری،۱۳۸۱) و بررسی فیتوپلانکتون‌های موجود در مخزن دو نفتکش در اسکله نفتی بندر خارک ایران (سنگ‌پور و همکاران، ۱۳۸۸)اشاره کرد، هم‌چنین محققین دیگری ازجمله Kydd و همکاران (۲۰۱۸) و McCollin و همکاران (۲۰۰۸) نیز به بررسی کارایی تعویض آب توازن کشتی‌ها در تغییرات جمعیت پلانکتونی پرداختند. در منطقه خلیج فارس به‌دلیل شرایط خاص و حساس منطقه کشتی‌هایی که بین بنادر کشورهای حاشیه این خلیج تردد می‌کنند باید آب توازن خود را در فاصله ۵۰ مایلی بندر مقصد تعویض نمایند. با توجه به گزارش ارائه شده توسط برخی محققین مبنی بر عدم کارایی تعویض آب توازن کشتی‌ها در اقیانوس، در جلوگیری از ورود گونه‌های مهاجم و غیربومی به آب‌های پذیرنده و بنادر مقصد و هم‌چنین به‌دلیل این‌که برخی گونه‌ها ممکن است در رسوبات زندگی کرده و در زمان تعویض آب توازن کشتی‌ها جابجا نگردند (Garret و همکاران، ۲۰۱۴؛ Molina و Drake، ۲۰۱۶؛ Beak و همکاران، ۲۰۱۲)، و با توجه به گزارشات برخی محققین مبنی برمعرفی برخی گونه‌ها از طریق آب توازن کشتی‌ها به خلیج فارس (سنگپور و همکاران، ۱۳۸۸؛ رضایی و همکاران، ۱۳۸۹؛ سلامی‌اصل و سواری، ۱۳۹۴) لذا این مطالعه با هدف بررسی کارایی این شیوه مدیریت در حذف گونه‌های مهاجم آبزی در تانک‌های آب توازن کشتی‌های ورودی به بندر بوشهر انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر، نمونه‌برداری از ۱۰ عدد کشتی ورودی به اسکله‌های منطقه ویژه اقتصادی بندر بوشهر واقع در مرکز استان بوشهر صورت گرفت. نمونه‌برداری در دو فصل سرد (زمستان ۱۳۹۶) و گرم (تابستان ۱۳۹۷) بر اساس روش استاندارد MEPC 173(58) و در زمان پهلوگیری کشتی‌ها به اسکله انجام شد (Nosrati-Ghods و همکاران، ۲۰۱۷). موقعیت جغرافیایی منطقه پهلوگیری کشتی‌ها در بندربوشهر در شکل ۱، محل‌بارگیری‌آب‌توازن کشتی‌های مورد مطالعه در شکل ۲ و مشخصات کشتی‌های مورد مطالعه، بنادر مبدا و مقصد هر کدام در جدول ۱ نشان داده شده است.

شکل ۱: موقعیت جغرافیایی بندر بوشهر و منطقه پهلوگیری کشتی‌های مورد مطالعه (منبع تصویر: Google Earth)



شکل ۲: بنادر مبدا کشتی‌های ورودی به بندر بوشهر (برگرفته از maps.google.com)

جدول ۱: مشخصات کشتی‌های مورد مطالعه

ردیف	بندر مبدا	نوع کشتی	میزان کل آب توازن (مترمکعب)	فصل نمونه‌برداری
۱	Kandla, India	تانکر	۱۰۵۰	زمستان
۲	Mina Zayed, Emirate	فله بر	۱۲۰۰۰	زمستان
۳	Hamriya, Emirate	تانکر	۲۷۵۰	زمستان
۴	Berbera,Somaliai	جنرال کارگو	۴۱۳۵	زمستان
۵	Davao, Philippines	یخچالی	۳۵۳۰	زمستان
۶	Manila, Philippines	یخچالی	۱۶۹۰	تابستان
۷	Karachi, Pakistan	تانکر	۹۲۰	تابستان
۸	Mukalla,Yemen	تانکر	۶۰۱۰	تابستان
۹	Mondra, India	جنرال کارگو	۳۹۸۰	تابستان
۱۰	Pipavav, India	کاتینری	۲۰۵۰۰	تابستان

نمونه‌برداری از تانک جلویی کشتی یا FPT (Forward Peak Tank) صورت گرفت (Gollasch و همکاران، ۲۰۰۰). تمامی کشتی‌ها از روش تخلیه و پرکردن مجدد (Empty Refill) برای تعویض آب توازن خود استفاده کرده بودند. با توجه به این‌که عوامل فیزیکی درون تانک‌ها می‌تواند بر روی جمعیت گونه‌های منتقل شده تاثیرگذار باشد لذا برخی از این عوامل اندازه‌گیری گردید. دمای آب درون تانک‌ها به‌کمک دماسنج، شوری توسط شوری‌سنج چشمی مدل ATAGOS/Mill و میزان کربن آلی کل (TOC) به‌وسیله دستگاه TOCN- SHIMADZU 4100 اندازه‌گیری گردید. نمونه‌برداری زئوپلانکتون‌ها به‌کمک پمپ کف‌کش از مخازن کشتی‌ها و با کمک توری ۱۰۰ میکرونی از سه لایه سطحی، میانی و عمقی به‌مقدار هر لایه ۱۰۰ لیتر انجام گرفت (McCollin و همکاران، ۲۰۰۸). پس از انتقال به ظرف مناسب با کمک فرمالین ۵ درصد تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شدند. در انتها، داده‌های به‌دست آمده با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت و پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، اختلاف معنی‌دار بین پارامترها با استفاده از تجزیه واریانس یک‌طرفه (One–way ANOVA) بررسی شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه دانکن استفاده شد. ضریب هبستگی بین تعداد نمونه‌ها و فاکتورهای محیطی مورد محاسبه و بررسی قرار گرفت. کلیه محاسبات آماری در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام گردید.

نتایج

مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده که شامل دما، pH، شوری و میزان کربن آلی کل بود، در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود میزان دما در آب توازن کشتی‌های مورد مطالعه در محدوده ۳۱-۲۲ °c با میانگین ۲۶/۲ °c به‌دست آمد. میزان pH نیز در محدوده بین ۸/۶-۷/۹ با میانگین ۸/۱۷ بود. بیش‌ترین pH متعلق به کشتی شماره ۳ از بندر جبل علی امارات و کم‌ترین pH متعلق به کشتی شماره ۸ از بندر مکلا یمن بود. میزان شوری در آب توازن کشتی‌های مورد مطالعه نیز در محدوده ۴۲-۳۵ ppt به‌دست آمد که بیش‌ترین میزان متعلق به کشتی شماره ۱۰ از بندر پی پاواو هندوستان و کم‌ترین میزان متعلق به کشتی شماره ۵ از بندر داوائو فیلیپین بود. باتوجه به جدول ۶، مشاهده گردید که ارتباط معنی‌داری بین دما و شوری وجود داشته به‌طوری‌که با افزایش دما میزان شوری نیز افزایش پیدا کرد ($P<0/01$). میزان کربن آلی کل بین ۵۸/۱۲-۲۱/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر متغیر بود (با میانگین ۳۴/۷۳میلی‌گرم بر لیتر)، بیش‌ترین میزان متعلق به کشتی ۷ از بندرکراچی پاکستان و کم‌ترین میزان متعلق به کشتی ۵ از بندر داوائو فیلیپین بود.

جدول ۲: پارامترهای فیزیکو شیمیایی مورد مطالعه در آب توازن کشتی‌ها در بندر بوشهر سال ۹۷-۹۶

شماره کشتی	دما (°c)	کربن آلی کل (میلی‌گرم بر لیتر)	شوری	pH
۱	۲۳	۳۲/۸۰	۳۶	۸/۱
۲	۲۴	۲۵/۱۵	۳۷	۸/۳
۳	۲۲	۲۸/۱۰	۳۶	۸/۶
۴	۲۳	۲۷/۸۰	۳۷	۸
۵	۲۴	۲۱/۰۱	۳۵	۸/۵
۶	۲۸	۲۶/۷۳	۳۸	۸
۷	۲۸	۵۸/۱۲	۴۰	۸/۱
۸	۲۹	۲۸/۸۴	۳۸	۷/۹
۹	۳۰	۵۲/۶۸	۴۰	۸
۱۰	۳۱	۴۶/۱۱	۴۲	۸/۲
میانگین	۲۶/۲	۳۴/۷۳	۳۷/۹۰	۸/۱۷

نتایج حاصل از نمونه‌برداری زئوپلانکتون‌های یافت شده در تانک‌های توازن کشتی‌های مورد مطالعه در جدول ۳ آورده شده است. گونه‌های

یافت شده در این تحقیق، متعلق به ۷ شاخه، ۱۱رده، ۱۵ راسته، ۳۳ خانواده، ۳۸ جنس و ۴۸ گونه بودند. بعد از بررسی مخازن کشتی‌ها مشخص گردید، شاخه بندپایان یا Arthropoda با چهار رده، شش راسته، ۲۳ خانواده، ۲۹ جنس و ۳۸ گونه، ۵۷/۲۵ درصد از گونه‌ها، شاخه مژه‌داران یا Ciliophora با یک رده، یک راسته، دو خانواده، دو جنس و دو گونه ۱۹/۵۸ درصد، شاخه شانه‌داران یا Ctenophora با دو رده، دو راسته و دو خانواده، دو جنس و دو گونه، ۱۲/۲۲درصد، شاخه کرم‌های حلقوی یا Annelida با یک رده، دو راسته، دو خانواده و دو جنس و دو گونه، ۳/۳۱ درصد، شاخه کیسه‌تنان یا Cnidaria با یک رده، یک راسته، یک خانواده و یک جنس و یک گونه ۲/۲۹ درصد، شاخه کرم‌های پیکانی یا Chaetognatha با یک رده، یک راسته و یک خانواده و یک جنس و یک گونه ۱/۷۸ درصد و شاخه طنابداران یا Chordata با یک رده، یک راسته، دو خانواده و دو جنس و دو گونه ۱/۵۲ درصد از گونه‌ها را به‌خود اختصاص دادند. شاخه بندپایان با ۵۷/۲۵ درصد و شاخه طنابداران با ۱/۵۲ درصد به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد تراکم گونه‌ها را شامل بودند. تعداد زئوپلانکتون‌ها در دو فصل سرد و گرم در سطح آزمون ۰/۰۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری نبودند.

جدول ۳: رده‌بندی زئوپلانکتون‌های یافت شده در تانک‌های توازن کشتی‌های مورد مطالعه

Genus/spices	Family	Order	Class	Phylum
Tintinnopsis sp.	Codonellidae	Choreotrichida	Oligotrichea	Ciliophora
Leprotintinnus bubiyanicus	Tintinnidiidae			
Pleurobrachia pileus	Pleurobrachiidae	Cydippida	Tentaculata	Ctenophora
Beroe sp.	Beroidae	Beroida	Nuda	
Diphyes chamissonis	Diphyidae	Siphonophorae	Hydrozoa	Cnidaria
Pelagobia longicirrata	Lopadorhynchidae	Phyllodocida	Polychaeta	Annelida
Nereis sp.	Nereidae	Errantia		
Cypridina sp.	Cypridinidae	Myodocopida	Ostracoda	Arthropoda
Penilia cavirostris	Sididae	Cladocera	Branchiopoda	
Canthocalanus pauper	Calanidae	Calanoida	Hexanauplia	
Acrocalanus gibber	Paracalanidae			
Paracalanus indicus				
Paracalanus sp.				
Parvocalanus crassirostris				
Parvocalanus elegans				
Subeucalanus subcrassus	Eucalanidae			
Euchaeta concinna				
Euchaeta rimana				
Centropages furcatus	Centropagidae			
Centropages orsinii				
Centropages tenuiremis				
Pseudodiaptomus arabicus	Pseudodiaptomidae			
Pseudodiaptomus ardjuna				
Temora turbinata	Temoridae			
Calanopia elliptica	Pontellida			
Labidocera sp.				
Pontellopsis herdmani	Acartiidae			
Acartia fossae				
Acartia amboinensis	Acartiidae			
Acartia ohtsukai	Acartiidae			
Acartiella faoensis	Acartiidae			
Oithona brevicornis	Oithonidae	Cyclopoida		
Oithona sp.	Oithonidae			
Oncaea clevei	Oncaeidae			
Sapphirina nigromaculata	Sapphirinidae			
Corycaeus andrewsi	Corycaeidae			
Microstella sp.	Ectinosomatidae	Harpacticoida		
Macrostella gracilis	Miraciidae			
Euterpina acutifrons	Tachidiidae			
Clytemnestra scutellata	Peltidiidae			
Rhopalophthalmus sp.	Mysidae	Mysida	Malacostraca	
Lucifer hanseni	Luciferidae	Decapoda		
Pagurus sp.	Paguridae			
Parthenope sp.	Parthenopidae			
Pachycheles sp	Porcellanidae			
Sagitta regularis	Sagittidae	Aphragmophora	Sagittoidea	Chaetognatha
Oikopleura dioica	Oikopleuridae	Copelata	Appendicularia	Chordata
Appendicularia sicula	Fritillariidae			

جدول ۴، بیانگر مقایسه حضور زئوپلانکتون‌های یافت شده در تانک‌های توازن به تفکیک کشتی‌های مورد مطالعه می‌باشد. جنس *Beroe* در بین تمام نمونه‌ها تنها جنسی بود که در مخزن آب توازن ۹ عدد از کشتی‌های مورد مطالعه از میان ۱۰ کشتی مورد بررسی، مشاهده گردید.

جدول ۴ : مقایسه حضور زئوپلانکتون‌های یافت شده در تانک‌های توازن به تفکیک کشتی‌های مورد مطالعه

شماره	کشتی/گونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
		فصل سرد					فصل گرم				
۱	*Tintinnopsis sp.*	*	–	*	*	*	–	*	*	*	*
۲	*Leprotintinnus bubiyanicus*	*	*	–	*	–	*	*	*	*	–
۳	*Pleurobrachia pileus*	–	*	*	*	–	–	–	*	*	*
۴	*Beroe sp.*	*	*	–	*	*	*	*	*	*	*
۵	*Diphyes chamissonis*	*	*	*	–	*	*	–	–	–	*
۶	*Pelagobia longicirrata*	–	*	–	–	–	–	–	*	–	*
۷	*Nereis sp.*	–	*	–	–	–	*	–	*	*	*
۸	*Cypridina sp.*	*	–	–	–	–	*	–	*	*	*
۹	*Penilia cavirostris*	–	*	–	–	–	–	–	–	*	–
۱۰	*Canthocalanus pauper*	–	*	–	–	–	–	–	*	*	*
۱۱	*Acrocalanus gibber*	–	–	–	–	–	*	–	–	–	*
۱۲	*Paracalanus indicus*	*	–	–	–	–	–	–	–	–	*
۱۳	*Paracalanus sp.*	–	*	*	–	*	*	–	*	–	–
۱۴	*Parvocalanus crassirostris*	–	–	–	–	–	*	–	–	*	*
۱۵	*Parvocalanus elegans*	–	*	–	*	–	–	–	*	–	–
۱۶	*Subeucalanus subcrassus*	–	–	–	*	–	*	–	*	*	–
۱۷	*Euchaeta concinna*	–	–	–	*	–	❊	–	–	*	*
۱۸	*Euchaeta rimana*	–	–	–	–	–	–	–	*	*	–
۱۹	*Centropages furcatus*	–	*	–	–	–	*	–	*	*	*
۲۰	*Centropages orsinii*	*	–	*	–	–	–	–	–	*	–
۲۱	*Centropages tenuiremis*	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۲۲	*Pseudodiaptomus arabicus*	*	–	*	–	–	–	–	–	–	–
۲۳	*Pseudodiaptomus ardjuna*	–	–	–	–	–	–	–	*	–	–
۲۴	*Temora turbinata*	–	*	–	–	–	–	–	*	–	–
۲۵	*Calanopia elliptica*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	*
۲۶	*Labidocera sp.*	–	*	–	–	–	–	–	–	–	*
۲۷	*Pontellopsis herdmani*	–	–	–	–	–	*	–	–	–	–
۲۸	*Acartia fossae*	*	–	*	–	–	–	–	*	–	*
۲۹	*Acartia amboinensis*	–	–	–	–	*	*	–	–	–	–
۳۰	*Acartia ohtsukai*	*	–	–	*	–	–	–	–	–	–
۳۱	*Acartiella faoensis*	–	–	–	*	–	–	–	*	–	–
۳۲	*Oithona brevicornis*	–	–	–	–	–	–	–	*	–	*
۳۳	*Oithona* sp.	–	–	–	–	–	–	–	*	–	*
۳۴	*Oncaea clevei*	*	*	*	–	*	–	–	*	*	*
۳۵	*Sapphirina nigromaculata*	–	–	*	–	–	–	–	–	*	*
۳۶	*Corycaeus andrewsi*	–	–	–	–	–	–	–	–	*	–
۳۷	*Microstella sp.*	*	*	–	–	–	–	–	*	*	*
۳۸	*Macrosetella gracilis*	–	–	*	–	–	*	–	*	*	*
۳۹	*Euterpina acutifrons*	*	*	–	–	–	–	–	–	–	*
۴۰	*Clytemnestra scutellata*	–	–	–	–	–	*	–	*	*	–
۴۱	*Rhopalophthalmus sp.*	*	–	–	–	–	*	–	–	–	*
۴۲	*Lucifer hanseni*	*	–	–	*	*	–	–	–	*	*
۴۳	*Pagurus sp.*	*	–	–	–	*	*	–	–	–	–
۴۴	*Parthenope sp.*	*	–	–	–	*	–	–	–	*	*
۴۵	*Pachycheles sp*	*	–	–	–	*	–	–	–	–	–
۴۶	*Sagitta regularis*	*	*	–	–	–	*	–	–	–	*
۴۷	*Oikopleura dioica*	*	–	–	–	–	–	–	–	–	–
۴۸	*Appendicularia sicula*	–	–	–	–	–	*	–	*	–	–

تفکیک زئوپلانکتون‌های یافت شده در تانک‌های توازن بر حسب فصل و میزان تراکم نیز در جدول ۵ آورده شده است. بیش‌ترین تراکم نمونه‌های مورد مطالعه متعلق به گونه *Leprotintinnus bubiyanicus* از خانواده Tintinnidae با ۱۲/۹۸ درصد بود، کم‌ترین تراکم متعلق به گونه *Oikopleura dioica* از خانواده Oikopleuridae با ۰/۲۵ درصد، تراکم بود.

جدول۵ : تفکیک زئوپلانکتون‌های یافت شده در تانک‌های توازن بر حسب فصل و درصد فروانی

فصل	جنس/گونه	فراوانی (درصد)
	Tintinnopsis sp.	6.60
	Leprotintinnus bubiyanicus	12.98
	Pleurobrachia pileus	4.33
	Beroe sp.	7.89
	Diphyes chamissonis	2.29
	Pelagobia longicirrata	1.02
	Nereis sp.	2.29
	Cypridina sp.	2.54
	Penilia cavirostris	0.76
	Canthocalanus pauper	1.78
	Paracalanus indicus	1.27
	Paracalanus sp.	1.78
	Parvocalanus elegans	1.02
	Subeucalanus subcrassus	1.27
	Euchaeta concinna	2.54
سرد و گرم	*Centropages furcatus*	2.29
	Centropages orsinii	1.27
	Temora turbinata	1.02
	Labidocera sp.	.51
	Acartia fossae	4.33
	Acartia amboinensis	1.27
	Acartiella faoensis	0.51
	Oncaea clevei	2.80
	Sapphirina nigromaculata	1.27
	Microstella sp.	4.33
	Macrosetella gracilis	2.80
	Euterpina acutifrons	1.02
	Rhopalophthalmus sp.	2.04
	Lucifer hanseni	1.78
	Pagurus sp	2.54
	Parthenope sp	1.27
	Sagitta regularis	1.78
	Acrocalanus gibber	1.02
	Parvocalanus crassirostris	1.27
	Euchaeta rimana	0.51
	Pseudodiaptomus ardjuna	0.51
	Calanopia elliptica	1.78
فصل گرم	*Pontellopsis herdmani*	0.76
	Oithona brevicornis	1.53
	Oithona sp	0.51
	Corycaeus andrewsi	0.25
	Clytemnestra scutellata	1.53
	Appendicularia sicula	1.66
	Centropages tenuiremis	0.76
	Pseudodiaptomus arabicus	0.76
فصل سرد	*Acartia ohtsukai*	1.02
	Pachycheles sp.	1.02
	Oikopleura dioica	0.25

همان‌طورکه در شکل ۳ مشخص گردیده است، کشتی شماره ۸ از کشور مکلا- یمن با ۲۵ درصد، بیش‌ترین تعداد گونه‌ها و کشتی۷ از کراچی-پاکستان، با ۱/۶۷ درصد، کم‌ترین تعداد گونه‌ها را به خود اختصاص‌دادند. شکل ۴ نیز تنوع گونه‌های یافت‌شده برحسب کشتی‌ها را نشان می‌دهد. بعد از بررسی تنوع گونه‌های زئوپلانکتونی یافت شده در کشتی‌های مورد مطالعه مشخص گردید که کشتی ۱۰ رسیده از پی پاواو - هند با ۲۷ گونه دارای بیش‌ترین تنوع گونه‌ای و کشتی ۷ رسیده از کراچی-پاکستان با ۲ گونه، دارای کم‌ترین تنوع گونه‌ای بین کشتی‌های مورد مطالعه بود.

شکل ۳ : تفکیک کشتی‌های مورد مطالعه بر حسب تعداد زئوپلانکتون‌های یافت شده (درصد)

شکل ۴ : تفکیک کشتی‌های مورد مطالعه براساس تنوع زئوپلانکتون‌های یافت شده

براساس نتایج جدول ۶، مشخص گردید که بین تعداد زئوپلانکتون‌ها با دما همبستگی معنی‌دار و مثبتی در سطح ۰/۰۵ درصد وجود داشت. بدین شکل که با افزایش دمای آب توازن، تعداد زئوپلانکتون‌ها نیز افزایش پیدا کرد.

جدول۶: ماتریکس همبستگی فاکتورهای شیمیایی و تعداد زئوپلانکتون‌های یافت شده در آب توازن کشتی‌ها

	زئوپلانکتون	دما	TOC	شوری	pH
زئوپلانکتون	۱				
دما	۰/۶۸۳*	۱			
کربن آلی کل	-۰/۰۰۳	۰/۶۳۰	۱		
شوری	۰/۴۰۲	۰/۸۷۵**	۰/۸۰۷**	۱	
pH	۰/۵۴۱	-۰/۵۴۰	-۰/۳۲۷	-۰/۴۴۷	۱

TOC کربن آلی کل، *معنی‌داری همبستگی در سطح ۰/۰۵ درصد، ** معنی‌داری همبستگی در سطح ۰/۰۱ درصد

بحث

با توجه به نتایج به‌دست آمده از جدول ۲، دمای آب تانک‌های توازن در فصل گرم بیش‌تر از فصل سرد بود که این ناشی از تغییر دما در فصول مختلف می‌باشد. ولی دمای اندازه‌گیری شده تانک‌ها همگی در دامنه دمایی خلیج فارس قرار داشتند (Nosrati-Ghods و همکاران، ۲۰۱۷). حداقل دمای آب در کل حوزه خلیج فارس در فصل زمستان ۱۲ درجه سانتی‌گراد و حداکثر آن در فصل تابستان ۳۵ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (صادقی، ۱۳۹۶).شوری اندازه‌گیری شده نمونه‌های آب مخازن در فصل تابستان بیش از فصل زمستان بوده که این موضوع می‌تواند ناشی از افزایش تبخیر در فصل تابستان باشد. در کل شوری نمونه‌های آب مخازن اندازه‌گیری شده به مقدار شوری گزارش شده در آب‌های خلیج‌فارس و دریای‌عمان نزدیک بود (Brewer و همکاران، ۱۹۸۵). لذا شوری تهدیدی برای این اکوسیستم محسوب نمی‌شود و یافته‌های تحقیق حاضر با گزارشات قبلی در این زمینه هم‌خوانی داشت (Ghotbeddin و Mosavi Dehmordi، ۲۱۰۹). تغییرات مشاهده شده در pH آب مخازن توازن کشتی‌ها معمولاً ناشی از خاصیت آب اقیانوس‌ها بوده که در حال حاضر قلیایی می‌باشد (Taneez و همکاران، ۲۰۱۵). با توجه به روند اسیدی شدن دریاها به‌دلیل فعالیت‌های بشری و این‌که خلیج فارس دریای نیمه بسته‌ای بوده و پتانسیل بالایی در اسیدی شدن دارد (Kuffner و همکاران، ۲۰۰۷)، لذا این دامنه از pH برای این اکوسیستم دریایی مشکلی ایجاد نمی‌کند. بالا بودن میزان کربن آلی کل در آب مخازن توازن می‌تواند ناشی از مواد معلق آلی در آب و انباشت جانداران مرده دریازی در کف مخازن باشد که باعث افزایش میزان مواد آلی آب می‌گردد (Feng و همکاران، ۲۰۱۷). از منابع دیگر مواد آلی کربن‌دار می‌توان به پوشش‌های ضد فرسایش بدنه مخازن اشاره کرد که خود باعث افزایش کربن آلی درون مخازن می‌شوند (Maglic، ۲۰۱۶). هم‌چنین با توجه به مشاهده مخازن توازن کشتی‌ها مشخص گردید که در کشتی شماره ۷ از مخازن توازن کشتی برای حمل و نقل و جابجایی فرآورده‌های نفتی استفاده می‌شد که این خود می‌تواند یکی از دلایل زیاد بودن میزان کربن آلی کل در آب توازن کشتی مورد نظر باشد. مواد آلی در فصول گرم بیش‌تر از فصول سرد گزارش گردید که می‌تواند ناشی از تجزیه بیش‌تر اجساد جانداران دریایی در فصول گرم باشد که این خود باعث بالا رفتن میزان کربن آلی کل آب مخازن نیز گردید. تفاوت در میزان کربن آلی کل آب مخازن نیز می‌تواند ناشی از تفاوت در عمق آب گرفته شده جهت تعویض آب مخازن و میزان شوری آب باشد که هر دو فاکتور با میزان کربن آلی کل آب نسبت عکس دارند(Ogawa و Tanous، ۲۰۰۳).یکی از راه‌های انتقال یک گونه از یک محیط آبی به محیط دیگر، آب توازن کشتی‌ها است. شرایط زیست محیطی و ویژگی‌های محیطی نظیر خصوصیات فیزیکوشیمیایی (مواد مغذی، pH، درجه حرارت، شوری و ...) بندر مبدا و مقصد عامل مهمی در رشد و تکثیر گونه‌ها است. وقتی در بندر مبدا، کشتی مخزن خود را از آب پر می‌کند توسط این آب گونه‌های مختلف پلانکتونی حمل می‌شود و وقتی در بندر مقصد این آب تخلیه شود، برخی از گونه‌ها در مخزن زنده مانده‌اند و با تمام شرایط سخت داخل مخزن سازگار شده‌اند و وارد محیط جدید می‌شوند. معمولاً تعداد نمونه‌های موجود در آب توازن کشتی به‌دلیل عدم وجود نور و فتوسنتز بسیار کم و محدود است، بنابراین بسیاری از گونه‌های راه یافته در مخزن کشتی در همان مراحل ابتدایی از بین می‌روند، برخی از آن‌ها در مخزن از بین رفته و آن‌هایی که دوام آورده‌اند و وارد محیط جدید شدند نیز ممکن است یا در محیط جدید ثابت شوند و یا در محیط جدید موفق به ماندگاری نشوند اما آن‌هایی که موفق به زنده ماندن شده‌اند، ممکن است در محیط گسترش یابند و یا به‌عنوان گونه‌های محلی محسوب شوند (Lock wood، ۲۰۰۸) از طرفی مدت زمان دوره دریانوردی و طول مسیر طی شده از مبدا تا مقصد نیز می‌تواند عامل موثری در چگونگی دوام و بقای گونه‌ها و ماندگاری آن‌ها جهت انجام پروسه انتقال و معرفی به محیط جدید باشد که بدیهی است مدت زمان طولانی و مسیر طی شده می‌تواند در کاهش تنوع و فراوانی نمونه‌ها و در نتیجه استقرار گونه‌های مقاوم به شرایط سخت محیطی در مخزن آب توازن موثر باشد(سنگ‌پور و همکاران، ۱۳۸۸).سلامی‌اصل و سواری (۱۳۹۵)، یک ارتباط مثبت و معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ درصد بین فراوانی زئوپلانکتون‌ها و دمای آب مخازن گزارش کرد.ایشان بیش‌ترین فراوانی را در فصل تابستان گزارش کردند که به نتایج این تحقیق نزدیک بود. براساس جدول ۶ یک همبستگی مثبت بین فراوانی زئوپلانکتون‌ها و شوری مشاهده گردید ولی این رابطه معنی‌دار نبود.

سنجرانی و همکاران (۱۳۸۹)، در مطالعه‌ای که بر روی گونه‌های زئوپلانکتونی آب‌های دریای عمان و منطقه هرمز بعد و قبل از مانسون تابستانه داشت، یک رابطه مثبت و معنی‌دار بین شوری و فراوانی زئوپلانکتون‌ها گزارش کردند.McColling و همکاران (۲۰۰۸)،گزارش کردند که شوری آب‌بنادر مبدا و مقصد کشتی‌های مورد مطالعه بر روی فراوانی گونه‌های زئوپلانکتونی منتقل شده توسط آب توازن تاثیرگذار می‌باشد. قابل‌ذکر است که در این مطالعه، شوری آب‌توازن کشتی‌های مورد مطالعه به شوری بندر مقصد (بندر بوشهر) نزدیک بوده و با توجه به ارتباط و همبستگی مثبت بین شوری و فراوانی زئوپلانکتون‌های منتقل شده، لذا می‌توان اظهار داشت که احتمال زنده ماندن و ادامه حیات گونه‌های منتقل شده توسط آب توازن کشتی‌ها در بندر بوشهر بالا بوده و در نتیجه یک برنامه پایشی پیوسته و منظم جهت بررسی کیفیت گونه‌های منتقل شده ضروری به‌نظر می‌رسد. پلانکتون‌های جانوری به‌عنوان دومین گروه از تولیدکنندگان در منابع آبی می‌باشند که ارزش‌ویژه‌ای برای حلقه‌های بعدی زنجیره غذایی دارند(Al-Yamani وهمکاران، ۲۰۱۱۱).در تحقیق حاضر در مجموع ۴۸ گونه زئوپلانکتون متعلق به ۷ شاخه، ۱۱رده، ۱۵ راسته، ۳۳ خانواده و ۳۸ جنس شناسایی گردید، از این میان شاخه بندپایان Arthropoda با ۲۳ خانواده (۵۷/۲۵ درصد)، شاخه مژه داران Ciliophora با ۲ خانواده (۱۹/۵۸ درصد)، شاخه شانه‌داران Ctenophora با ۲ خانواده (۱۲/۲۲ درصد)، شاخه کرم‌های حلقوی Annelida با ۲ خانواده (۳/۳۱ درصد)، شاخه کیسه‌تنان Cnidaria با ۱ خانواده (۲/۲۹ درصد)،شاخه کرم‌های پیکانی Chaetognata با ۱خانواده(۱/۷۸) و شاخه طنابداران Chordata با ۲ خانواده (۱/۵۲ درصد)، گروه‌های غالب بودند. حضور این گونه‌ها در مخزن آب توازن تا رسیدن به بندر بوشهر نشان‌دهنده تحمل بالای این گونه‌ها در مواجهه با شرایط نامساعد مخزن آب توازن ازجمله فقدان نور، کم غذایی و ... می‌باشد. در مقایسه نتایجی که از این تحقیق حاصل شد با سایر کارهای مشابه، مشاهده شد که بیش‌ترین نمونه‌های مورد مطالعه متعلق به گونه *Leprotintinnus bubiyanicus* از خانواده Tintinnidae و شاخه Ciliophora با ۱۲/۹۷ درصد و کم‌ترین متعلق به گونه *Oikopleura dioica* از خانواده Oikopleuridae و شاخه Chordata با ۰/۲۵درصد، بود. این موضوع بیانگر آن است که گونه *Leprotintinnus bubiyanicus* از شاخه مژه‌داران بیش‌تر از سایر پلانکتون‌ها توانسته خود را با شرایط نامساعد مخزن وفق دهد. هم‌چنین جنس *Beroe* در بین تمام نمونه‌ها تنها جنسی بود که در مخزن آب توازن ۹ عدد از کشتی‌های مورد مطالعه از میان ۱۰ کشتی مورد بررسی، مشاهده گردید که خود نشان‌دهنده سازش پذیری این جنس از شانه‌داران به انواع شرایط محیطی می‌باشد. البته این نکته نیز قابل ذکر است که تراکم گونه‌ها در پایان سفر یک کشتی به‌دلایلی ازجمله: کمبود نور، تاثیر منفی شرایط فیزیکی و بی‌جان، کمبود منابع غذایی و مرگ ومیر در زمان برداشت آب از دریا به‌وسیله پمپ‌های کشتی، کم‌تر از زمان بارگیری می‌باشد (Desai و همکاران، ۲۰۱۸). در تحقیق حاضر شاخه Arthropoda با ۵۷/۲۵ درصد، بیش‌ترین تعداد گونه‌ها را به‌خود اختصاص داده بود، البته Al-Yamani و همکاران (۲۰۱۱) نیز در گزارش خود اشاره کرده بودند که Copepods و ناپلیوس از غالب‌ترین زئوپلانکتون‌های خلیج فارس می‌باشند. صادقی (۱۳۹۶) در بررسی جوامع پلانکتونی آب‌های ساحلی شهر بندرعباس اعلام کردند در تمام فصول بندپایان نسبت به سایر گروه‌ها از تراکم‌بالاتری برخوردار بودند. در بررسی که Zaleha و همکاران (۲۰۰۶) بر روی زئوپلانکتون‌ها بین سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۰۲ در شبه‌جزیره مالزی انجام‌دادند،بیش‌ترین فراوانی مربوط به راسته‌های Calanoida و Harpacticoida از شاخه بندپایان بود. در مطالعه Abdel-Aziz و همکاران (۲۰۰۳) در سواحل آب‌های عربستان سعودی نیز Arthropods با ۳۹ درصد، Chordata با ۳۷ درصد وProtozoa با ۱۲ درصد از گروه‌های غالب معرفی شدند. Al-Yamani و همکاران (۲۰۰۶) نیز بیان کردند که Tintinnidها بیش‌ترین فراوانی را در طول بلوم داینوفلاژله‌ها و دیاتومه‌ها دارند. هم‌چنین Dolan و همکاران (۲۰۰۶) اعلام داشتند که حضور Tintinnidها در تمام طول سال به‌علت فراوانی بالای فیتوپلانکتون‌ها می‌باشد و شکل آن‌ها نیز ارتباط حیاتی با زنجیره غذایی دارد. در مطالعه‌ای مشابه که در منطقه Port of Vladivostok در روسیه انجام پذیرفت مشخص گردید که ۳۷ گونه فیتوپلانکتونی در آب توازن تخلیه شده و یا درون مخازن در بندر مقصد حضور داشته اند (Zvyagintsev و همکاران، ۲۰۰۹). هم‌چنین در مطالعه دیگری که در منطقه Port of Morehhead در کالیفرنیای شمالی صورت پذیرفت، در کل ۱۳۲ گونه فیتوپلانکتونی از ۱۵۹ کشتی شناسایی شد (Carlton و Geller، ۱۹۹۳).هردو بندرموردنظر در روسیه و کالیفرنیا در موقعیت جغرافیایی خاص و در محدوده حاشیه اصلی اقیانوسی قرار دارد. به‌عبارتی شناورهای‌مذکور در سواحل اقیانوسی قرار گرفته و لذا شرایط ماندگاری گونه‌ها در مسیر طی شده به‌دلیل شباهت‌های جغرافیایی (فیزیک شیمیایی) مبدا و مقصد موجب مشاهده تعداد گونه‌های بیش‌تر بوده است، از طرفی تعداد شناورهای مورد بررسی نیز در دو تحقیق مورد اشاره، بیش‌تر از تحقیق حاضر بوده است. در مطالعه سنجرانی و همکاران (۱۳۸۹) با عنوان شناسایی زئوپلانکتون‌های سواحل ایرانی دریای عمان و تنگه در هرمز و مقایسه آن‌ها در قبل و بعد از مانسون تابستانه با یکدیگر، تعداد ۶۲ جنس از ۱۱ شاخه جانوری شناسایی گردید. از میان گروه‌های شناسایی شده، Copepods با ۲۵ درصد، Tintinnida با ۲۲ درصد، نیم طنابداران با ۶ درصد، نرم‌تنان با ۲ درصد گروه‌های غالب بودند. Copepods به‌عنوان مهم‌ترین زئوپلانکتون

دریایی در این مطالعه در ۴ راسته شناسایی گردیدند که سیکلوپوئیدا با یک خانواده و ۲ جنس نسبت به سایر راسته‌ها غالبیت داشتند که جنس *Oithona* در قبل و بعد از مانسون ۲۲ درصد از کل پاروپایان را به‌خود اختصاص داد. پراکنش و تراکم زئوپلانکتون‌ها در دریای عمان، تحت تاثیر بادهای موسمی جنوب‌غربی اقیانوس هند قرار دارد. در مطالعه ربانی‌ها و همکاران(۱۳۹۱)با عنوان تغییرات اجتماع پلانکتون‌ها در آب‌های دور از ساحل جنوب استان بوشهر از گروه زئوپلانکتون‌ها ۲۱ جنس از گروه‌های Mollusca، Crustacea، Polychaeta، Cheatognatha، Coelenterata، Echinodermata شناسایی گردیدند که از این میان سخت‌پوستان با ۵۴/۶۴ درصد بیش‌ترین گروه‌ها را تشکیل داده و پس از آن Bivalve با ۱۶/۵۱ درصد به‌عنوان گروه‌های غالب از منطقه گزارش شدند.در گزارش سلامی‌اصل و سواری (۱۳۹۵) در بررسی و شناسایی گروه‌های زئوپلانکتونی انتقال یافته توسط تخلیه آب توازن کشتی‌های ورودی به پایانه‌های بندر امام خمینی مجموعاً ۳ خانواده و ۵۱ جنس زئوپلانکتون از مسیر آمریکای جنوبی شناسایی گردید که بیش‌ترین فراوانی در این مسیر مربوط به خانواده *Paracalanidae* با درصد فراوانی ۳۵ بود و در مسیر آسیای جنوب شرقی ۱۸خانواده و ۳۰ جنس زئوپلانکتون شناسایی گردید که بیش‌ترین فراوانی مربوط به خانواده‌های *Sididae* و *Cyclonidae* با درصد فراوانی به‌ترتیب ۹ و ۸ شناسایی شد که نتایج کلیه تحقیقات ذکر شده با تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. البته این‌نکته قابل ذکر است که جمعیت زئوپلانکتون‌ها در آب توازن کشتی ممکن است تحت تاثیر عواملی از قبیل فقدان نور، تاثیرات منفی ناشی از تغییر عوامل غیر زنده، حرکات آب درون تانک، کمبود مواد غذایی و ارتعاشات ناشی از موتور کشتی قرار گیرند(Gollasch و همکاران، ۲۰۰۲).Chandyو همکاران (۱۹۹۱) در مطالعه نحوه توزیع و تراکم و علت نوسانات فصلی پلانکتون‌ها اظهار می‌دارند که نوسانات فصلی آن‌ها می‌تواند بر حسب شرایط منطقه‌ای، تحت تاثیر عوامل مختلف از جمله شرایط آب و هوایی، بالا آمدن مواد مغذی از لایه‌های عمقی به لایه‌های سطحی (فراچاهندگی)، جریانات حاکم در منطقه، وضعیت جابجایی توده‌های آبی و شرایط زیست محیطی منطقه قرار گیرد. هم‌چنین شرایط تولید و وجود مواد مغذی در کنار جریانات فراچاهندگی و جریانات ورودی از خشکی می‌تواند نوسانات پلانکتونی در اکوسیستم‌های ساحلی و دریایی را تحت تاثیر خودقرار دهد(Carter و همکاران، ۲۰۰۵).در تحقیق حاضر بعداز بررسی مخازن آب توازن کشتی‌ها مشخص گردید که بیش‌ترین و کم‌ترین فراوانی نمونه‌ها به‌ترتیب در کشتی‌های شماره ۸ و ۷ مشاهده گردید. دلیل کم بودن تعداد گونه‌ها در کشتی شماره ۷ می‌تواند ناشی از وجود ترکیبات نفتی در مخزن این تانکر باشد. زیرا بعد از بررسی مخازن مشخص گردید که مالکان تانکر مذکور، به‌صورت غیرقانونی و در غیاب نظارت مسئولین از مخازن بالاست تانکرها برای حمل و جابجایی ترکیبات نفتی استفاده می‌کنند. بندر مبدا کشتی شماره ۸ یمن می‌باشدکه با توجه به موقعیت جغرافیایی این بندر و استقرار در کرانه اقیانوس هند، خلیج عدن و دریای سرخ و هم‌چنین بروز پدیده فراچاهندگی یا Up-welling در این منطقه و به‌دنبال آن حاصلخیزی بالای آب، می‌توان دلیل تنوع و تراکم بالای نمونه ها در آب توازن این کشتی را توجیه نمود (شکل ۲). با توجه به شکل ۴ و بررسی تنوع گونه‌ای زئوپلانکتون‌های یافت شده در مخازن توازن، مشخص گردید کشتی ۱۰ رسیده از بندر Pipavav هند با ۲۷ گونه یافت شده، دارای بیش‌ترین تنوع گونه‌ای در بین کشتی‌ها بود. McCoolin و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردندکه تنوع و فراوانی گونه‌های درون مخازن توازن می‌تواند تحت تاثیر محیط و منطقه‌ای باشد که عملیات تعویض آب توازن در آن انجام گرفته است (McCoolin و همکاران، ۲۰۰۷). در مورد تنوع بالای کشتی مذکور بعد از بررسی‌مشخص گردید که کشتی مذکور اقدام به تعویض آب توازن خود دقیقا در محدوده‌ای از اقیانوس هند نموده است که تمامی کشتی‌های ورودی به منطقه خلیج فارس از سرتاسر دنیا در آن منطقه اقدام به تعویض آب توازن خود در آن منطقه می‌نمایند. لذا این خود می‌تواند باعث افزایش تنوع گونه‌ای در مخازن توازن کشتی‌ها گردد. این مسئله می‌تواند اهمیت لزوم تعیین منطقه‌ای پاک و عاری از وجود گونه‌های بیگانه و انواع آلودگی توسط ارگان‌های مسئول و ناظر جهت تعویض آب مخازن توازن را دو چندان نماید. هم‌چنین در کشتی‌های شماره ۱، ۹ و ۱۰ نمونه‌هایی از راسته Harpacticoida مشاهده گردید و از آن‌جاکه این راسته به‌عنوان یکی از شاخص‌های آلودگی منطقه می‌باشد(صادقی، ۱۳۹۶)، حضور آن در کشتی‌هایی که مبدا آن‌ها کشور هندوستان بوده می‌تواند نشان‌دهنده بار آلودگی در آب‌های منطقه باشد.از کل خانواده‌های مورد بررسی در تحقیق حاضر، خانواده‌های Tintinnidae، Sagittidae (جنس *Sagitta*) و Oikopleuridae (جنس *Oikopleura*)، در گزارش صادقی (۱۳۹۶) در بررسی جوامع پلانکتونی آب‌های ساحلی شهر بندرعباس نیز اشاره شده‌بود، هم‌چنین خانواده‌های Paracalanidae (جنس *Paracalanus* و گونه *Acrocalanus gibber*)، Oithonidae، Oncaeidae، Diphyidae (جنس *Diphyes*)، Oikopleuridae (جنس *Oikopleura*)، Codonellidae، Sapphirinidae (جنس *Sapphirina*)، Sididae، Pontellida (جنس *Labidocera*، *Calanopi*)، Ectinosomatidae و Acartiidae(جنس *Acartia*)در گزارش سلامی‌اصل و سواری (۱۳۹۵) با عنوان بررسی و شناسایی گروه‌های زئوپلانکتونی انتقال یافته توسط تخلیه آب توازن کشتی‌های ورودی به پایانه‌های بندر امام خمینی (ره) نیز مشاهده شدند. خانواده‌های Tachidiidae (جنس *Euterpina*)، Oithonidae (جنس *Oithona*)، Oncaeidae (گونه *Oncaea clevei*)،

Paracalanidae (جنس *Acrocalanus*)، Centropagidae (گونه‌های *Centropages furcatus* و *Centropages orsinii*)، Temoridae (گونه *Temora turbinata*)، Eucalanidae، Sagittidae (جنس *Sagitta*) و Acartiidae (جنس *Acartia*) در گزارش رضایی و همکاران (۱۳۸۹) با عنوان بررسی تنوع زئوپلانکتون‌های منتقل شده توسط آب توازن در بندر تجاری شهید رجایی نیز اشاره شده بود. خانواده‌های Paracalanidae (جنس *Paracalanus*)، Oikopleuridae (جنس *Oikopleura*) ، Sapphirinidae (جنس *Sapphirina*)، Oithonidae (جنس *Oithona*)، Sagittidae (جنس *Sagitta*)، Eucalanidae (جنس *Euchaeta*)، Pontellida (جنس *Calanopia*)، Peltidiidae (جنس *Clytemnestra*) و Codonellida(جنس *Tintinopsis*) در مطالعه سنجرانی و همکاران (۱۳۸۹) با عنوان شناسایی زئوپلانکتون‌های سواحل ایرانی دریای عمان و تنگه در هرمز و مقایسه آن‌ها در قبل و بعد از مانسون تابستانه با یکدیگر، حضور داشتند. با توجه به نتایج فوق و هم‌چنین تنوع کشتی‌های مورد مطالعه مشخص گردید تمامی کشتی‌ها پتانسیل انتقال گونه‌های زئوپلانکتونی را دارا می‌باشند و لذا برنامه های نظارتی باید بر روی تمامی انواع کشتی‌های ورودی به بندر بوشهر با اهمیت یکسان اجرا گردد. Liu و همکاران (۲۰۱۹) گزارشی مبنی بر یکسان بودن ریسک انتقال گونه‌ها توسط انواع مختلف کشتی‌های ورودی به بندر Kaohsiung در کشور تایوان ارائه کرده بودند (Liu و همکاران، ۲۰۱۹). با توجه به جنس و گونه‌های شناسایی شده در تحقیق حاضر و مقایسه آن‌ها با منابع متعدد، هیچ گونه‌ای به عنوان گونه مهاجم و غیربومی منطقه شناسایی نگردید (Al-Yamani و همکاران، ۲۰۱۱؛ Al-Yamani و همکاران، ۲۰۰۶). لذا می‌توان گفت که تعویض آب توازن کشتی‌ها در اقیانوس‌ها می‌تواند یک راهکار مناسب در جهت کاهش خطر انتقال گونه‌های مهاجم و غیربومی به بندر بوشهر باشد. البته این تعداد گونه یافت شده در تانک‌های توازن کشتی‌ها به‌دلایل مشکلات نمونه‌برداری ازجمله: حجم زیاد آب توازن کشتی‌ها، شکل، اندازه، تعداد تانک‌های توازن و توزیع ناهمگون و غیریکنواخت گونه‌ها در مخازن توازن کشتی‌ها ممکن است نتواند بیانگر تعداد واقعی گونه‌های منتقل شده در مخازن توازن کشتی‌ها باشند که این خود می‌تواند یکی از چالش‌های مهم برای برخی تحقیقات حال و آینده باشد. هم‌چنین با توجه به تعداد جنس و گونه‌های یافت شده در این تحقیق و افزایش تردد کشتی‌ها در منطقه و احتمال ورود گونه‌های مهاجم به بندر، وجود یک سیستم نظارتی و پایشی مناسب و کارآمد در سطح ملی و منطقه‌ای جهت بررسی و مقابله با گونه‌های جابجا شده توسط آب توازن کشتی‌ها توصیه می‌گردد.

تشکر و قدردانی

با تشکر از سازمان بنادر و دریانوردی (این مقاله با حمایت علمی و مادی سازمان بنادر دریانوردی به انجام رسیده است).

منابع

۱. **حیدری، م ،. ۱۳۸۱.** زیستمندان و تنوع زیستی بوم سازگان کشند قرمز درسواحل استان هرمزگان. پایان نامه کارشناسی ارشد بیولوژی دریا، دانشگاه علوم دریایی و اقیانوسی خرمشهر .۱۵۶ صفحه.

۲. **سراجی، ف. و نادری، ح.، ۱۳۷۴.** بررسی پلانکتون‌های آب‌های ساحلی بندرعباس. مرکز تحقیقات شیلات دریای عمان. ۱۰ صفحه.

۳. **سراجی، ف.، ۱۳۷۹.** تنوع و تراکم جمعیت پلانکتونی در مناطق شرق، مرکزی و غرب بندر عباس. مجله علمی شیلات ایران. سال ۹، شماره ۴، صفحات ۱۵ تا ۲۶.

۴. **سلامی‌اصل، س. و سواری، ا.، ۱۳۹۵.**بررسی و شناسایی گروه‌های زئوپلانکتونی انتقال یافته توسط تخلیه آب توازن کشتی‌های ورودی به پایانه‌های بندر امام خمینی(ره). مجله بیولوژی دریا. سال ۸، شماره ۳۲، صفحات ۵۵ تا ۶۴.

۵. **سنجرانی، ا.؛ احمدی، م.ر.؛ کامرانی، ا.؛ ابراهیمی، م. و سنجرانی، م.، ۱۳۸۹.** شناسایی زئوپلانکتون‌های سواحل ایرانی دریای عمان و تنگه هرمز و مقایسه آن‌ها در قبل و بعد از مانسون تابستانه با یکدیگر. مجله علمی آبزیان و شیلات. سال ۱، شماره ۱، صفحات ۵۴ تا ۴۳.

۶. **سنگ‌پور، م.؛ عوفی، ف.؛ شاپوری، م. و رحیمی‌بشر، م.ر.، ۱۳۸۸.** فیتوپلانکتون‌های موجود در مخزن دو نفتکش در اسکله نفتی بندر خارک ایران. مجله بیولوژی دریا. سال ۱، شماره ۴، صفحات ۱۰۹ تا ۱۲۰.

۷. **سواری، ا.، ۱۳۶۱.**بررسی پلانکتون‌های منطقه بوشهر-کنگان، خلیج فارس. سازمان تکثیر و توسعه آبزیان وزارت کشاورزی. ۱۰۲ صفحه.

۸. **صادقی، م.، ۱۳۹۶.** بررسی جوامع پلانکتونی آب‌های ساحلی شهر بندرعباس. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۷۴ صفحه.

۹. **ربانی‌ها ، م.؛ ایزدپناهی، غ.ر.؛ محسنی‌زاده، ف. و عوفی، ف.، ۱۳۹۱.** تغییرات اجتماع پلانکتون‌ها در آب‌های دور از ساحل جنوب استان بوشهر. اقیانوس‌شناسی. سال ۳، شماره ۱۱، صفحات ۲۱ تا ۳۱.

۱۰. **رضایی، ا.؛ کاظمیان، م.؛ عوفی، ف. و شاپوری، م.، ۱۳۸۹.** بررسی تنوع زئوپلانکتون‌های منتقل شده توسط آب توازن در بندر تجاری شهید رجایی. مجله بیولوژی دریا. سال ۲، شماره ۱، صفحات ۶۷ تا ۷۰.

11. **Abdel-Aziz, P.K.; Al-Tisan, I.A. and Jareed, M.A., 2003.** Chlorophyl and Plankton of the Gulf Coastal Waters of Saudi Arabia bordering a Desalination Plant.Paper presented at IDA Conference, at Manama, Bahrain. pp: 291-302.

12. **Al- Yamani. F. and Valeriy, A.S., 2006,** Identification Guide for Protozoans from Kuwaits Waters. Coastal Planktonic Ciliates: Tintinnids. 109 p.
13. **Al-Yamani, F.Y.; Skryabin, V.; Gubanova, A.; Khvorov, S. and Prusova, I., 2011.** Marian zooplankton practical guid for the North western Persian Gulf. Kuwait Institute for Scienti"c Research, Kuwait. 399 p.
14. **Bailey, S.A.; Deneau, M.G.; Jean, L.; Wiley, C.J.; Leung, B. and MacIsaac, H.J., 2011.** Evaluating Efficacy of an Environmental Policy to Prevent Biological Invasions. Environmetal Science Technology. Vol. 45, pp: 2554-2561.
15. **Baek, S.H.; Jung, S.W.; Jang, M.C.; Hyun, B. and Shin, K., 2012.** Survival potential of autotrophic phytoplankton species collected from ballast water in international commercial ships. N.Z.J. Marrine Freshwater Research. Vol. 46, pp: 125-136.
16. **Brewer, P.G., 1985.** Chemical oceanography of the Persian Gulf. Progress in oceanography. Vol. 14, pp: 41-55.
17. **Carlton, J.T., 1985.** Transoceanic and interoceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water. Oceanography and Marine Biology Annual Review. Vol. 23, pp: 313-371.
18. **Carlton, J.T. and Geller, J.B., 1993.** Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms. Science. Vol. 261, pp: 78-82.
19. **Carter, C.M.; Ross, A.H.; Schiel, D.R.; Howard Williams, C. and Hayden, B., 2005.** In situ microcosm experiment on the influence of nitrate and light on phytoplankton community composition. J. Exp. Marine Biology. Vol. 326, pp: 1-13.
20. **Castro, M.C.; Fileman, T.W. and Hall-Spencer, J.M., 2017.** Invasive species in the Northeastern and Southwestern Atlantic Ocean. A review. Marine Pollution Bulletin. Vol. 116, pp: 41-47.
21. **Chandy, J.P.; Al-Tisan I.; Munshi, H.A. and El Reheim, H.A., 1991.** Marine phytoplankton: A study on seasonal abundance and distribution in Al-JubailResearch Activities and Studies. Vol. 2, pp: 300-335.
22. **Clesseri, L.S.; Greenberg, A.E. and Eaton, A.D., 2003.** Standard methods for the examination of water and wastewater, New York, 20th ed. APHA, AWWA and WEF.
23. **Cordell, J.; Kalata, O.; Pleus, A.; Newsom, A.; Strieck, K. and Gertsen, G., 2015.** Effectiveness of ballast water exchange in protecting Puget Sound from invasive species. Washington Department of Fish and Wildlife. 55 p.
24. **David, M.; Gollasch, S. and Penko, L., 2018.** Identification of ballast water discharge profiles of a port to enable effective ballast water management and environmental studies. Journal of Sea Research. Vol. 133, pp: 60-72.
25. **David, M.; Gollasch, S. and Penko, L., 2018.** Identification of ballast water discharge profiles of a port to enable effective ballast water management and environmental studies. Journal of Sea Research. Vol. 133, pp: 60-72.
26. **Desai, D.V.; Narale, D.; Khandeparker, L. and Anil, A.C., 2018.** Potential ballast water transfer of organisms from the west to the east coast of India: Insights through on board sampling. J of Sea Research. Vol. 1, No. 133, pp: 88-99.
27. **Drake, L.A.; Ruiz, G.M.; Galil, B.S.; Mullady, T.L.; Friedmann, D.O. and Dobbs, F.C., 2002.** Microbial ecology of ballast water during a transoceanic voyage and the effects of open-ocean exchange. Marine Ecology Progress Series. Vol. 233, pp: 13-20.
28. **Feng, D.; Chen, X.; Tian, W.; Qian, Q.; Shen, H.; Liao, D. and Lv, B., 2017.** Pollution characteristics and ecological risk of heavy metals in ballast tank sediment. Environmental science and pollution research. Vol. 24, No.4, pp: 3951-3958.
29. **Garrett, M.J.; Puchulutegui, C.; Selwood, A.I. and Wolny, J.L., 2014.** Identification of the harmful dinoflagellate *Vulcanodinium rugosum* recovered from a ballast tank of a globally traveled ship in Port Tampa Bay, Florida, USA. Harmful Algae Journal. Vol. 39, pp: 202-209.
30. **Ghotbeddin, N. and Mosavi Dehmordi, L., 2019.** Investigation of physicochemical factors, chl-an and primary production in Mahshahr Creeks (Northwest Persian Gulf). Iranian Journal of Fisheries and Sciences. Vol. 18, No. 1, pp: 83-94.
31. **Gollasch, S.; Lenz, J.; Dammer, M. and Andres, H.G., 2000.** Survival of tropical ballast water organisms during a cruise from the Indian Ocean to the North Sea. Journalof Plankton Research. Vol. 22, pp: 923-937.
32. **Hallegraeff, G.M. and Bolch, C.J., 1992.** Transport of diatom and dinoflagellate resting spores in ships' ballast water: implications for plankton biogeography and aquaculture. Journal of Plankton Research. Vol. 14, No. 8, pp: 1067-1084.
33. **Harris, R.; Wiebe, P.; Lenz, J.; Skjoldal, H.R. and Huntley, M.E., 2000.** ICES Zooplankton Methodology Manual. Academic Press, London. 684 p.
34. **Kuffner, B.I.; Andersson, A.J.; Jokiel, P.L.; Rodgers, K.S. and Mackenzie, F.T., 2008.** Decreased abundance of crustose coralline algae due to ocean acidification. Nature Geoscience. Vol. 1, pp: 114-117.
35. **Kozai, K.; Ishida, H.; Okamoto, K. and Fukuyo, Y., 2006.** Feasibility study of ocean color remote sensing for detecting ballast water. Advances in space research. Vol. 37, pp: 787-792.
36. **Kydd, J.; Rajakaruna, H.; Briski, E. and Bailey, S., 2018.** Examination of a high resolution laser optical plankton counter and FlowCAM for measuring plankton concentration and size. Journal of Sea Research. Vol. 133, pp: 2-10.
37. **Liu, T.K.; Chen, Y.S. and Su, P.H., 2019.** Utilizing the Environmental and Vessel Factors to Assess the Risk of Non Indigenous Species Introduced by Ships' Ballast Water. In OCEANS 2019-Marseille (1-5). IEEE.Lock wood, G.L.; Hoopes, M. and Marchetti, M.P., 2008. Invasion Ecology. UK. 304 p.
38. **Maglic, L.; Zec, D. and Francic, V., 2016.** Ballast water sediment elemental analysis. Marine Pollution Bulletin. Vol. 103, No: 1-2, pp: 93-100.
39. **McCollin, T.; Shanks, A.M. and Dunn, J., 2007.** The efficiency of regional ballast water exchange: Changes in phytoplankton abundance and diversity. Harmful Algae. Vol. 6, No. 4, pp: 531-546.
40. **Mirza, R.; Mohammadi, M.; Faghiri, I.; Abedi, E.; Fakhri, A.; Azimi, A. and Zahed, M.A., 2014.** Source identification of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sediment samples from the northern part of the Persian Gulf, Iran. Environ Monit Assess, Vol. 186, No. 11, pp: 7387-7398.
41. **Molina, V. and Drake, L.A., 2016.** Efficacy of open-ocean ballast water exchange: a review. Management Biological Invasions. Vol. 7, pp: 375-388.
42. **Nosrati-Ghods, N.; Ghadiri, M. and Früh, W.F., 2017.** Management and environmental risk study of the physicochemical parameters of ballast water. Vol. 114, pp: 428-438.
43. **Ogawa, H. and Tanoue, E., 2003.** Dissolved organic matter in oceanic waters. Journal of Oceanography. Vol. 59, No. 2, pp: 129-147.
44. **Raaymakers, S., 2002.** The ballast water problem: global ecological, economic and human health impacts. In RECSO/IMO Joint Seminar on Tanker Ballast Water Management and Technologies. pp: 16-18.
45. **Shi, Y., 2107.** Reducing greenhouse gas emissions from international shipping: Is it time to consider market-based measures. Marine Policy Journal. Vol. 64, pp: 123-134.
46. **Steichen, J.L. and Quigg, A., 2015.**Assessing the viability of microorganisms in the ballast water of vessels transiting the North Atlantic Ocean. Marine Pollution Bulletin Journal. Vol. 101, pp: 258-266.
47. **Taneez, M.; Hurel, C. and Marmier, N., 2015.** Ex-situ evaluation of bauxite residues as amendment for trace elements stabilization in dredged sediment from Mediterranean Sea: a case study. Marine Pollution Bulletin. Vol. 98, No. 1-2, pp: 229-234.
48. **Tjahjono, A.; Bambang, A.N. and Anggoro, S., 2017.** Analysis of heavy metal content of Cd and Zn in ballast water tank of commercial vessels in Port of Tanjung Emas Semarang, Central Java Province. InIOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 55, No. 1, p: 012024. IOP Publishing.
49. **Zaleha, K. and Sathiya, B.M., 2006.** Zooplankton in East Coast of Peninsular Malaysia. Journal of Sustainability Science and Management. Vol. 2, pp: 87-106.
50. **Zvyagintsev, A.; Yu Ivin, V.V.; Kashin, I.A.; Orlova, T.Yu.; Selina, M.S.; Kasyan, V.V.; Korn, O.M.; Kornienko, E.S.; Kulikova, V.A.; Bezverbnaya, I.P.; Zvereva, L.V.; Radashevsky, V.I.; Belogurova, L.S.; Begun, A.A. and Gorodkov, A.N., 2009.** Acclimation and Introduction of Hydrobionts Ships' Ballast Water Organisms in the Port of Vladivostok, Russian Journalof Marine Biology. Vol. 35, No. 1, pp: 41-52.