مجله علوم وفنون دریایی، فصل نامه ی علمی پژوهشی

دوره ۲۲، شماره۱، بهار ۱۴۰۲، صفحات ۳۱ تا ۴۳

مقاله پژوهشی

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

فراوانی و ترکیب گونه ای پاروپایان در آب توازن کشتی های ورودی به بندر مجیدیه– ماهشهر (شمال غرب خلیج فارس)

کبری جلالی، بابک دوست شناس*، احمد سواری، نسرین سخایی

گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

* **نویسنده مسئول، پست الکترونیک:** doustshenas@kmsu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۰ **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۰/۱۰/۰۲ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۰/۱۰/۱۵

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22113/JMST.2022.319169.2458

چکیده

انتقال گونه های بیگانه ی مهاجم توسط آب توازن کشتی‌ها یکی از مهمترین تهدیدهای اکوسیستم‌های آبی می‌باشد. در این مطالعه با هدف بررسی و شناسایی پاروپایان، آب توازن۱۰ فروند کشتی ورودی به بندر صادراتی مجیدیه ماهشهر در سال ۱۳۹۷ نمونه برداری شد. نمونه برداری زئوپلانکتون‌ها از هر کشتی با عبور دادن ۱۰۰ لیتر آب¬توازن کشتی ها از تورپلانکتون گیری با چشمه ۵۰ میکرومتر و در سه تکرار صورت گرفت. همزمان فاکتورهای محیطی شامل اکسیژن محلول، اسدیته، دما و شوری آب توازن با ۳ تکرار سنجیده شد. به طور کلی ۵۶ گونه از پاروپایان شناسایی شدند. بیشترین تعداد گونه (۳۶گونه) و همچنین بیشترین میانگین تراکم پاروپایان ($۳/۲ \times ۱۰^{۴}$ فرد در متر مکعب) مربوطه به کشتی ARGO1 از بندرعباس و کمترین میانگین تراکم (۱×۱۰^{۴} فرد در متر مکعب) و کمترین تعداد گونه (۲۴) به ترتیب مربوط به کشتی PRECIGIOUS و GUNISHLI از بندر فجیره، امارات بود. نتایج آنالیز واریانس یک طرفه بین کشتی¬های ورودی به بندر صادراتی مجیدیه از نظر میانگین تراکم پاروپایان اختلاف معنی دار نشان داد. همبستگی مثبت و معنی داری بین میانگین تراکم پاروپایان با دما و اکسیژن محلول دیده شد. تمامی گونه ها به جز گونه *Oithona davisae* قبلاً از آب های خلیج فارس گزارش شده بودند. گونه *O. davisae* فقط در کشتی CONSTANTINOS از بندر فجیره امارات مشاهده گردید. این گونه بومی آبهای ساحلی شرق آسیا خصوصا اطراف ژاپن و چین است و در دریای سیاه، بخش مرکزی دریای مدیترانه و اخیراً در دریای اژه گزارش شده است. نتایج این تحقیق می‌تواند به ارزیابی خطر احتمالی ورود گونه‌های بیگانه و مهاجم جدید کمک نموده و در بهبود روش های مدیریت کمیت و کیفیت آب¬توازن کشتی ها اهمیت داشته باشد.

کلمات کلیدی: پاروپایان، آب توازن، گونه غیر بومی، خلیج فارس

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.

۱–مقدمه

پراکنش گونه‌ها به طور طبیعی و به آرامی در طول زمان از طریق باد و جریان‌های اقیانوسی رخ می‌دهد. دخالت‌های بشر با انتقال ارگانیسم‌ها به صورت عمدی و تصادفی سرعت و مقیاس این جابجایی‌ها را افزایش داده است در نتیجه برخی گونه‌ها به خارج از محدوده جغرافیایی طبیعی خود وارد می‌شوند (Deacutis and Ribb, 2002; Duggan et al., 2005). به‌طور کلی داشتن اطلاعات صحیح از روش‌ها و مسیرهای ورودی گونه‌ها به محیط-های آبی می‌تواند به مدیریت ارزیابی پیامدهای احتمالی ناشی از ورود آنها کمک نماید (Steichen et al., 2014; David et al., 2007).

آب توازن به آب شیرین یا شور به همراه مواد معلق در تانک-های توازن و انبار کالای کشتی‌ها که برای حفظ تعادل کشتی و قابلیت مانور آن در طول سفر و در دریای متلاطم می‌باشد، گفته می‌شود (de Castro, 2012; Bailey and Rajakaruna, 2017). حمل و نقل دریایی و جابجایی جهانی آب‌های توازن بوسیله کشتی‌ها بزرگترین و اصلی‌ترین مسیر و عامل انتقال گونه-های آبزی به بنادر مختلف جهان است. هر ساله حدود ۷ تا ۱۰ هزار گونه از موجودات زنده از محلی به محلی دیگر از طریق آب‌توازن کشتی‌ها انتقال می‌یابد و عامل حضور گونه‌های بیگانه در۸۰ درصد از ۲۳۲ منطقه اکولوژیکی دنیا، آب توازن کشتی‌ها می‌باشد (de Castro, 2012; Amidi et al., 2021). اگرچه بخش اعظم ارگانیسم‌ها در زمان تخلیه آب توازن زنده نمی‌مانند اما برخی از آنها زنده مانده و در محیط جدید مستقر می‌شوند و اثرات جدی بر اکولوژی، اقتصاد و سلامت عمومی محیط دریافت کننده آن ایجاد می‌کنند و از مهمترین تهدیدهای اکوسیستم‌های آبی هستند (de Castro, 2012; David et al., 2015). آب توازن می‌تواند حاوی ارگانیسم‌های زیادی از گروه‌های مختف تاکسونومیکی از جمه پاروپایان باشد (Shapoori and Gholami, 2014). پاروپایان پلانکتونی به عنوان یکی از بزرگترین گروه‌های زئوپلانکتونی در همه اکوسیستم‌های آبی حضور دارند و از نظر تعداد، فروانترین ارگانیسم‌های پلانکتونی در اقیانوس‌ها هستند (Souissi and Souissi., 2020). از نظر اکولوژیکی پاروپایان دارای نقش کلیدی در زنجیره غذایی می‌باشند و باعث ایجاد ارتباط میان جلبک‌های میکروسکوپی با سطوح تغذیه ای بالاتر از جمله لاروها، ماهیان و وال‌ها می‌شوند و به عنوان مصرف کنندگان اولیه محسوب می‌شوند (Bhandare and Ingole, 2008; Hedayati et al., 2017).

در سال‌های اخیر مطالعات زیادی درخصوص جابجایی موجودات پلانکتونی توسط آب توازن کشتی‌ها در سرتاسر دنیا صورت گرفته است (Gollasch et al., 2000; Shapoori and Gholami, 2014; de Castro et al., 2017; Amidi et al., 2021). اولین گزارش گونه غیربومی در سال 1903 درخصوص جمعیت انبوهی از جلبک آسیایی *Odontella sinensis* در دریای شمال گزارش شد (Deacutis and Ribb, 2002). بررسی ارگانسیم‌های آب توازن در دهه 1980 با تاکید بر ارگانیسم‌های پاتوژن آغاز شد (Wu et al., 2017). در تحقیقی که Gollasch et al. (2000) درباره بررسی کشتی¬های ورودی به آب‌های کشور آلمان بیان کردند برخی گونه‌های فرصت طلب پاروپایان از جمله جنس *Tisbe*، با وجود طولانی بودن مدت زمان سفر و شرایط درون تانک آب¬توازن فراوانی بالایی داشتند. در مطالعه که Duggan et al. (2005) در مورد آب توازن کشتی های ورودی به Great Lakes داشتند، پاروپایان با فراوانی ۹۷٪ به عنوان فراوان‌ترین گروه زئوپلانکتونی معرفی و همچنین ۶ گونه غیر بومی پاروپا را نیز گزارش نمودند.

در مطالعه‌ای که توسط Wu et al. (2017) درباره گونه‌های بیگانه ورودی به بنادر چین از طریق آب¬توازن انجام شد، ۱۱ گونه غیربومی پاروپا در آب توازن گزارش گردید. اما در کشور ایران به استثناء تحقیقات Salami Asl و Savari (2017)، Tolian et al. (2020) و Amidi et al. (2021) مطالعات چندانی در مورد پاروپایان موجود در آب توازن کشتی ها صورت نگرفته است. اما در مورد تنوع زیستی پاروپایان پلانکتونیک آب‌های آب های ساحلی استان خوزستان توسط Peyghan et al. (2011) و اجتماعات پاروپایان پلانکتونیک در مصب رودخانه اروند توسط Sakhaei et al. (2019) مطالعاتی صورت گرفته است.

خورها محیط‌های ساحلی پر تولید به عنوان نوزادگاه و محل تغذیه محسوب می‌شوند (Abedi, 2015). خورموسی یک منطقه مهم اقتصادی در شمال غرب خلیج فارس، از خوریات کوچک و بزرگ زیادی از جمله مجیدیه، غزاله، جعفری، زنگی، احمدی، عبدالله، دورق، و مریموس تشکیل شده است. این منطقه یکی از بزرگترین مراکز صنعتی در ایران به حساب می آید و به دلیل فعالیت‌های دریایی مانند صید و صیادی و حمل و نقل ، پرورش آبزیان، نوزادگاه بودن برای گونه‌های مهم اقتصادی و داشتن موقعیت جغرافیایی استراتژیک بسیار مهم می‌باشد (Ravanbakhsh et al., 2020). با توجه به اینکه پایانه‌ها و بنادر صادراتی با توجه به تحقیق de Castro et al. (2017) به دلیل تخلیه حجم زیادی از آب توزان در معرض خطر بیشتری قرار دارند وبا توجه به پژوهش David et al. (2007) از طرفی حفظ تنوع زیستی گونه‌های بومی در سیستم‌های طبیعی برای پایداری و انعطاف‌پذیری جمعیت‌ها اهمیت دارد. لذا، بررسی فراوانی و تنوع زیستی ارگانیسم های موجود در آب توازن کشتی ها در بنادر صادراتی ماهشهر از اهمیت زیادی برخوردار است. بنابراین مطالعه حاضر با هدف بررسی پاروپایان پلانکتونیک درون آب توازن کشتی

های ورودی به بندر صادراتی مجیدیه در خور موسی به عنوان بندر مقصد به منظور بررسی وجود گونه‌های غیربومی صورت گرفت.

۲. مواد و روش ها

بندر صادراتی مجیدیه در عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۷ دقیقه و طول ۴۹ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی در کانال طبیعی ماهشـــهر و آبـــراه خور موســـی با داشتن ۸ اسکله بستر مناسبی برای ورود کشتی¬های نفتی به این بندر و صادرات نفت فراهم کرده است (شکل ۱). نمونه برداری از ۱۰ کشتی ورودی به بندر صادراتی مجیدیه بعد از پهلو گرفتن کشتی‌ها در اسکله صورت گرفت (شکل۲). در هر کشتی از محل خروجی آب توازن به دریا (شکل ۳)، ۱۰۰ لیتر آب¬توازن با ۳ تکرار ازهر کشتی برداشت و به منظور جدا نمودن پاروپایان پلانکتونیک از تور ۵۰ میکرومتر عبور داده شد. هرنمونه جمع آوری شده در ظرف انتهای تور پس از انتقال به ظروف یک لیتری با فرمالین ۴ درصد تثبیت شد. مشخصات کشتی¬های بررسی شده در جدول ۱ نشان داده شده است. فاکتورهای شوری، دما، اکسیژن محلول و pH آب توازن هر کشتی نیز توسط دستگاه مولتی متر با ۳ تکرار مورد سنجش قرار گرفت (جدول۲). لازم به ذکر است بهترین روش جمع‌آوری نمونه که نمایان‌گر کل آب¬توازن درون تانک باشد روش in line یعنی تهیه آب¬توازن از محل خروجی آن می‌باشد (Bailey and Rajakaruna, 2017).

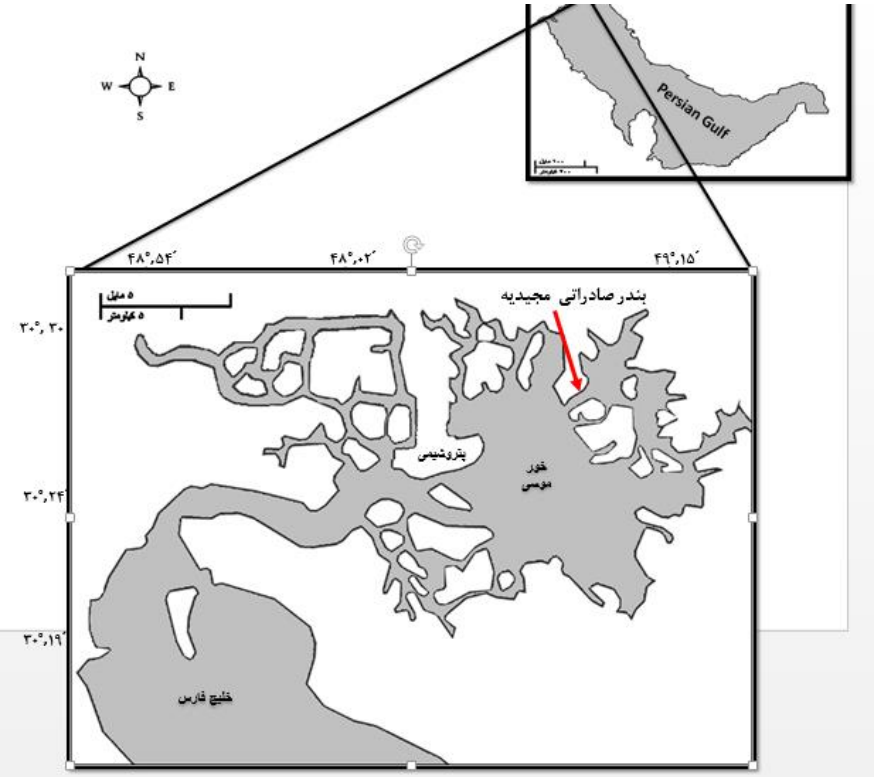
بعداز انتقال نمونه ها به آزمایشگاه زیست شناسی دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، نمونه ها ی پاروپا با استفاده از میکروسکوپ فاز معکوس مدل Olympus-AX70 مورد شناسایی و شمارش قرار گرفت و در نهایت تعداد بر حسب فرد بر متر مکعب محاسبه گردید. جهت شناسایی پاروپایان از کلیدهای شناسایی Conway et al. (2003)، Boxshal و Halsey (2004) استفاده گردید.

به منظور مقایسه تراکم پاروپایان در کشتی¬های مختلف از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (One–way ANOVA) و پس آزمون دانکن (Duncan) در صورت وجود اختلاف معنی دار بین داده های مورد بررسی استفاده شد. جهت مقایسه میانگین تراکم پاروپایان کشتی¬های با دو مبدأ کشور ایران و کشور امارات از آزمون Independent sample T-test استفاده گردید. بررسی تراکم پاروپایان و فاکتورهای محیطی در کشتی¬های مختلف با استفاده از آزمون ضریب همبستگی اسپیرمن (Spearman) انجام شد. از نرم افزار SPSS ویرایش ۲۱ جهت انجام آزمون‌های آماری و از برنامه Excell 2013 جهت رسم نمودار استفاده گردید.

Table 1. Characteristics of the ships studied in this research in 2017

جدول ۱. مشخصات کشتی های مورد مطالعه در تحقیق حاضر در سال ۱۳۹۷

شماره کشتی	نام کشتی	بندر مبدأ	نوع کشتی	ظرفیت آب¬توازن(متر مکعب)
۱	CONSTANTINOS	فجیره (امارات متحده عربی)	تانکر نفت کش	۲۳۵۲۹
۲	GUNESHLI	فجیره (امارات متحده عربی)	تانکر محصولات خام	۳۳۹۸۵
۳	HUDARA	فجیره (امارات متحده عربی)	تانکر نفت کش	۳۲۷۲۲
۴	PRESTIGIOUS	فجیره (امارات متحده عربی)	تانکر نفت کش	۲۵۷۵۳
۵	PAVINOSPIRIT2	فجیره (امارات متحده عربی)	تانکر نفت کش	۳۸۷۹۲
۶	ARC 2	خور فخان (امارات متحده عربی)	تانکر نفت کش	۳۳۹۵۱
۷	ADVENTUROUS	سیراف (ایران)	تانکر نفت کش	۱۸۱۹۳/۸
۸	ARGO1	بندر عباس (ایران)	تانکر نفت کش	۳۳۲۹۶/۹
۹	POLAIS 1	خارک (ایران)	تانکر نفت کش	۱۸۳۲۵
۱۰	GLORIOUS	لاوان (ایران)	تانکر نفت کش	۲۵۸۷۹
			مجموع	۲۸۴۴۲۷/۱



شکل ۱- موقعیت بندر صادراتی مجیدیه

Fig. 1- Location of Majidieh export port

شکل۲- محل پهلوگیری کشتی در اسکله

Fig. 2- Ship mooring place in the wharf

شکل۳- محل خروجی آب¬توازن به دریا

Fig. 3- The outlet of the balanced water to the sea

۳. نتایج

میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده در آب توازن کشتی های مورد بررسی در جدول ۲ نشان داده شده است. بیشترین شوری، دما، اکسیژن محلول و اسیدیته به ترتیب ۴۳/۱۲±۰/۰۰۵ قسمت در هزار، ۳۴/۰۳±۰/۰۳۳ درجه سانتی‌گراد، ۵/۹۵±۰/۰۲۸ میلی‌گرم در لیتر، ۸/۲±۰/۰۰۳ مربوط به کشتی های GLORIOUS از بندر لاوان، PAVINOSPIRIT2 از بندر فجیره، ADVENTUROUS از بندر سیراف، GLORIOUS از بندر لاوان و کمترین مقادیر به ترتیب ۳۵/۱۹±۰/۰۲ قسمت در هزار ۲۲/۰۳±۰/۰۳۳ درجه سانتی‌گراد، ۴/۵۶±۰/۰۰۸ میلی‌گرم در لیتر، ۷/۳۳±۰/۰۲۶ مربوط به کشتی¬های CONSTANTINOS از بندر فجیره، ARC2 از بندرخورفخان و PRESTIGIOUS از بندر فجیره بوده است.

در این مطالعه ۳ راسته ۲۰ خانواده ۲۸ جنس و ۵۶ گونه از پاروپایان شناسایی گردیدکه اسامی آن‌ها و همچنین گونه های غالب در جدول ۳ قید شده است. گونه‌های غالب که در اکثر کشتی¬های مورد مطالعه مشاهده شد شامل *Parvocalanus crassirostris*، *Oithona simplex*، *Acrocalanus gibber* بودند. گونه *Oithona davisae* غالب‌ترین گونه در کشتی CONSTANTINOS از بندر فجیره بود که فقط در آب¬توازن این کشتی مشاهده شد.

جدول۲- فاکتورهای فیزیکوشیمیایی در آب توازن کشتی های مورد مطالعه در سال ۱۳۹۷

Table 2- Physicochemical factors in the balance water of ships studied in 2017

شماره کشتی	نام کشتی	شوری (قسمت در هزار)	دما (درجه سانتی گراد)	اکسیژن محلول (میلی گرم در لیتر)	اسیدیته
۱	CONSTANTINOS	۳۵/۹ ± ۰/۰۲	۲۶/۴۱ ± ۰/۰۰۵	۵/۸۷ ± ۰/۰۰۶	۸/۱۱ ± ۰/۰۰۶
۲	GUNESHLI	۳۶/۱۷ ± ۰/۱۵	۲۶/۷۲ ± ۰/۰۱۱	۵/۸۴ ± ۰/۰۱۸	۸/۱۱ ± ۰/۰۰۵
۳	HUDARA	۳۶/۲۹ ± ۰/۰۲۵	۲۵/۷۲ ± ۰/۰۱۴	۵/۵۴ ± ۰/۰۰۵	۷/۸۱ ± ۰/۰۰۸
۴	PRESTIGIOUS	۳۸/۲۲ ± ۰/۰۱۴	۲۴/۶۳ ± ۰/۰۳۳	۴/۵۶ ± ۰/۰۰۸	۷/۳۳ ± ۰/۲۶
۵	PAVINOSPIRIT2	۳۶/۵۵ ± ۰/۰۳۲	۳۴/۰۳ ± ۰/۰۳۳	۵/۲۸ ± ۰/۰۰۵	۸/۱۵ ± ۰/۰۰۵
۶	ARC 2	۴۱/۳۱ ± ۰/۰۰۸	۲۲/۰۳ ± ۰/۰۳۳	۵/۶۱ ± ۰/۰۰۵	۸/۱۶ ± ۰/۰۰۶
۷	ADVENTUROUS	۳۹/۱۳ ± ۰/۰۰۸	۲۵/۶۶ ± ۰/۰۳۳	۵/۹۵ ± ۰/۰۲۸	۸/۱ ± ۰/۰۰۶
۸	ARGO1	۳۹/۱۳ ± ۰/۰۰۸	۲۷/۶ ± ۰/۰۰۸	۵/۶۳ ± ۰/۰۱۴	۷/۸۸ ± ۰/۰۰۳
۹	POLAIS1	۴۲± ۰/۰۰۸	۲۷/۰۴ ± ۰/۰۴۳	۵/۶۴ ± ۰/۰۱۴	۸/۱ ± ۰/۰۰۳
۱۰	GLORIOUS	۴۳/۱۲ ± ۰/۰۰۵	۳۰/۰۷ ± ۰/۰۳۷	۵/۳۹ ± ۰/۰۰۵	۸/۲ ± ۰/۰۰۳
	میانگین کل	۳۸/۴۹ ± ۰/۹	۲۶± ۱/۰۲	۵/۵۳ ± ۰/۱۲	۷/۹۹ ± ۰/۰۴
	میانگین کل بنادر امارات	۳۶/۴ ± ۰/۴۱	۲۶/۵۵ ± ۱/۶۲	۵/۴۵ ± ۰/۱۹	۷/۹۵ ± ۰/۱۳
	میانگین کل بنادر ایران	۴۱/۴۳ ± ۰/۶۹	۲۷/۵۹ ± ۰/۷۵	۵/۶۶ ± ۰/۰۹	۸/۰۶ ± ۰/۰۴

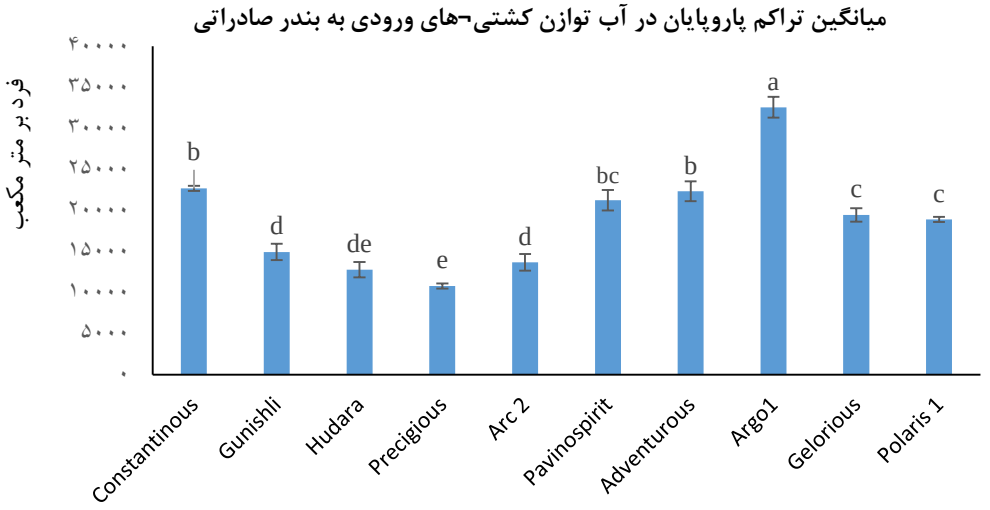
جدول۳. حضور(+) و غیاب (-) گونه های شناسایی شده در آب توازن کشتی های ورودی به بندر صادراتی مجیدیه سال ۱۳۹۷ (*گونه غالب، ** غالبترین گونه هر کشتی)

Table 3. Presence (+) and absence (-) of identified species in the balance water of ships entering Majidieh export port in 2017 (*dominant species, ** the most dominant species of each ship)

راسته	خانواده	گونه/جنس	CONSTANTINOS	GUNESHLI	HUDARA	PRESTIGIOUS	PAVINOSPIRIT2	ARC 2	ADVENTUROUS	ARGO1	POLAIS1	GLORIOUS
Calanoid	Temoridae	*Temora turbinate* (Dana, 1849)	+*	+*	+	+	-	-	+	+	+	+
		Temora discaudata (Giesbrecht, 1889)	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-
	Paracalanidae	*Parvocalanus crassirostris(*Andronov, 1970)	+*	+	+**	+*	+*	+**	+	+*	+	+*
		Paracalanus sp.	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
		Paracalanus aculatus (Giesbrecht, 1888)	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-
		Paracalanus sp.	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
		Paracalanus parvus (Claus, 1863)	+	+**	+	+	+*	+*	+	+**	+*	-
		Acrocalanus gibber(Giesbrecht, 1888)	+	+*	+	-	+	+*	+*	+*	+**	+
		Acrocalanus longicornis(Giesbrecht, 1888)	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+
		Bestiolina sp.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
		Bestiolina arabica (Al-Yamani & Prusova, 2007)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Acartidae	*Acartiella faoensis* (Khalaf, 1991)	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+
		Acartia ohtsukai (Dana, 1846)	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-
		Acartia bispinosa (Carl, 1907)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pseudodiaptomidae	*Pseudodiaptomus serricaudatus* (Scott, 1894	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+
		Pseudidiaptomus arabicus (Walter, 1998	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-
		Pseudidiaptomus ardjuna (Brehm, 1953)	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-
	Clausocalanidae	*Clausocalanus arcuicornis* ((Dana, 1849	+	+	-	-	-	-	+**	-	+	-
	Pontellidae	*Labidocera* sp.	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-
		Labidocera minuta (Giesbrecht, 1889)	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
		Labidocera acuta (Dana, 1849)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
		Labidocea kuweitina (Lubbock, 1853)	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
		Labidocera benegalensis (Lubbock, 1853)	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+
		Calanopia elliptica (Dana, 1849)	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
		Pontellopsis macronyx (Scott A., 1909)	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
	Calanidae	*Canthocalanus pauper* (Giesbrecht, 1888)	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+

		Undinula vulgaris (Dana, 1849)	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-
	Centropagidae	*Centropages furcatus* (Dana, 1849)	-	-	-	+	+	+	-	+	-	+
		Centropages orsini (Giesbrecht, 1889)	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+
		Centropages tenuiremis (Thompson. & Scott., 1903)	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-
	Totanidae	*Tortanus forcipatus* (Giesbrecht, 1889)	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-
	Candaciidae	*Candacia pachydactyla* (Dana, 1849)	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
		Candacia bradyi (Scott,1902)	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
		Candacia curta (Dana, 1849)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	Eucalanidae	*Subeucalanus subcrassus* (Giesbrecht, 1888)	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+
		Subeucalanus macronatus (Giesbrecht, 1888)	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-
	Euchaetidae	*Euchaeta concinna* (Dana, 1849)	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-
		Eucheata rimana (Bradford, 1974)	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-
Cyclopoidae	Oithonidae	*Oithona simplex* (Farran, 1913)	+*	+**	+*	+**	+	+*	+*	+*	+	+*
		Oithona aculata (Farran, 1913)	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
		Oithona nana (Giesbrecht, 1892)	+	+	-	+	+	-	-	-	+*	+*
		Oithona davisae (Ferrari & Orsi, 1984)	+**	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Oithona plumifera (Baird, 1843)	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-
		Oithona sp.	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+
		Oithona attenuate (Farran, 1913)	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+
	Corycaeidae	*Corycaeus dahlia* (Tanaka, 1957)	-	-	+	+	+*	+	+	+	+	+
		Corycaeus andrewsi (Farran, 1911)	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-
	Oncaeidae	*Oncaea clevei* (Früchtl, 1923)	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-
		Oncaea venusta (Philippi, 1843)	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+
	Sapphirinidae	*Sapphirina nigromaculata* (Claus, 1863)	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+
		Copilia mirabilis (Dana, 1852)	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-
	Clusidiidae	*Hemicyclops sp*	-	+*	+	+	-	+	+	-	+	+
Harpacticoida	Ectinosomatidae	*Microsetella norvegica* (Boeck, 1864)	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-
		Microsetella sp	+	-	+	-	-	-	+**	-	-	+
	Euterpinidae	*Euterpina acutifrons* (Dana, 1848)	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-
	Pletidiidae	*Clytemnestrea scutellata* (Dana, 1847)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Nauplius larva			+*	+	+	+**	+**	+*	+	+**	+*	+**
Copepodite larva			+	+*	+	+*	+*	+	+*	+*	+*	+*
		تعداد گونه در هر کشتی	۳۰	۲۴	۲۵	۲۸	۳۱	۲۷	۲۵	۳۶	۲۵	۲۷

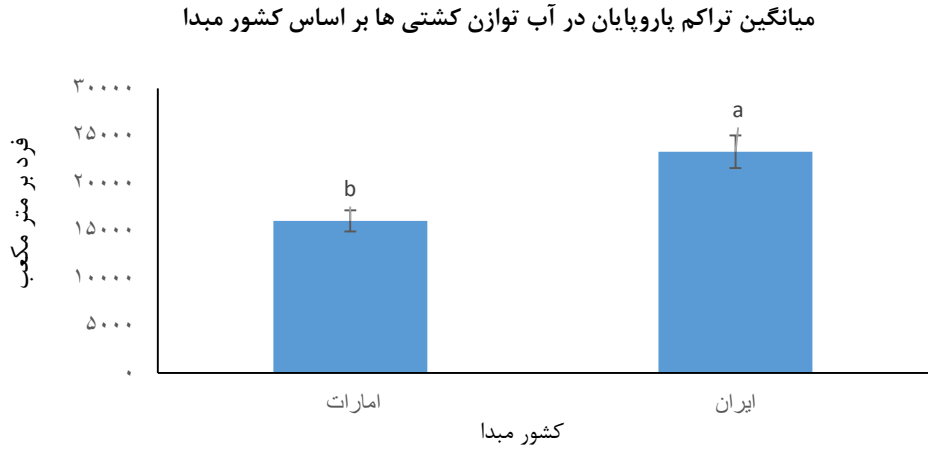
نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد بین کشتی¬های ورودی به بندر صادراتی مجیدیه از نظر میانگین تراکم پاروپایان اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P<0.05$). بیشترین میانگین تراکم ($۳/۲\times۱۰^{۴}$ فرد بر متر مکعب) و تعداد گونه‌ها (۳۶ گونه) مربوطه به کشتی ARGO1 از بندرعباس و کمترین میانگین تراکم (۱×۱۰^{۴} فرد بر متر مکعب) و کمترین تعداد گونه (۲۴ گونه) به ترتیب مربوط به کشتی PRECIGIOUS و GUNISHLI از بندر فجیره، امارات بود (شکل ۴). نتایج آزمون Independent Sample T-test نشان داد میانگین تراکم پاروپایان در آب توازن کشتی های با دو مبدأ ایران و امارات اختلاف معنی دار دارند ($P<0.05$). میانگین تراکم پاروپایان در کشتی های با مبدأ ایران ($۲/۳\times۱۰^{۴}$ فرد بر متر مکعب) در مقایسه با کشتی های با مبدأ امارات ($۱/۶\times۱۰^{۴}$ فرد بر متر مکعب) بیشتر بود (شکل ۵).



حروف غیر همسان نشان دهنده اختلاف معنی دار است (ANOVA, $P<0.05$)

شکل٤- میانگین تراکم (فرد بر متر مکعب ±خطای استاندارد) پاروپایان

Fig. 4- Average density (individuals per cubic meter ± standard error) of Paropayan



شکل۵- مقایسه میانگین تراکم (فرد بر متر مکعب ±خطای استاندارد) بین دو مبدأ

Fig 5- Comparison of average density (persons per cubic meter ± standard error) between two sources

جدول٤- ضریب همبستگی اسپیرمن بین میانگین تراکم پاروپایان و فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب‌توازن کشتی‌ها
Table 4- Spearman's correlation coefficient between the average density of fins and the physiochemical factors of the water balance of ships.

	میانگین تراکم	دما	شوری	اسیدیته	اکسیژن محلول
میانگین تراکم	۱				
دما	۰/۵۲** (P < ۰/۰۵)	۱			
شوری	۰/۳ (P > ۰/۰۵)	۰/۴۰* (P < ۰/۰۵)	۱		
اسیدیته	۰/۳ (P > ۰/۰۵)	۰/۲۳ (P > ۰/۰۵)	۰/۱۸ (P > ۰/۰۵)	۱	
اکسیژن محلول	۰/۴۴* (P < ۰/۰۵)	۰/۱۶ (P > ۰/۰۵)	-۰/۱۳ (P > ۰/۰۵)	۰/۰۶ (P > ۰/۰۵)	۱

(P<۰/۰۵)۰: *معنی داری همبستگی در سطح ۰/۰۵، ** معنی داری همبستگی در سطح ۰/۰۱ ، (P>۰/۰۵): عدم معنی داری همبستگی

نتایج حاصل از آزمون همبستگی، همبستگی مثبت و معنی دار بین میانگین تراکم پاروپایان و اکسیژن محلول و دما را نشان داد (P<0.05). اما بین میانگین تراکم پاروپایان و میزان اسیدیته و شوری آب همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد(P>0.05). نتایج همبستگی بین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی و میانگین تراکم پاروپایان در جدول ۴ نشان داده شده است.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

نتایج جدول ۳ نشان داد که گونه های *A. gibber*، *P. crassirostris* و *Paracalanus parvus* از خانواده Paracalanidae و همچنین گونه *Oithona simplex* از خانواده Oithonidae جزو گونه های غالب در آب های توازن کشتی های مورد مطالعه بودند (جدول ۳). این گونه ها به وفور در آب‌های ساحلی و دور از ساحل مشاهده شدند. بنابراین تراکم بالای این گونه‌ها قابل توجیه است (Tam et al., 2000). اما گونه *Oithona davisae* از خانواده Oithonidae فقط در آب توازن مخازن کشتی CONSTANTINOS از بندر فجیره کشور امارات مشاهده شد که گونه غالب این کشتی هم بود(جدول ۳). گونه‌های جنس *Oithona* به علت تغذیه همه چیزخواری و اندازه کوچک نقش مهمی در انتقال انرژی در زنجیره‌غذایی دارند. زیستگاه‌های اکولوژیکی آن در مصب‌ها، آب‌های پلاژیک و آب‌های ساحلی است، بنابراین دامنه تحمل فاکتورهای محیطی متفاوتی را دارد (Ara et al., 2017). گونه *O. davisae* بومی آب‌های ساحلی شرق آسیا خصوصاً اطراف ژاپن و چین است و آب‌های نریتیک را ترجیح می‌دهد و در مناطق مصبی و ساحلی به تعداد زیاد یافت می‌شود. اولین بار در مصب Sacramento–San Joaquin توصیف شد، سپس در قسمت‌های مختلف دنیا از جمله سواحل سان فرانسیسکو، دریای Wadden، دریای سیاه، بخش مرکزی دریای مدیترانه و اخیراً در دریای اژه گزارش شده است (Terbıyık Kurt and Beşiktepe, 2019). با توجه به اینکه تراکم این گونه در کشتی CONSTANTINOS زیاد بوده و غالب‌ترین گونه در این کشتی بوده و بندر قبلی این کشتی بندر جده در عربستان بوده است به دلیل ارتباط آب‌های بندر جده (دریای سرخ) با دریای مدیترانه و دریای اژه از طریق کانال سوئز، این احتمال وجود دارد که منشا ورود آن به این کشتی از بندر جده بوده باشد. برخی محققین دیگر نیز دلایلی برای این مسأله ذکر نمودند، اول این‌که ممکن است تعویض آب توازن انجام نشده و یا به صورت ناقص انجام شده باشد دوم این‌که علت فراوان بودن گونه‌های ساحلی در آب توازن تعویض شده این است که ممکن است آب‌های باز اقیانوسی حاوی گونه‌های ساحلی باشند که توسط شرایط اقیانوسی (جریان ساحلی و دور از ساحل، طغیان رودخانه و توزیع طبیعی پلانکتون‌ها) به مناطق دور از ساحل منتقل شده باشند (Cordell et al., 2009) . تمامی گونه‌های شناسایی شده در تحقیق حاضر به استثنا گونه *O. davisae* قبلاً از آب‌های خلیج فارس گزارش شده و بومی منطقه هستند. حضور گونه *O. davisae* احتمالاً ناشی از قدرت تحمل زیاد این گونه در شرایط متغیر دمایی و شوری می‌باشد. سایر محققین نیز به تحمل فیزیولوژیکی و توزیع بومی این گونه اشاره داشته اند (Cordell et al., 2009). در دیگر تحقیقات صورت گرفته در خلیج فارس در آب توازن کشتی های ورودی به بندر بوشهر و بندر امام خمینی گونه غیربومی گزارش نشده است (Salami Asl and Savari, 2017; Tolian et al., 2020).

تراکم ارگانیسم‌ها در آب توازن متغیر است در برخی سفرها کاهش و در برخی افزایش و در برخی سفرها مشابه هستند (McCollin et al., 2008). علت تفاوت میانگین تراکم پاروپایان در آب¬توازن کشتی¬های مختلف از دو مبدأ ایران و امارات به عمر آب توازن، روش تعویض آب‌توازن، نوع کشتی، تراکم اولیه زئوپلانکتون‌ها، محدود بودن غذا، فقدان نور، میزان اکسیژن محلول، جابجایی آب درون تانک‌ها (Sloshing) و توانایی برخی گونه‌ها در مهاجرت به قسمت‌های امن تر تانک بستگی دارد. گرچه عملا حذف

ارگانیسم‌ها فرآیند پیچیده ای است ولی روش‌های موثر تعویض آب توازن نقش بسیار موثری در از بین رفتن ارگانیسم‌های درون آب¬توازن دارد (Cordell et al., 2009). برخی تحقیقات نشان داده که روش رقیق کردن آب توازن با آب های مسیر (through flow) و روش خالی و پرکردن (empty–refill) به ترتیب ۷۰ و ۹۰ درصد در حذف ارگانیسم‌های بیگانه موثر بوده است. در کشتی هایی که از روش empty–refill استفاده می‌کنند، در مقایسه با روش flow through که تاثیر رقیق سازی آب توازن درون تانک را دارد، به طور قابل توجهی تراکم گونه‌های ساحلی کاهش می‌یابد. با افزایش سن آب توازن تراکم زئوپلانکتون‌ها کاهش می‌یابد. بنابراین بسته به نوع کشتی کارایی تعویض آب توازن متفاوت است برخی از کشتی‌ها مانند تانکرها تراکم بیشتری از گونه‌های با خطر بالا را دارا هستند (Gollasch et al., 2000; McCollin et al., 2008).

در این مطالعه مطابق نتایج حاصل از آزمون همبستگی میانگین تراکم پاروپایان و فاکتورهای فیزیکوشیمیایی، دو فاکتور دما و اکسیژن محلول بیشترین تأثیر را بر میانگین تراکم پاروپایان نشان دادند. Tolian et al. (2020) و Islam et al. (2006) نیز همبستگی مثبت و معنی داری بین تراکم پاروپایان و فاکتور دما را گزارش نمودند آنها دما را مهمترین فاکتور موثر بر تراکم پاروپایان ذکر کردند. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج این محققین مطابقت داشت. میزان اکسیژن محلول درون تانک‌های آب¬توازن از مهمترین فاکتورهای محیطی موثر بر ارگانیسم‌های آب توازن است. پاروپایان آزادزی معمولا فاقد دستگاه گردش خون و اندام‌های تنفسی هستند و تبادلات گازهای تنفسی در آنها از طریق انتشار صورت می‌گیرد بنابراین کاهش اکسیژن محلول در آب توازن، بر ظرفیت انتشارگازهای تنفسی انها بسیار موثر است (Ruppert and Barnes, 1982) . هرچه مدت زمان سفر کوتاهتر باشد میزان اکسیژن در دسترس موجودات بیشتر، مرگ و میر کمتر و فراوانی کاهش کمتری خواهد داشت. هرچه طول سفر بیشتر باشد به علت مصرف اکسیژن در نتیجه ظرفیت اکسیژن محلول درآب توازن کمتر شده و بنابراین تعداد موجودات کاهش می یابد نتایج Gollasch et al. (2000) نیز حاکی از کاهش تعداد زئوپلانکتون‌ها با افزایش طول سفر همراه با کاهش اکسیژن است۰. با توجه به کوتاه بودن مدت زمان سفر کشتی های مورد بررسی به علت نزدیکی بنادر، احتمالاً کاهش اکسیژن در آب توازن نسبت به مقدار اولیه (میزان اکسیژن محلول آب دریا در بندر مبدأ) رخ نداده و یا تا زمان تخلیه در بندر مقصد برای پاروپایان قابل تحمل بوده است که می‌تواند دلیلی بر وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین این عامل و میانگین تراکم پاروپایان باشد. در این تحقیق ارتباط معنی‌داری بین تراکم پاروپایان با اسیدیته و شوری مشاهده نگردید. Tolian et al. (2020) نیز وضعیت مشابه ای را گزارش نمودند. Nosrati-Ghods et al. (2017) در مطالعه بررسی آب توازن کشتی‌ها در جزیره خارگ، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین دو فاکتور دما و شوری مشاهده کردند که با نتایج حاصل از این مطالعه مطابقت دارد.

نتیجه گیری کلی

در تحقیق حاضر هیچ گونه غیربومی در آب توازن کشتی های با مبدأ بنادر ایرانی مشاهده نشد. در بین کشتی های با مبدأ کشور امارات فقط در آب توازن یکی از کشتی‌ها گونه غیربومی *O. davisae* مشاهده گردید. سفرهای بین سواحل یک منطقه جغرافیایی احتمال افزایش انتشار گونه‌های مهاجم مستقر در آن منطقه را به منطقه ساحلی جدید و سفرهای فرا منطقه ای احتمال ورود گونه غیر بومی جدید را افزایش می دهد. همانگونه که گونه-های مهاجم *Mnemiopsis leidyi* و *Rhithropanopeus harrisii* به‌وسیله حمل و نقل دریایی از طریق کانال ولگا–دن وارد دریای خزر شدند این امکان وجود دارد که در زمان تعویض آب¬توازن گونه‌های غیر بومی وارد کشتی شده و در بنادر مقصد مراحل پلاژیک آنها از تانک خارج شود و سپس در مناطق با دما و شوری‌های مشابه گسترش یابند. بنابراین تعویض آب توازن در سفرهای منطقه‌ای با مسافت کم روش مناسبی برای کاهش خطر گونه‌های غیر بومی محسوب نمی شود زیرا احتمال حذف تمام زئوپلانکتون‌های بنادر مبدأ ضعیف است.

هرچند روش تعویض آب توازن یک اقدام حفاظتی مفید معرفی شده است اما بطور معمول طراحی کشتی‌ها طوری است که اجازه تعویض کامل آب توازن را نمی دهد و یا ممکن است توسط خدمه بدرستی انجام نشود و یا شرایط جوی اجازه آن را ندهد. در نتیجه ممکن است مقداری آب و رسوب در مخازن باقیمانده و همراه با آن موجودات بیگانه مقاوم و یا مراحل مقاوم زندگی موجودات مانند سیستها وارد آبهای بنادر جدید شوند. با توجه به نیمه بسته بودن خلیج فارس در صورتی که گونه غیر بومی به بنادر یکی از کشورهای حوزه خلیج فارس وارد گردد، این احتمال وجود دارد که بتواند از طریق آب توازن کشتی‌ها، دیگر کشورهای منطقه را تحت تاثیر قرار دهد. با توجه به ادامه داشتن تخلیه آب توازن و احتمال وجود گونه‌های غیربومی در کشتی های بین قاره ای ورودی به منطقه، احتمال اسقرار این گونه‌ها بعد از چندین بار ورود در منطقه وجود دارد. لذا، همکاری‌های منطقه‌ای برای مقابله با این چالش ضروری است.

سپاسگزاری

نویسندگان از سازمان بنادر و دریانوردی و تمامی پرسنل بندر صادراتی ماهشهر خصوصا بخش عملیات دریایی جهت تسهیل روند نمونه‌برداری کمال تقدیر و تشکر به عمل می‌آورند.

Refrences:

Abedi, E., 2015. The Zooplankton of Bardestan Creek in the Persian Gulf. *Journal of the Persian Gulf*, *6*(20), pp.21-28.

Amidi, R., Fatemi, S.M.R., Ghodousi, J. and Javid, A.H., 2021. Phytoplankton assemblages in the ballast water of the navigated ships from the Indian Ocean to Shahid Rajaee Port, Hormozgan, Persian Gulf, Iran. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, *20*(5), pp.1483-1509. DOI: 20.1001.1.15622916.2021.20.5.19.6.

Ara, M., Farooq, S., Rabbaniha, M. and Ali Muhammad, A., 2017. First report of cyclopoid copepods (oithonidae) from north-eastern Arabian Sea, Karachi, Pakistan. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, *16*(3), pp.1114-1122. DOI: 10.22092/IJFS.2018.114724.

Bailey, S.A. and Rajakaruna, H., 2017. Optimizing methods to estimate zooplankton concentration based on generalized patterns of patchiness inside ballast tanks and ballast water discharges. *Ecology and Evolution*, *7*(22), pp.9689-9698. DOI: 10.1002/ece3.3498.

Bhandare, C. and Ingole, B.S., 2008. First evidence of tumor-like anomaly infestation in copepods from the Central Indian Ridge.

Boxshall, G.A. and Halsey, S.H., 2004. *An introduction to copepod diversity*. Ray Society.

Conway, D.V., White, R.G., Hugues-Dit-Ciles, J., Gallienne, C.P. and Robins, D.B., 2003. Guide to the coastal and surface zooplankton of the south-western Indian Ocean. Occasional Publication of the Marine Biological Association 15. DOI 10.13140/2.1.1554.0165.

Cordell, J.R., Lawrence, D.J., Ferm, N.C., Tear, L.M., Smith, S.S. and Herwig, R.P., 2009. Factors influencing densities of non-indigenous species in the ballast water of ships arriving at ports in Puget Sound, Washington, United States. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, *19*(3), pp.322-343. DOI: 10.1002/aqc.986.

David, M., Gollasch, S., Cabrini, M., Perkovič, M., Bošnjak, D. and Virgilio, D., 2007. Results from the first ballast water sampling study in the Mediterranean Sea–the Port of Koper study. *Marine Pollution Bulletin*, *54*(1), pp.53-65. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2006.08.041.

David, M., Gollasch, S. and Hewitt, C., 2015. Global maritime transport and ballast water management. *Issues and Solutions; Invading Nature: Springer Series in Invasion Ecology; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany*, *10*, pp.978-994.

de Castro, M.C.T., 2012. Implementation of the Ballast Water Management Convention, 2004–Background Information on the Subject and Enforcement Procedures. *The United Nations–Nippon Foundation Fellowship Programme. Division of Ocean Affairs and The Law of the Sea. New York, United Nations*.

de Castro, M.C.T., Fileman, T.W. and Hall-Spencer, J.M., 2017. Invasive species in the Northeastern and Southwestern Atlantic Ocean: A review. *Marine Pollution Bulletin*, *116*(1-2), pp.41-47. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.12.048.

Deacutis, C.F. and Ribb, R.C., 2002. Ballast water and introduced species: management options for Narragansett Bay and Rhode Island. *Prepared to fulfil the requirements of*, pp.17-3.

Duggan, I.C., Van Overdijk, C.D., Bailey, S.A., Jenkins, P.T., Limén, H. and MacIsaac, H.J., 2005. Invertebrates associated with residual ballast water and sediments of cargo-carrying ships entering the Great Lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *62*(11), pp.2463-2474. DOI: 10.1139/f05-160.

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. *Journal of Plankton Research*, *22*(5), pp.923-937. DOI: 10.1093/plankt/22.5.923.

Hedayati, A., Pouladi, M., Vazirizadeh, A., Qadermarzi, A. And Mehdipour, N., 2017. Seasonal variations in abundance and diversity of copepods in Mond River estuary, Bushehr, Persian Gulf. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, *18*(2), pp.447-452. DOI: 10.13057/biodiv/d180201.

Islam, M.S., Ueda, H. and Tanaka, M., 2006. Spatial and seasonal variations in copepod communities related to turbidity maximum along the Chikugo estuarine gradient in the upper Ariake Bay, Japan. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *68*(1-2), pp.113-126.

McCollin, T., Shanks, A.M. and Dunn, J., 2008. Changes in zooplankton abundance and diversity after ballast water exchange in regional seas. *Marine Pollution Bulletin*, *56*(5), pp.834-844. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2008.02.004.

Nosrati-Ghods, N., Ghadiri, M. and Früh, W.G., 2017. Management and environmental risk study of the physicochemical parameters of ballast water. *Marine Pollution Bulletin*, *114*(1), pp.428-438. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2016.09.062.

Peyghan, S., Savari, A., Sakhaee, N., Doostshenas, B. and Dehghan, M.S., 2011. Study On Seasonal Variation in Paracalanidae Copepods in Bahrakan Waters (North West Persian Gulf). *Journal of Marine Biology*, *11*(3), pp. 3-14. (In Persian).

Ravanbakhsh, M., Javid, A.Z., Hadi, M. and Fard, N.J.H., 2020. Heavy metals risk assessment in fish species (Johnius belangerii (C) and Cynoglossus arel) in Musa Estuary, Persian Gulf. *Environmental Research*, *188*, p.109560. DOI: 10.1016/j.envres.2020.109560.

Ruppert, E.E. and Barnes, R.D., 1982. *Invertebrate zoology*. New York Saunders College Publishing.

Sakhaei, N., Sheyamizadeh, M., Doustshenas, B., Savari, A. and Nabavi, M.B., 2019. Study of Planktonic Crustacean Communities (Copepoda, Cladosera) of the Arvand estuary by Scanning electron microscope. *Journal of Marine Science and Technology*, *18*(3), pp.1-13. DOI: 10.22113/jmst.2019.149004.2197. (In Persian).

Salami Asl, S. and Savari, A., 2017. Identifying the Zooplanktons Transported and Discharged by Ballast Tanks of Ships during Entering Bandar-e Imam Khomeini Terminals. *Journal of Marine biology*, *8* (4), pp.55-64.

Shapoori, M. and Gholami, M., 2014. Effect of a ballast water treatment system on survivorship of natural populations of marine plankton in Persian Gulf, Iran. *Marine Sc*ience, *4*(2), pp.44-48. DOI: 10.5923/j.ms.20140402.03.

Souissi, A. and Souissi, S., 2020. Abnormalities in shape and size of Eurytemora affinis (Copepoda, Calanoida) and its eggs under different environmental conditions. *Crustaceana*, *93*(3-5), pp.355-378. DOI: 0.1163/15685403-00003989.

Steichen, J.L., Schulze, A., Brinkmeyer, R. and Quigg, A., 2014. All aboard! A biological survey of ballast water onboard vessels spanning the North Atlantic Ocean. *Marine pollution bulletin*, *87*(1-2), pp.201-210. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2014.07.058.

Tam, P.F., Wong, C.K., Chen, Q.C., Fu, Y.Y., Huang, L.M. and Yin, J.Q., 2000. Planktonic copepods of the Zhujiang estuary, 1991–1996. Journal of the National Taiwan museum. Special publication series, *10*, pp.87-100.

Terbıyık Kurt, T. and Beşiktepe, Ş., 2019. First distribution record of the invasive copepod Oithona davisae Ferrari and Orsi, 1984, in the coastal waters of the Aegean Sea. *Marine Ecology*, *40*(3), p.e.12548. DOI: 10.1111/maec.12548.

Tolian, R., Makhsoosi, A.H. and Bushehri, P.K., 2020. Investigation of heavy metals in the ballast water of ship tanks after and before the implementation of the ballast water convention: Bushehr Port, Persian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, *157*, p.111378. Doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.111378.

Wu, H., Chen, C., Wang, Q., Lin, J. and Xue, J., 2017. The biological content of ballast water in China: A review. *Aquaculture and Fisheries*, *2*(6), pp.241-246. DOI: 10.1016/j.aaf.2017.03.002.

Journal of Marine Science and Technology

Spring 2023, Vol. 22, No.1, pp. 31-43.

Khorramshahr University of Marine Science and Technology

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

Original Article

Copepod abundance and species composition in the ballast water of ships entering the port of Majidiyeh-Mahshahr (northwest of the Persian Gulf)

Kobra Jalali, Babak Doustshenas*, Ahmad Savari, Nasrin Sakhaei

Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science and Oceanography, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, .Iran.

***Corresponding Author E-mail:** doustshenas@kmsu.ac.ir

Received: 11 December 2021 **Revise Date:** 23 December 2021 **Accepted:** 5 January 2022

DOI: 10.22113/JMST.2022.319169.2458

Abstract:

The transfer of alien and invasive species through the ballast water of vessels is one of the most important threats to aquatic ecosystems. This study aimed to investigate the ballast water of 10 vessels entering the export port of Majidiyeh Mahshahr in 2018. A sampling of zooplankton from each vessel was performed by filtering 100 litres of ballast water of each vessel using a plankton sampling net with 50 µm mesh with three replications. Simultaneously, environmental factors including dissolved oxygen, acidity, temperature, and salinity were measured with 3 replications in the ballast water of the vessels. The results of a one-way analysis of variance showed that there is a significant difference between the vessels entering the export port of Majidiyeh in terms of the average density of Copepods. The highest average density 3.2×10^4 ind/m^{-3} and the number of species (36 species) related to ARGO1 ship from Bandar Abbas and the lowest average density 1×10^4 and the lowest number of species (24 species) belonged to PRECIGIOUS and GUNISHLI from Fujairah, UAE, respectively. There was a significant positive correlation between the average density of Copepods with temperature and dissolved oxygen. In total, 3 orders, 20 families, 28 genera, and 56 species were identified. All identified species except *Oithona davisae* have been previously reported from the Persian Gulf. *O. davisae* species was found only on the CONSTANTINOS ship from the port of Fujairah, UAE. It is native to the coastal waters of East Asia, especially around Japan and China, and has been reported in the Black Sea, the central Mediterranean, and more recently in the Aegean Sea. This research can be important for assessing the potential risk of new invasive species as well as for improving the quantitative and quality management practices of ships' ballast water.

Key words: Copepods, Ballast water, non-native species, Persian Gulf

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.