Journal of Marine Science and Technology

***Winter 2024, Vol. 23, No.4, pp.*88-98.**

Available Online: *http://jmst.kmsu.ac.ir*

Original Article

Studying and Prioritizing of Ballast Water Challenges in incoming ships to Shahid Rajaei port in Bandar Abbas

Hossein Parvaresh [1]*, Hesam Taghiabadi [2], Sina Behrouzi Khorgou [3]

1. Department of Environmental Management, Faculty of Natural Resources, Bandar Abbas Branch, Islamic Azad University, Bandar Abbas, Iran.

2. M.Sc of Environmental Management, Maritime Safety and Environment Protection Department, Hormozgan Port and Maritime Authority, Bandar Abbas, Iran.

* **Corresponding Author Email:** parvaresh163@gmail.com

Received: 10 December 2021 **Revise Date:** 5 March 2022 **Accepted:** 13 March 2022

DOI: 10.22113/jmst.2022.318078.2455

Abstract

The Persian Gulf is one of the most polluted seas in the world, and various factors play a role in this pollution. One of the causes of pollution in the Persian Gulf is the problems caused by the ballast water of ships. In this research, the challenges of ballast water in incoming ships to Shahid Rajaei port in Bandar Abbas were studied and prioritized so in the first step criteria and challenges were studied from existing documents and expert comments, 3 criteria and 22 challenges were identified and then criteria and challenges were prioritized using AHP method. Results showed that the execution criterion (with 0.367 weight) is the most important of 3 criteria and from 22 challenges that were identified, regional cooperation (with 0.102 weight) is the most important challenge and in the second place there is the participatory activities challenge (with 0.095 weight), also results showed that the lesser challenges are public participation (with 0.0184 weight) and operation ability in all situation with 0.018 weight. Therefore, it is recommended that regulations be developed to focus on managing the marine environment and coastal areas and that codified environmental monitoring programs be included in the agenda of the relevant organizations.

Keywords: Persian Gulf, Environmental management, Hierarchical analysis, Maritime transportation

1. INTRODUCTION

The increase in the capacity, number, and speed of ocean-going ships has caused the amount of ballast water moved in the ship's tanks. Subsequently, the number and diversity of marine species and pathogens moved in them to increase. This, in turn, has had a significant impact on the survival of aquatic species while traveling in the balance tanks of the ship from one point to another and has also caused the transmission of some human diseases and their widespread spread among people living in coastal areas (Khojasteh et al., 2012). convention for the ships under their flag. All ships carrying ballast water are subject to the provisions of the Convention. According to the procedure of other conventions, warships and vessels that do not carry According to the provisions of the international convention on the management of ship ballast water and its sediments, the member states are obliged to implement all the rules regulations, and annexes of the convention for the ships under their flag.

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons. org/licenses/ by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

All ships carrying ballast water are subject to the provisions of the Convention. According to the procedure of other conventions, warships and vessels that do not carry ballast water and ships that only travel within the limits of a country or are not designed to load ballast water are excluded from the requirements of the convention.

2. MATERIALS AND METHODS

This research is a descriptive-analytical research that was conducted in the winter of 2018 using the Analytical Hierarchy (AHP) method to identify and prioritize the challenges facing the ballast water management of ships in the Rapami region (Islamic Republic of Iran, Bahrain, Iraq, Qatar, Saudi Arabia). Kuwait, Oman, and the United Arab Emirates). At first, by reviewing documents and documents, library studies, searching the water management plan of ships and in addition, interviews with the managers and employees of the marine department of the General Directorate of Ports and Maritime Affairs and the employees of Shahid Rajaei Port (Figure 1), as the largest port of the country and the organization Environmental protection, which is a beneficiary in the discussion of Rapmi Convention, as well as ship commanders and engineers, was addressed and the effective criteria and challenges in ballast water management were determined in this way.

3. RESULTS

Three criteria and 22 challenges were identified for the ballast water management of ships, which was given a higher weight based on the results of the implementation criteria (with a weight of 0.368). Also, among the 22 challenges identified, the challenge of regional interaction and cooperation was ranked first (with a weight of 0.102) and was presented as the most important challenge. The second priority of the mentioned challenges is collaborative actions (with a weight of 0.095). The results of the research also showed that the least important challenges are the involvement of the general society (with a weight of 0.0184) and on the other hand, the ability to operate in all conditions (with a weight of 0.018).

4. DISCUSSION AND CONCLUSION

According to the results, among the three main criteria affecting the ballast water management of ships, the implementation criterion has a higher weight. Also, 22 upcoming challenges of ballast water management in the Rapami region were identified and prioritized, among the upcoming challenges, regional interaction and cooperation was ranked first and was presented as the most important challenge, considering that eight member countries are Rapami and among these countries only J.A. Iran has become a member of the Convention on the ballast Water of Ships, so choosing this challenge as the first challenge of managing the ballast water is not far from the mind. The second priority of the mentioned challenges is collaborative measures, which shows that proper cooperation between different departments related to ballast water management in the country (Environmental Protection Organization, Ports and Maritime Organization, and the country's Industrial Standards and Research Organization) is one of the most important challenges. The results of the research also show that the least important challenges are the involvement of the general society and, on the other hand, the ability to be operational in all conditions. Regarding the involvement of the general public, it should be pointed out that since ballast water management is considered a specialized matter, the general public cannot play a significant role in it. Therefore, the low importance of this challenge is considered logical.

ACKNOWLEDGEMENT

Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch, as well as the General Directorate of Ports and Maritime Affairs of Hormozgan Province, are thanked and appreciated for the necessary cooperation in conducting this research and providing the necessary resources.

REFERENCES:

Khojasteh, A.R., Zarehdosst, M. and Rasouli, M., 2012. Presenting the ship ballast water management method in the Persian Gulf using the FUZZY TOPSIS method. In 10th International Conference on Coasts, Ports and Marine Structures, Tehran. Iran. (In Persian).

مجله علوم وفنون دریایی، فصل نامه ی علمی پژوهشی

دوره ۲۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳، صفحات ۸۸ تا ۹۸.

مقاله پژوهشی

Available Online: *http://jmst.kmsu.ac.ir*

شناسایی و اولویت بندی چالش‌های پیش روی مدیریت آب توازن کشتی‌های ورودی به بندر شهید رجایی بندرعباس

حسین پرورش [۱]*، حسام تقی آبادی [۲]، سینا بهروزی خورگو [۱]

۱. گروه مدیریت محیط زیست، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران.

۲. کارشناس ارشد مدیریت محیط زیست، اداره حفاظت و ایمنی دریانوردی، اداره کل بنادر و دریانوردی هرمزگان، بندرعباس، ایران.

* **نویسنده مسئول، پست الکترونیک:** parvaresh163@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۹ **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۰/۱۲/۱۴ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۰/۱۲/۲۲

DOI: 10.22113/jmst.2022.318078.2455

چکیده

خلیج فارس از آلوده‌ترین دریاهای جهان محسوب می‌شود، که عوامل مختلفی در این آلودگی نقش دارند. یکی از عوامل مهم آلودگی در خلیج فارس، تخلیه آب توازن کشتی‌ها است. این پژوهش، به بررسی مهمترین چالش‌های پیش روی مدیریت آب توزان کشتی‌های ورودی به بندر شهید رجایی بندرعباس پرداخته است. ابتدا، با استفاده از بررسی اسناد موجود و نظرات متخصصین، معیارها و چالشهای پیش رو مورد شناسایی قرار گرفت. سپس، با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی اقدام به وزن دهی معیارهای اصلی و چالش ها گردید. سه معیار و ۲۲ چالش برای مدیریت آب توازن کشتی ها شناسایی شد که بر اساس نتایج معیار اجرا (با وزن ۰/۳۶۸) از وزن بالاتری برخوردار شد. همچنین از ۲۲ چالش شناسایی شده چالش تعامل و همکاری منطقه ای در رتبه اول (با وزن ۰/۱۰۲) قرار گرفت و به عنوان مهمترین چالش مطرح گردید. دومین اولویت چالش‌های ذکر شده اقدامات مشارکتی (با وزن ۰/۰۹۵) می باشد. نتایج تحقیق همچنین نشان داد که کم اهمیت ترین چالش ها دخالت عموم جامعه (با وزن ۰/۰۱۸۴) و از طرفی قابلیت عملیاتی شدن در همه شرایط (با وزن ۰/۰۱۸) می باشد. بنابراین توصیه می‌شود مقرراتی جهت تمرکز بر مدیریت محیط زیست دریایی و نواحی ساحلی تدوین گردد و برنامه‌های مدون پایش زیست محیطی در دستور کار سازمآن¬های ذیربط قرار گیرد.

واژگان کلیدی: خلیج فارس، مدیریت محیط زیست، تحلیل سلسله مراتبی، حمل و نقل دریایی

opyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons. org/licenses/ by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

۱. مقدمه

خلیج‌فارس یکی از با ارزش‌ترین زیست بـوم‌های آبی جهان به شمار می‌رود که دربرگیرنده رویش‌های گرمسیری متنوع و گونه‌های مختلف جانداران آبزی است. این گستره دریایی شرایط بسیار ویژه‌ای دارد که محیط‌زیست، آن را به محیطی بسیار حساس و شکننده تبدیل کرده است (Zargar and Nouruzi, 2016). خلیج فارس، حوضه آبی کم عمقی، با عمق متوسط ۴۰-۳۵ متر و مساحتی در حدود ۲۴۰ کیلومتر مربع است. این منطقه از طریق تنگه هرمز به آب‌های بین المللی متصل می‌شود. زمان تعویض آب در این حوضه بین ۳ تا ۵ سال است که نشان می‌دهد آلاینده‌ها برای زمان قابل ملاحظه‌ای در خلیج فارس می‌مانند. بخش‌های شمالی خلیج فارس به دلیل عمق کم، چرخش محدود، شوری و دما بالا به میزان بیشتری تحت تاثیر آلاینده‌ها هستند. از سوی دیگر با توجه به وقوع حوادث محیطی مختلف در این منطقه طی سال‌های اخیر، از جمله بزرگترین ریزش نفتی دنیا در سال ۱۹۹۱، تردد کشتی‌ها، حمل و نقل و ورود آلودگی‌های نفتی و همچنین ریزش‌های نفتی، این منطقه دچار بحران شده است (Oryan et al., 2011).

یکی از عوامل تهدید کننده دریاها از جمله خلـیج فـارس، آب توازن کشتی‌ها می‌باشد. پژوهش‌های انجـام شـده در کشـورهای مختلف نشان می‌دهد که گونه‌های زیادی از باکتری‌ها، گیاهـان و جـانوران می‌تواننـد در آب تـوازن و رسـوبات کشـتی‌ها حتـی در مسیرهای طولانی چند هفته‌ای نیز زنده مانده و با تخلیـه آن¬هـا در بنادر مقصد تشـکیل کلونی‌هـای مضـری از گونـه‌ها و انتقـال عوامل بیماری‌زا داده و تعادل بوم‌شناختی موجود در منطقـه را بـر هم بزنند (Rahman, 2017). انتقال جهانی گونه‌های غیربـومی توسط آب توازن کشتی‌ها و اثرات و خطرات مربوط بـه آن¬هـا از چندین دهه پیش مورد شناسایی قـرار گرفتـه اسـت (Carlton, 1996). بنابراین، سازمان بین‌المللی دریانوردی (IMO) در راستای کاهش خطرات ناشی از آب تـوازن، اسـتانداردهای اجرایـی بـرای تخلیه آب توازن به منظور کاهش انتقـال گونـه‌های آبـزی مضـر توسط آب توازن را تدوین نموده اسـت (IMO, 2004). امـروزه، مساله انتقال گونه‌های مضر آبـزی غیربـومی ناشـی از تخلیـه آب توازن کشتی‌ها به دریا به شکل یک چـالش جهـانی نمـود یافتـه است، به نحوی که حل این مشکل از برنامه‌های ملی فراتر رفته و نیازمند همکاری‌ها و عملکرد یکنواخت جهانی و منطقه‌ای گردیده است. برآوردها حاکی از این است که با توجه به وضـعیت ناوگـان کشتی‌های جهان همه ساله در حـدود ۱۰ میلیـارد تـن آب تـوازن توسط کشتی‌ها جابجا می‌شود.همچنین بـرآورده شـده اسـت کـه حداقل روزانه ۳ تا ۴ هزار گونه (Carlton, 1985; Coutts et al., 2003) از موجودات زنده توسط آب توازن از محلی به محـل دیگر انتقال می‌یابنـد (Rezaei et al., 2010). آب تـوازن آبـی است با مواد معلق موجود در آن که به منظور کنترل اختلاف آبخور سینه ، پاشنه و پهلو، و فشارهای وارده بـر یـک کشـتی برداشـت می‌شود. موجودات زنده‌ای که در آب‌های ساحلی زندگی می‌کننـد ممکن است در هنگام مکش آب به تانک‌های تـوازن وارد شـوند. اگر کشتی در آب‌های کم عمق اقدام به آب‌گیری نماید، رسوبات و دیگر موجودات زنده نیز ممکن است به درون تانک‌ها وارد شـوند. هنگامی که آب توازن تخلیه می‌شود، این موجودات زنده نیـز رهـا می‌شوند. آب توازن کشتی‌ها به عنوان عامل اصلی انتقال ۷۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ گونـه مختلـف از جملـه میکروب‌هـا، گیاهـان و جـانوران دریایی در سراسر جهان شناخته شـده‌اند. انتقـال ایـن گونـه‌ها بـه عنوان یکی از عوامل اصلی تهدیـد کننـده اقیانوس‌هـا بـه شـمار می‌رود (Emam and Rasouli, 2008).

افزایش ظرفیت، تعـداد و سـرعت کشـتی‌های اقیـانوس پیمـا باعث گردیده است تا مقدار آب توازن جابجا شده در مخازن کشتی و متعاقباً تعداد و تنوع گونه‌های دریایی و پاتوژن‌های جابجـا شـده در آن¬ها نیز افزایش یابند. این امر به نوبه خود تاثیر قابل توجهی بر احتمال بقاء گونه‌های آبزی در هنگـام سـفر در مخـازن تـوازن کشتی از نقطه‌ای به نقطه دیگر داشـته و همچنـین باعـث انتقـال عامل برخی بیماری‌های انسانی و شیوع گسترده آن¬هـا در بـین مردم ساکن در نواحی ساحلی گردیده است (Khojasteh et al., 2012).

بر اساس مفـاد کنوانسـیون بـین المللـی مـدیریت آب تـوازن کشتی و رسوبات آن، کشورهای عضو مکلف می‌باشند کلیه قوانین و مقررات و ضمائم کنوانسیون را برای کشتی‌های تحت پرچم خود به اجرا درآورند. کلیه کشتی‌هایی که آب توازن را حمل می‌نماینـد مشمول مقررات کنوانسیون هستند. مطابق رویـه کنوانسـیون‌های دیگـر، کشـتی‌های جنگـی و کشـتی‌هایی کـه آب تـوازن حمـل نمی‌نمایند و کشتی‌هایی که صـرفاً در محـدود یـک کشـور تـردد می‌نمایند و یا بـرای بـارگیری آب تـوازن طراحـی نگردیده‌انـد، از شمول الزامات کنوانسیون خارج هستند.

پیش از تصویب کنوانسیون، سازمان بین المللی دریانوردی بـا همکـاری سـازمان تسـهیلات جهـانی محـیط زیسـت (Global Environment Facility)، برنامه توسعه سازمان ملـل (United Nation Development Program) و اعضای کشورهای عضـو و صنایع کشتیرانی به منظور کمک به کشورهای در حـال توسـعه پروژه‌ای تحت عنوان «برطرف کردن موانع اجرای موثر مدیریت و کنترل آب توازن در کشورهای در حال توسعه» یا به عبارت دیگـر «پروژه جهانی مدیریت آب توازن» را از سال ۱۹۹۹ تـا ۲۰۰۴ بـه مرحله اجرا درآورد. هدف از این برنامه، کـاهش انتقـال گونـه‌های آبزی از طریق آب توازن کشتی‌ها، اجرای دستورالعمل‌های سازمان بین المللی دریانوردی و آمادگی برای اجرای کنوانسیون کنتـرل و مدیریت آب توازن بود. ضرورت پژوهش در این است که وضعیت

شکل ۱- بندر شهید رجایی
Fig. 1- Shahid Rajaiee Port

محیط ساحلی و دریایی در تمامی مناطق متأثر از فعالیت های اقتصادی، اجتماعی و شرایط امنیتی در جوامع انسانی است. لذا نگاهی اجمالی به این فعالیت‌ها و عواقب مخرب ناشی از این فعالیت‌ها می‌تواند تصویر روشنی از شرایط محیطی و زیستی آن منطقه ارائه دهد.

ورود انواع آلاینده‌های ناشی از توسعه صنعتی که مهم‌ترین آن مربوط به فعالیت‌های نفت، گاز و پتروشیمی و سایر صنایع در منطقه می‌باشد. پساب‌های خانگی، کشاورزی و شرایط نامطلوب رودخانه‌ها، تغییرات بیش از حد و نامطلوب از منابع زنده و غیرزنده دریایی، حمل و نقل و تردد دریایی، خطوط لوله نفت، وقوع چند جنگ منطقه‌ای و به آتش کشیده شدن چاه‌های نفت منطقه و موارد بسیار متعدد دیگر که شرایط زیست محیطی منطقه خلیج فارس و دریای عمان را به حد غیرقابل قبولی تنزل داده و زنگ‌های خطر را در این منطقه به صدا درآورده است. آن چه که مسلم است به دلیل حضور ۸ کشور منطقه راپمی و هم چنین حضور مداوم برخی از ابرقدرت ها و تردد دائمی شناورها در منطقه، ایجاد شرایط مناسب زیستی برای آبزیان و اکوسیستمی مناسب برای آنان نیازمند عزم و اراده عمومی این کشورها می‌باشد و می‌بایست موانع در این مسیر شناسایی گردیده و درصد رفع آن¬ها برآمد (Farshchi et al., 2008). Khojasteh et al. 2012) تحقیقی را با عنوان «ارائه روش مدیریت آب توازن کشتی در خلیج فارس با استفاده از روش فازی تاپسیس» به انجام رساندند. نتایج نشان داد که استفاده از روش فیلترینگ از نظر کارآیی و هزینه از سایر روش‌ها عملی‌تر و اصولی‌تر بوده است. Hedayati و Bagheri (2015) مخاطرات زیست محیطی و مدیریت بحران ناشی از آب توازن کشتی‌ها بر اکوسیستم‌های دریایی" را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان داد که ارزیابی خسارات اقتصادی، اجتماعی، تفریحی و اکولوژیکی گونه‌های مهاجم آبزی ومحاسبه هزینه‌های مربوطه بسیار مشکل می‌باشد. همچنین Salami Asl و Savari (2017)، در تحقیقی به بررسی و شناسایی گروه‌های زئوپلانکتونی انتقال یافته توسط تخلیه آب توازن کشتی‌های ورودی به پایانه‌های بندر امام خمینی (ره) پرداختند. از آنجا که کنوانسیون آب توازن از سال ۲۰۱۷ اجرایی گردیده است، بنابراین بررسی موانع و چالش‌های مدیریت آب توازن امری بسیار ضروری است. در این پژوهش، به بررسی چالش‌های مدیریت آب توازن کشتی‌ها در منطقه دریایی راپمی (شامل ۸ کشور ساحلی خلیج فارس و دریای عمان) بر طبق نظر متخصصین پرداخته شده است .Soler-Figueroa et al (2020) ویژگی‌های فیتوپلانکتون انتقال یافته جهانی و پیامدهای مربوط به مقررات کنونی مربوط به آب توازن را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که مقررات فعلی، جمعیت‌های طبیعی فیتوپلانکتون را در نظر نمی‌گیرند و تلاش‌های کنترلی محدودی برای گونه‌های بالقوه مضر غیر بومی وجود دارد. .Venkatnarayanan et al (2022) بقا و بازیابی موجودات پلانکتون در تاریکی طولانی مدت و پیامدهای آن¬ها بر مدیریت آب توازن را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که دوره نهفتگی طولانی مدت در تاریکی ممکن است باعث رشد ارگانیسم های فرصت طلب شود و ممکن است پتانسیل تهاجمی آن¬ها را در طول زمان تغییر دهد و در هنگام حمل و نقل توسط آب توازن اثرات منفی جدی بر محیط پذیرنده ایجاد کند .Wang et al (2022) گسترش خطر دینامیک گونه های واسطه آب توازن و

سیاست کاهش خطر تهاجم به دریای مدیترانه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که علاوه بر مقررات سازمان بین‌المللی دریانوردی (IMO)، نیاز به ایجاد موثرترین روش های نظارتی و مقررات دقیق‌تر می‌باشد. هدف از این مقاله ارزیابی و شناسایی چالش‌های اجرای مدیریت آب توزان در منطقه راپمی می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق یک تحقیق توصیفی-تحلیلی است که در زمستان سال ۱۳۹۸ با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به شناسایی و اولویت‌بندی چالش‌های پیش روی مدیریت آب توازن کشتی‌ها در منطقه راپمی (جمهوری اسلامی ایران، بحرین، عراق، قطر، عربستان سعودی، کویت، عمان و امارات متحده عربی) پرداخته است. در ابتدا به بررسی اسناد و مدارک، مطالعات کتابخآن¬های، جستجو در طرح مدیریت آب توزان کشتی‌ها و علاوه برآن، مصاحبه با مدیران و کارکنان بخش دریایی اداره کل بنادر و دریانوری و کارکنان بندر شهید رجایی (شکل ۱)، به‌عنوان بزرگ‌ترین بندر کشور و سازمان حفاظت محیط زیست که به عنوان ذینفع در بحث کنوانسیون راپمی می‌باشند و نیز فرماندهان و مهندسین کشتی‌ها پرداخته شد و معیارها و چالش‌های تاثیرگذار درمدیریت آب توازن به این طریق تعیین گردید.

پس از شناسایی شاخص‌های مناسب، با هدف رتبه‌بندی آن¬ها درخت سلسله مراتبی تشکیل و بر اساس آن پرسشنامه AHP طراحی شد و از ۱۵ نفر متخصص برجسته و باتجربه در این زمینه خواسته شد که به پرسش‌های مربوط به مقایسات زوجی برای اولویت‌بندی و تعیین اهمیت چالش‌های پیش روی مدیریت آب توازن پاسخ دهند. مراحل انجام کار به طور خلاصه به شرح زیر می باشد:

۱) تجزیه مساله مورد نظر به صورت تشکیل سلسله مراتبی

۲) تعیین ضرایب اهمیت معیارها و زیرمعیارها و گزینه‌ها

۳) نرمال سازی ماتریس مقایسات زوجی

۴) محاسبه وزن‌های نسبی عناصر با تعیین مقادیر متوسط عناصر هر سطر از ماتریس نرمالیزه شده

۵) محاسبه میزان سازگاری ماتریس‌ها.

پس از تنظیم پرسشنامه، از لحاظ روایی و پایایی مورد بررسی قرار گرفت، روایی پرسشنامه از طریق نظرات چند نفر از متخصصین بررسی شد و پایایی نیز از طریق محاسبه ضریب آلفای کرونباخ مورد سنجش قرار گرفت (Drost, 2011) محاسبه وزن نهایی با ادغام وزن‌های نسبی از طریق مجموع حاصل ضرب وزن هر معیار در وزن گزینه مربوط به آن معیار به دست آمد و در نهایت گزینه‌ها با استفاده از مقایسات زوجی ماتریس‌ها و عملیات ریاضی اولویت بندی‌شده و گزینه برتر مشخص گردید (Saaty, 1980). بنابراین، به منظور اولویت‌بندی چالش‌های پیش روی مدیریت آب توازن کشتی‌ها در منطقه مورد مطالعه، در ابتدا معیارهای مختلفی که می‌تواند در اولویت‌بندی چالش‌ها تاثیرگذار باشد تعیین گردید. در مرحله بعد، به منظور به دست آوردن ضرایب اهمیت هر یک از معیارها و زیر معیارها (چالش‌ها) در مقایسه با یکدیگر پرسشنامه‌ای به شکل مقایسات زوجی طراحی شد و بین کارشناسان و متخصصین توزیع شد. در این مرحله، تعداد ۱۵ پرسشنامه بین کارشناسان و متخصصین توزیع گردید. برای به دست آوردن ضریب اهمیت هر یک از شاخص‌ها، پرسشنامه به شکل مقایسات زوجی طراحی شده و از متخصصین و کارشناسان خواسته شد تا بر اساس مقایسات زوجی، معیارها و زیر معیارهای اشاره شده را با یکدیگر مقایسه کرده و به آن¬ها در مقایسه با دیگری از ۱ تا ۹ (جدول ۱) امتیاز دهند. وزن نسبی نیز با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice محاسبه گردید و در نهایت از حاصل‌ضرب وزن محاسبه شده هر معیار در زیرمعیارها (چالش‌ها) وزن نهایی هر چالش مشخص گردید.

۳. نتایج

پس از بررسی اسناد و مدارک و مصاحبه با کارشناسان و متخصصان، سه معیار اصلی در زمینه چالش‌های پیش روی آب توازن کشتی‌ها شناسایی گردید که هر کدام از این سه معیار در برگیرنده زیرمعیارهای مربوط به خود می‌باشند و مجموع این زیر معیارها نشان دهنده چالش‌های پیش رو هستند. همان گونه که ذکر شد پس از تعیین معیارها و زیرمعیارها، مقایسات زوجی برای معیارهای اصلی و زیرمعیارها توسط ۱۵ نفر از متخصصان انجام پذیرفت که معیارها و زیر معیارهای به دست آمده و وزن اولیه آن¬ها در جدول شماره ۲ ارائه شده است. در نهایت، برای تعیین اولویت بین چالش‌ها، وزن هر زیر معیار در وزن معیار مربوط به خود ضرب گردید و اولویت‌بندی بر اساس بالاترین وزن به پایین ترن وزن مشخص گردید که نتایج درجدول شماره ۳ ارائه شده‌است.

جدول ۱- شیوه امتیاز دهی مقایسات زوجی
Table 1- Scoring method of paired comparisons

درجه ارجحیت در مقایسه زوجی	مقدار عدد
مساوی	۱
مساوی تا متوسط	۲
متوسط	۳
متوسط تا قوی	۴
قوی	۵
قوی تا خیلی قوی	۶
خیلی قوی	۷
خیلی قوی تا بی نهایت قوی	۸
بی نهایت قوی	۹

جدول ۲- معیارها و زیرمعیارها (چالش‌های) مربوط به مدیریت آب توازن کشتی‌ها
Table 2- Criteria and sub-criteria (challenges) related to ballast water management of ships

معیارهای اصلی	نماد و وزن معیار	زیرمعیارها (چالش‌ها)	نماد و وزن اولیه زیر معیارها
عضویت	O=۰/۳۴۴	پذیرش کنوانسیون و مفاد آن توسط کشورهای منطقه	O۱=۰/۲۱۸
		اختصاص نیروی آموزش دیده	O۲=۰/۰۹۳
		تعریف و تدوین مسائل حقوقی کنوانسیون	O۳=۰/۱۹۴
		تعریف و تدوین مسائل مربوط به بیمه	O۴=۰/۱۲
		تعریف و تدوین نظام هزینه ای مناسب	O۵=۰/۱۱۱
		مرجعیت اجرای کنوانسیون در کشورهای منطقه	O۶=۰/۱۱۱
		عدم تحمیل وظایف مازاد به پرسنل کشتی‌ها (crew work load)	O۷=۰/۰۸۴
		عدم تحمیل بار اضافه تجهیزاتی به کشتی‌ها (safe in operation)	O۸=۰/۰۷۸
اجرا	E=۰/۳۶۸	پیشگیری از بروز خسارت و آسیب در انتقال گونه‌ها	E۱=۰/۱۰۵
		روش‌های مقابله مناسب با گونه مهاجم	E۲=۰/۰۹۹
		تسهیلات دریافت و پردازش آب توازن و رسوبات	E۳=۰/۱۶۷
		کنترل و پایش بلند مدت	E۴=۰/۱۲۸
		مانیتورینگ هوایی و دریایی	E۵=۰/۱۱۸
		ایجاد سیستم‌های پردازش آب توازن	E۶=۰/۱۶۹
		ایجاد سیستم‌های حفظ و نگهداری (Maintenance)	E۷=۰/۱۶۴
		قابلیت عملیاتی شدن در همه شرایط (operational in all condition)	E۸=۰/۰۴۹
نظارت بر حسن اجرا	N=۰/۲۸۸	دخالت عموم جامعه	N۱=۰/۰۶۴
		اقدامات مشارکتی	N۲=۰/۳۳۲
		تعامل و همکاری منطقه‌ای	N۳=۰/۳۵۶
		سیستم پایش مداوم اثرات (CME)	N۴=۰/۰۹۸
		قابلیت تطبیق مفاد کنوانسیون با استانداردهای آتی	N۵=۰/۰۷۲
		قابلیت پذیرش جهانی کنوانسیون	N۶=۰/۰۷۸

جدول ۳- اوزان نهایی ۲۲ چالش پیش رو مدیریت آب توازن

Table 3- The final weights of 22 challenges facing ballast water management

معیارهای اصلی	وزن معیار	زیر معیارها (چالش‌ها)	وزن هر چالش در زیر گروه	وزن نهایی	رتبه
عضویت	۰/۳۴۴	پذیرش کنوانسیون و مفاد آن توسط کشورهای منطقه	۰/۲۱۸	۰/۰۷۴	۳
		اختصاص نیروی آموزش دیده	۰/۰۹۳	۰/۰۳۱	۱۵
		تعریف و تدوین مسائل حقوقی کنوانسیون	۰/۱۹۴	۰/۰۶۶	۴
		تعریف و تدوین مسائل مربوط به بیمه	۰/۱۲	۰/۰۴۱	۱۰
		تعریف و تدوین نظام هزینه‌ای مناسب	۰/۱۱۱	۰/۰۳۸۱	۱۲
		مرجعیت اجرای کنواسنیون در کشورهای منطقه	۰/۱۰۱	۰/۰۳۴	۱۴
		عدم تحمیل وظایف مازاد به پرسنل کشتی‌ها	۰/۰۸۴	۰/۰۲۸۸	۱۵
		عدم تحمیل بار اضافه تجهیزاتی به کشتی‌ها	۰/۰۷۸	۰/۰۲۶	۱۸
اجرا	۰/۳۶۸	پیشگیری از بروز خسارت و آسیب در انتقال گونه‌ها	۰/۱۰۵	۰/۰۳۸۶	۱۱
		روش های مقابله مناسب با گونه مهاجم	۰/۰۹۹	۰/۰۳۶	۱۳
		تسهیلات دریافت و پردازش آب توازن و رسوبات	۰/۱۶۷	۰/۰۶۱	۶
		کنترل و پایش بلند مدت	۰/۱۲۸	۰/۰۴۷	۸
		مانیتورینگ هوایی و دریایی	۰/۱۱۸	۰/۰۴۳	۹
		ایجاد سیستم‌های پردازش آب توازن	۰/۱۶۹	۰/۰۶۲	۵
		ایجاد سیستم‌های حفظ و نگهداری	۰/۱۶۴	۰/۰۶	۷
		قابلیت عملیاتی شدن در همه شرایط	۰/۰۴۹	۰/۰۱۸	۲۲
نظارت بر حسن اجرا	۰/۲۸۸	دخالت عموم جامعه	۰/۰۶۴	۰/۰۱۸۴	۲۱
		اقدامات مشارکتی	۰/۳۳۲	۰/۰۹۵	۲
		تعامل و همکاری منطقه‌ای	۰/۳۵۶	۰/۱۰۲	۱
		سیستم پایش مداوم اثرات (CME)	۰/۰۹۸	۰/۰۲۸۲	۱۷
		قابلیت تطبیق مفاد کنوانسیون با استانداردهای آتی	۰/۰۷۲	۰/۰۲	۲۰
		قابلیت پذیرش جهانی کنوانسیون	۰/۰۷۸	۰/۰۲۲	۱۹

٤. بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج، از بین سه معیار اصلی موثر بر مدیریت آب توازن کشتی‌ها، معیار اجرا از وزن بالاتری برخوردار می‌باشد. همچنین، ۲۲ چالش پیش رو مدیریت آب توازن در منطقه راپمی مورد شناسایی و اولویت بندی قرار گرفت که از بین چالش‌های پیش رو ، تعامل و همکاری منطقه‌ای در رتبه اول قرار گرفت و به عنوان مهمترین چالش مطرح گردید که با توجه به اینکه هشت کشور عضو راپمی می‌باشند و از میان این کشورها تنها ج.ا. ایران عضو کنوانسیون آب توازن کشتی‌ها شده است، لذا انتخاب این چالش به عنوان چالش اول مدیریت آب توازن دور از ذهن نمی‌باشد. دومین اولویت چالش‌های ذکر شده اقدامات مشارکتی می‌باشد که نشان دهنده آن است که همکاری مناسب بین ادارات مختلف و مرتبط با مدیریت آب توازن در کشور (سازمان حفاظت محیط زیست، سازمان بنادر و دریانوردی و سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی کشور) جزو چالش‌های مهم محسوب می‌گردد. نتایج تحقیق همچنین نشان می‌دهد کم اهمیت‌ترین چالش‌ها دخالت عموم جامعه و از طرفی قابلیت عملیاتی شدن در همه شرایط می‌باشد. در مورد دخالت عموم جامعه باید به این نکته اشاره نمود که چون مدیریت آب توازن امری تخصصی محسوب می‌شود، عموم جامعه نقش چندان پر رنگی نمی‌توانند درآن ایفا نمایند. بنابراین، کم اهمیت بودن این چالش امری منطقی محسوب می‌گردد.

در مطالعات صورت گرفته در خصوص آب توازن کمتر به جنبه‌های کامل چالش مدیریت آب توازن پرداخته شده است و تقریباً در تمامی مطالعات به اثرات و خطرات موردی آب توازن پرداخته اند. Teymoortash et al. (2001) به بررسی مدیریت آب توازن کشتی ها و کنترل گونه‌های مهاجم دریایی ناشی از آن پرداختند. در این مطالعه عوامل انتقال گونه های مهاجم به دریا توسط آب توازن به بحث گذاشته شده است و به عنوان یکی از تهدیدات ناشی از آب توازن مطرح شده است. در این مطالعه یکی از مهم‌ترین راهکارها برای مقابله با این خطر، افزایش آگاهی مسئولین و عموم مردم در مورد این معضل زیست محیطی ذکر گریده است. در مطالعه حاضر نیز یکی از چالش‌های اصلی درمدیریت آب توازن، نظارت بر حسن اجرا و دخالت عموم جامعه و

اقدامات مشارکتی تعیین گردید که از این لحاظ با مطالعه صورت گرفته هماهنگی دارد. همچنین Ghorbani و Pazooki (2001) به بررسی تاثیرات زیست محیطی دریا در نتیجه انتقال آب توازن کشتی‌ها پرداختند در این مطالعه اظهار شده است که سازمان بین المللی دریانوردی به دنبال تدوین ساز و کارهایی است که خطرات حاصل از انتقال ارگانیسم های دریایی توسط آب توازن را کاهش دهد. در مطالعه Rezaei et al. (2010) نیز به معضل انتقال گونه‌های متنوع توسط آب توازن در بندر شهید رجایی بندرعباس پرداخته شده است و به عنوان یکی از مشکلات و مسائل پیش روی آب توازن مطرح گردیده است در مطالعه حاضر نیز معیار اجرا و چالش ایجاد سیستم‌های پردازش آب توازن و کنترل و پایش بلند مدت جزء موارد مدنظر برای مدیریت آب توازن ذکر شده‌است. همچنین در مطالعه Jahanbakhsh (2017) نیز به بررسی امکان سنجی استفاده از فرآیندهای الکتروشیمیایی در بی خطر سازی آب توازن کشتی‌ها پرداخته شده است در مطالعه حاضر نیز روش‌های مناسب مقابله با گونه‌های مهاجم به عنوان یکی از زیر معیارها و چالش‌های پیش روی مدیریت آب توازن تعیین گردید. Zaideen (2019) در مطالعه‌ای به بررسی پارادوکس اجرای مدیریت کنوانسیون مدیریت آب توازن در آب‌های مالزی پرداخت و مهم‌ترین چالش را چگونگی مقابله با گونه‌های مهاجم ذکر نمود. در تحقیق حاضر نیز از چالش‌های مهم، روش‌های مقابله مناسب و گونه مهاجر تعیین گردیده است. Outinen et al. (2021) نیز در مطالعه‌ای به بررسی گزینه‌های پایدار برای مدیریت آب توازن پرداختند. در این مطالعه تاکید بر روی روش‌های مقابله مناسب با گونه‌های مهاجم بوده است که در مطالعه حاضر نیز یکی از چالش‌های پیش رو مورد ذکر شده تعیین گردید.

با توجه به عضویت کشور ایران در کنوانسیون آب توازن کشتی‌ها و اجرایی شدن این کنوانسیون از روز هشتم سپتامبر ۲۰۱۷ میلادی (۱۷ شهریور ۱۳۹۶)، لازم است مسئولان متولی شامل سازمان بنادر و دریانوردی کشور، سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی و سازمان حفاظت محیط زیست کشور تلاش‌های لازم برای شناسایی و رفع چالش‌های پیش رو داشته باشند و این مطالعه نیز با توجه به اینکه معیارها و چالش‌ها و امتیازبندی و وزن دهی آن¬ها بر اساس نظرات ارزنده متخصصان با تجربه در این زمینه به انجام رسیده است، می‌تواند بخشی از نیازهای مطالعاتی در این زمینه را مرتفع نماید.

در پایان با توجه به نتایج به دست آمده پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد: ۱) آشنا نمودن کشورهای و مقامات منطقه با اهداف و اصول کنوانسیون مدیریت آب توازن کشتی‌ها می‌تواند شرایط را پذیرش کنوانسیون توسط کشورها فراهم نماید. ۲) ضرورت تدوین مقرراتی جهت تمرکز در مدیریت محیط زیست دریایی و نواحی ساحلی بسیار بدیهی به نظر می‌رسد تا از این منظر، وظایف و اختیارات هر دستگاهی متمایز از نهادهای دیگر به نحو بارزتری مشخص گردد و اهداف مورد نظرتحقق پیدا کند. ۳) گنجاندن برنامه‌های مدون پایش زیست محیطی در دستور کار سازمآن¬های ذیربط با بهره گیری از الگوهای پایشی موجود در دستورالعمل‌های اتحادیه اروپا درخصوص جلوگیری و کنترل آلودگی‌های دریایی. ۴) ارایه پیشنهاد تدوین و اجرای پروتکل ارزیابی اثرات زیست محیطی با ماهیت فرامرزی به برنامه راپمی.

با توجه به نتایجی که از تحقیق حاضر حاصل گردید، محقق هدف از این پژوهش را صرفاً تلاشی در راستای گشودن مسیر برای سایر افراد علاقه مندبه این حوزه می‌داند. بنابراین، موضوعات زیر به عنوان پیشنهاد برای سایر محققان ارائه می‌شود: ۱) تعمیم دادن تحقیق حاضر به سایر کشورهای منطقه خلیج فارس می‌تواند به بهبودمدیریت آب توزان در منطقه راپمی از نقطه نظر اهمیت دادن به موضوع‌های دارای اولویت در این تحقیق و تحقیق‌های آینده. ۲) تشویق بنادر به انجام تحقیقات زیست محیطی جهت کمک به بهبود اکوسیستم دریایی و حفاظت از محیط زیست.

۵. سپاسگزاری:

بدین‌وسیله از دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس و همچنین اداره کل بنادر و دریانوردی استان هرمزگان به جهت همکاری لازم درا نجام این تحقیق و در اختیار گذاشتن منابع مورد نیاز، تشکر و قدردانی می گردد.

Refrences:

Carlton, J.T., 1996. Pattern, process, and prediction in marine invasion ecology. *Biological conservation*, *78*(1-2), pp.97-106. https://doi.org/10.1016/0006-3207(96)00020-1

Carlton, J.T., 1985. Transoceanic and interoceanic dispersal of coastal marine organisms: the biology of ballast water. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, *23*, pp.313-374.

Coutts, A.D., Moore, K.M. and Hewitt, C.L., 2003. Ships' sea-chests: an overlooked transfer mechanism for non-indigenous marine species? *Marine pollution bulletin*, *46*(11), pp.1510-1513. DOI: 10.1016/S0025-326X(03)00292-3

Drost, E.A., 2011. Validity and reliability in social science research. *Education Research and perspectives*, *38*(1), pp.105-123. https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/INFORMIT.491551710186460

Emam, R. and Rasouli, M., 2008. Convention on the Control and Management of Ship Ballast Water, a new way to deal with invasive aquatic species. In *10th National Conference of Marine Industries of Iran, Tehran, Iran.* (In Persian).

Farshchi, P., Dabiri, F. and SHOJAEI, S., 2008. Legal aspects of oil pollution in the Persian Gulf and the Sea of Oman (an international perspective). *Journal of Environmental Science and Technology*. *10*(2), pp.76-86. DOI: 10.22034/irlsmp.2020.10968010. (In Persian).

Ghorbani, H. and Pazooki, K., 2001. Environmental effects of the sea resulting from the transfer of Water Balancing of Ships. *Iranian South Medical Journal*.4, pp. 24-24. https://www.sid.ir/paper/430875/fa. (In Persian)

Hedayati, S.A.A. and Bagheri, T., 2015. Environmental Risks and Crisis Management Due to Ship Ballast Water on Marine Ecosystems. Quarterly Journal of Marine Science and Technology, 19(73), pp.57-67. https://civilica.com/ doc/705823/. (In Persian).

IMO (International Maritime Organization)., 2004. International convention for the control and management of ship ballast water and sediments.

Jahanbakhsh, M., 2017. The Feasibility Study of the Use of Electrochemical Processes in The Immunization Water Balancing of Ships. *Journal of Maritime Transport Industry*. 3 (3), pp. 14-19. (in Persian)

Khojasteh, A.R., Zarehdosst, M. and Rasouli, M., 2012. Presenting the ship ballast water management method in the Persian Gulf using the FUZZY TOPSIS method. In 10th International Conference on Coasts, Ports and Marine Structures, Tehran. Iran. (In Persian).

Oryan, S, Tatina, M. and Gharibkhani, M., 2011. The impact of oil pollution on the accumulation of heavy metals (Ni, Pb, Cd & V) in muscle tissue of Pampus argenteus from the northern part of the Persian Gulf. *Journal of Oceanography*. *1*(4), pp.61-68. DOI: 20.1001.1.15621057.1389.1.4.6.1. (In Persian).

Outinen, O., Bailey, S.A., Broeg, K., Chasse, J., Clarke, S., Daigle, R.M., Gollasch, S., Kakkonen, J.E., Lehtiniemi, M., Normant-Saremba, M. and Ogilvie, D., 2021. Exceptions and exemptions under the ballast water management convention–Sustainable alternatives for ballast water management? *Journal of Environmental Management*, *293*, p.112823. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112823

Rahman, S., 2017. Implementation of ballast water management plan in ships through ballast water exchange system. *Procedia engineering*. 194, pp.323-329. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.08.152. (In Persian).

Rezaei, A., Kazemiyan, M., Owfi, F. and Shapory, M., 2010. Study On the Diversity of the Transferred Zooplanktones by The Ballast Water in Shahid-Rajaei Commercial Port. *Journal of Marine Biology*, *2*(1), pp.67-70. (In Persian).

Saaty, T.L., 1980. The analytic hierarchy process (AHP). *The Journal of the Operational Research Society*, *41*(11), pp.1073-1076.

Salami Asl, S. and Savari, A., 2017. Identifying the Zooplanktons Transported and Discharged by Ballast Tanks of Ships during Entering Bandar-e Imam Khomeini Terminal. *Journal of Marine Biology*.8(4), pp. 55-64. URL: http://jmb.ahvaz.iau.ir/article-1-543-fa.html (In Persian).

Soler-Figueroa, B.M., Fontaine, D.N., Carney, K.J., Ruiz, G.M. and Tamburri, M.N., 2020. Characteristics of global port phytoplankton and implications for current ballast water regulations. *Marine Pollution Bulletin*, *155*, p.111165. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111165

Teymoortash, H., Yavari, V., parhizi, A., 2001. Water Balancing of Ships management and control of invasive marine species. *Iranian South Medical Journal*.4:31-31. (in Persian)

Venkatnarayanan, S., Kumar, P.S., Pandey, V., Ratnam, K., Jha, D.K., Rajaguru, S. and Dharani, G., 2022. Survival and recovery of planktonic organisms in prolonged darkness and their implications on ballast water management. *Journal of Experimental*

Marine Biology and Ecology, *549*, p.151697. https://doi.org/10.1016/j.jembe.2022.151697.

Wang, Z., Saebi, M., Grey, E.K., Corbett, J.J., Chen, D., Yang, D. and Wan, Z., 2022. Ballast water-mediated species spread risk dynamics and policy implications to reduce the invasion risk to the Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, *174*, p.113285. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113285.

Zargar,A. and Nouruzi, Z., 2016. The Persian Gulf Countries' Responsibilities and Their Roles in Environmental Protection. *Research Letter of International Relations*, *1*(33), p.251. (In Persian).

Zaideen, I.M.M., 2019. The paradox in implementing Ballast Water Management Convention 2004 (BWMC) in Malaysian water. *Marine pollution bulletin*, *148*, pp.3-4. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.041