

Study of diversity and distribution of Polychaetes (Annelida: Polychaeta) in Qeshm Island and the effect of desalination plant effluent on them

Samarghand Gafari¹,

Seyed Mohammad Bagher Nabavi²,

Babak Doustshenas^{2*}, Nasrin Sakhaei², Sharif Ranjbar³

1. M.A., Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr University of Science and Technology, Khuzestan Province, Iran

2. Associate Professor, Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Khuzestan Province, Iran

3. Assistant Professor, Department Marine Biology, Faculty of Marine Science, Hormozgan University, Hormozgan Province, Iran

(Received: Jul. 19, 2019 - Accepted: Nov. 02, 2019)

بررسی تنوع و پراکنش پرتاران در جزیره قشم و تأثیر پساب کارخانه آب شیرین کن بر آنها

سمرقند جعفری^۱، سید محمد باقر نبوی^۲، بابک دوست‌شناس^{۲*}،

نسرین سخایی^۲، محمد شریف رنجبار^۳

۱. کارشناس، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم

و فنون دریایی خرمشهر

۲. دانشیار، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و

فنون دریایی خرمشهر

۳. استادیار، گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه هرمزگان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۴/۲۸ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۸/۱۱)

Abstract

The present study was carried out to investigate the diversity and distribution of the Polychaeta species in the Qeshm Island and the effect of desalination plants on their communities. The desalination plants provide a large portion of Qeshm Island drinking water. So, their waste waters could effect on environment especially benthic animals near the coastline. Substrate sampling was carried out in summer and winter 2014 from 9 stations. Station 1 was situated near (desalination site) with the highest temperature and salinity in both summer and winter season, which shows the effects of drainage waste water on environment condition. The substrates of the most stations were silt-clay. At the stations 4 and 5, which sediments included more silt and clay, organic matters were higher than other stations. In this study 49 genera and species were identified. There was a significant negative correlation between the polychaetes abundances and sediment content of silt and clay observed. The higher abundances of polychaetes were found in the stations with lower content of organic matters and greater grain size sediments. The genera *Cossura* sp. and *Scoloplos simplex* which related to Cossuridae and Orbiniidae families respectively were dominant specimens. The lowest level of diversity was estimated in station 1. Diversity and dominance indices at stations near the wastewater outlet showed significant differ in both seasons ($P < 0.05$). Finally, it seems that desalination plant may affects adversely on species diversity by increasing of temperature and salinity in short distances.

Keywords: Polychaeta, Persian Gulf, Qeshm Island, Species Diversity.

چکیده

مطالعه حاضر به منظور بررسی تنوع و پراکنش گونه‌ای پرتاران در جزیره قشم و تأثیر آب‌شیرین‌کن‌ها بر آنها صورت پذیرفت. نمونه‌برداری از بستر ۹ ایستگاه در فصول تابستان و زمستان ۱۳۹۳ انجام گردید. تأسیسات آب شیرین‌کن قسمت عمده‌ای از آب شرب جزیره قشم را تأمین می‌کند. ایستگاه ۱ (محل تخلیه پساب کارخانه آب‌شیرین‌کن) دارای بیشترین دما و شوری در هر دو فصل تابستان و زمستان بود که نشان‌دهنده اثرات تخلیه پساب آب‌شیرین‌کن در ایجاد آلودگی حرارتی در ایستگاه ۱ بود. جنس بستر ایستگاه‌های مورد مطالعه سیلت-رسی بوده، همبستگی مثبت بین مواد آلی و دانه‌بندی رسوبات نشان داده شد. در ایستگاه‌های ۴ و ۵ که رسوبات بیشتر از نوع سیلت و رس بود، درصد مواد آلی و کل کربن آلی نیز بیشتر بود. در این مطالعه ۴۹ جنس و گونه پرتار که متعلق به ۲۶ خانواده، ۷ راسته و ۳ زیر رده بودند، شناسایی شد. بین فراوانی پرتاران و درصد رسوبات سیلت و رس ارتباط معکوس معنی‌داری مشاهده شد. از خانواده Cossuridae گونه *Cossura* sp. به‌عنوان گونه غالب و از خانواده Orbiniidae گونه *Scoloplos simplex* بیشترین میزان فراوانی را در میان افراد این خانواده به‌خود اختصاص داد. نتایج نشان داد که کمترین میزان تنوع در ایستگاه ۱ (محل خروج پساب آب‌شیرین‌کن) بود که بین ایستگاه ۱ و سایر ایستگاه‌ها در هر دو فصل، اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$). به نظر می‌رسد آب‌شیرین‌کن‌ها با افزایش دما و شوری تأثیرات نامطلوبی روی تنوع گونه‌ای پرتاران گذاشته‌است.

واژه‌های کلیدی: آب‌شیرین‌کن، پرتاران، تنوع گونه‌ای، جزیره قشم، خلیج فارس.

مقدمه

پرتاران فراوان‌ترین تاکسون در جوامع کف‌زی دریایی هستند و از آنها به‌عنوان یک ابزار مفید در جهت ارزیابی اثرات آلاینده‌ها بر محیط‌های آبی استفاده می‌کنند (Dean, 2008). پرتاران شاخص خوبی برای آلودگی محسوب می‌شوند، زیرا غنای گونه‌ای و الگوهای اجتماعی خاصی در بین اجتماعات بی‌مهره بنتیک دارند. محققین زیادی پرتاران را به‌عنوان گروه تاکسونومیک حساس به تغییرات بسترهای نرم معرفی کرده‌اند (Ruso et al., 2007; Datta et al., 2010). پرتاران شاخص‌های مناسبی برای تغییرات زیست‌محیطی هستند، زیرا این گروه هم جزو ارگانیسم‌های حساس و هم جزو ارگانیسم‌های مقاوم محسوب می‌شوند. به‌علاوه، تنها گروهی هستند که هم در مناطق دست‌نخورده و هم در مناطقی که سخت آلوده شده‌اند، حضور دارند (Ruso et al., 2007). جزیره قشم به‌علت رشد سریع شهرنشینی و کمبود منابع آب زیرزمینی قسمت قابل‌توجهی از آب مورد نیاز خود را از طریق دستگاه‌های آب‌شیرین‌کن تأمین می‌کند که این تأسیسات می‌تواند خطرات عمده‌ای برای محیط زیست جزیره به‌ویژه محیط ساحلی آن به‌وجود آورد. ورود و خروج تخلیه مواد مختلف در آب منجر به افزایش قابل‌توجه شوری و دما و همچنین تجمع عناصر، هیدروکربن‌ها و ترکیبات آنتی‌فولینگ سمی می‌شود. این مواد سمی اثر قابل‌توجهی بر جوامع بنتیک، از طریق تغییر گسترده جوامع علف دریایی، آب‌سنگ مرجانی و اکوسیستم‌های رسوبات نرم می‌گذارد که این اثرات محدود به ۱۰ متری محل خروجی پساب آب‌شیرین‌کن است (Robert et al., 2010). تحقیقاتی در زمینه تنوع، پراکنش و فراوانی پرتاران و دیگر کرم‌ها در منطقه مانگرو توسط Glasby et al. (2007) انجام داده و با سایر مناطق مقایسه کردند. در جزیره قشم مطالعات مختلفی روی بنتوزها صورت گرفته است که می‌توان به بررسی پرتاران در جزیره قشم توسط Bonyadi Naeini & Rahimian

(2009) و بررسی تنوع زیستی روزنه‌داران توسط Ashkivar et al. (1395) اشاره نمود. همچنین از ماکروبنتوزها جهت تعیین سلامت‌زیستی خور موسی استفاده شده است (Doustshenas et al., 2007). در مورد اثر آب‌شیرین‌کن‌ها روی پرتاران در خلیج چابهار مطالعاتی توسط Nabavi et al. (2013) صورت گرفته است. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر آب‌شیرین‌کن‌ها بر فراوانی و تنوع زیستی پرتاران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از رسوبات در سال ۱۳۹۳ در فصل‌های سرد و گرم از نه ایستگاه (شکل ۱) توسط قایق انجام گردید. جهت جمع‌آوری رسوبات از گرب ون-وین با سطح مقطع ۰/۰۲۵ مترمربع استفاده شد. همچنین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی همانند شوری، دما، اکسیژن محلول و قلیائیت به‌وسیله دستگاه قابل حمل مدل HQ40D در محل اندازه‌گیری شدند. نمونه‌های پرتار با فرمالین ۴٪ تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شد. برای جداسازی پرتاران، ابتدا به‌وسیله الک ۰/۵ میلی‌متر نمونه‌های پرتار جداسازی و توسط رزینگال رنگ‌آمیزی شدند (Eleftheriou, 2013) (شناسایی پرتاران با استفاده از منابع Levin et al. (2007)، Mucha et al. (2000)، Riera et al. (2006)، Danoun (2007)، Glasby et al. (2007)، Hutchings et al. (2011) و O' Donell (1984)). در حد خانواده، جنس و گونه شناسایی شدند. جهت اندازه‌گیری مواد آلی در رسوبات (TOM) از روش سوزاندن و همچنین جهت بررسی دانه‌بندی و درصد سیلت و رس در رسوبات (GS) از روش الک خیس استفاده شد (Buchanan, 1984). دما، شوری، اسیدیته، به‌وسیله دستگاه مولتی‌مرو اکسیژن محلول به‌روش وینکلر یا یدومتری سنجیده‌شد. اندازه‌گیری کربن آلی با استفاده از روش فتومتری صورت گرفت (Mucha et al., 2003). برای محاسبه تنوع گونه‌ای از شاخص تنوع شانون استفاده گردید (Shannon et al., 1963).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تحلیل آماری به وسیله نرم افزار SPSS16.0 انجام شد. نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون شاپیرو-ویلک^۱ بررسی گردید. برای بررسی مقایسه میانگین داده‌های دما، شوری، اسیدیته، کربن آلی، تعداد پرتاران در ایستگاه‌های مختلف از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه^۲ استفاده شد. در صورت وجود اختلاف معنی دار، برای جدا کردن گروه-های مختلف از آزمون توکی استفاده گردید. محاسبه شاخص‌های زیستی به وسیله نرم افزار PRIMER5.0 انجام شد.

فرمول محاسبه تنوع زیستی شانون (H')

$$H' = -\sum \left(\frac{N_i}{N}\right) \times \ln\left(\frac{N_i}{N}\right)$$

N_i : تعداد کل افراد در نمونه i ام

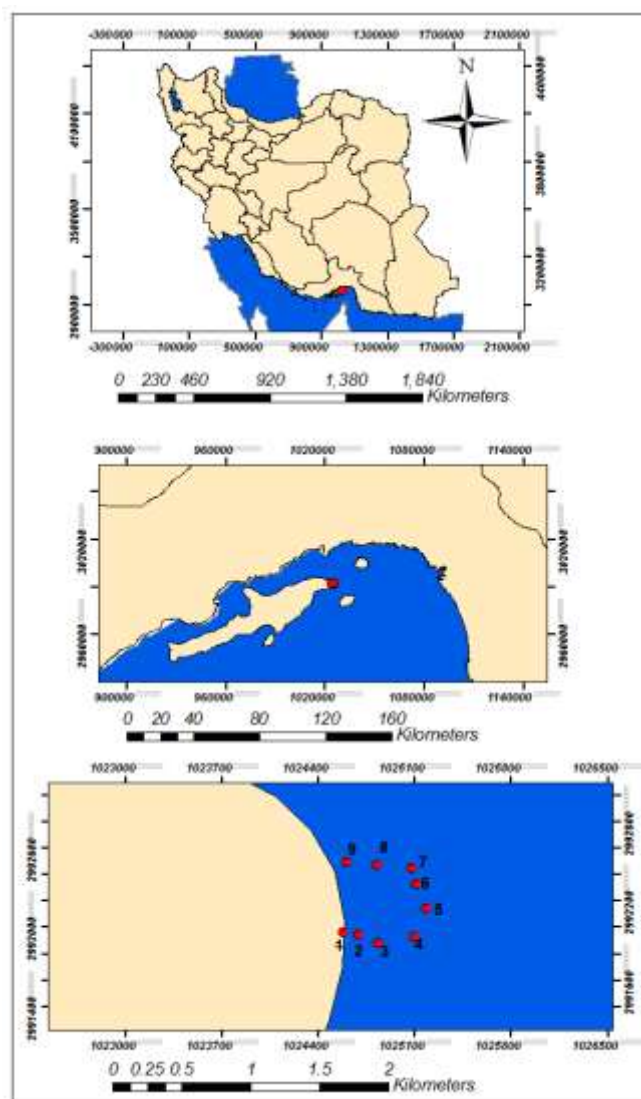
N : تعداد کل افراد در نمونه.

فرمول محاسبه غالبیت سیمپسون

$$\lambda = \sum_{i=1}^n \frac{n_i(n_i-1)}{n(n-1)}$$

n_i : تعداد کل افراد در نمونه i ام

n : تعداد کل افراد در نمونه.



شکل ۱. موقعیت منطقه و ایستگاه‌های مورد مطالعه

1. Shapiro-Wilk

3. ANOVA

نتایج

نتایج فاکتورهای محیطی (جدول‌های ۱ و ۲) نشان‌داد که میزان دما و شوری در فصل تابستان در ایستگاه ۱ بیشترین و در ایستگاه ۳ کمترین مقدار بود. همچنین شوری در فصل زمستان در ایستگاه ۱ بیشترین مقدار را داشت، اما در ایستگاه ۵ دارای کمترین میزان بود که بین ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0.05$). میزان pH نیز در فصل تابستان و زمستان در ایستگاه ۱ کمترین مقدار بود. میزان اکسیژن محلول نیز در ایستگاه ۱ در فصول تابستان و زمستان دارای کمترین مقدار بود که بین این ایستگاه و سایر ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌دار وجود داشت ($P < 0.05$). میزان مواد آلی در تابستان در ایستگاه ۵ بیشترین و در ایستگاه ۶ کمترین میزان بود. در زمستان در ایستگاه ۵ بیشترین و در ایستگاه ۱ کمترین میزان بود که دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0.05$). میزان کربن آلی در تابستان و زمستان در ایستگاه ۵ بیشترین و در ایستگاه ۶ کمترین میزان بود که این تفاوت از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0.05$). میزان سیلت و رس در تابستان و زمستان در ایستگاه ۵ بیشترین و در ایستگاه ۱ کمترین میزان بود که این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار بود ($P < 0.05$).

به‌طور کلی، ۴۹ جنس و گونه پرتار از ۲۶ خانواده شناسایی شد که اسامی آنها در جدول ۱ و برخی از شکل‌های آنها در شکل‌های ۴ تا ۹ قابل مشاهده است. شاخص مارگالف و شاخص شانون در تابستان و زمستان در ایستگاه ۱ کمترین میزان بود. این شاخص در فصل تابستان در ایستگاه ۷ بیشترین مقدار و در فصل زمستان در ایستگاه ۲ بیشترین بود. این تفاوت دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0.05$). غالبیت سیمپسون نشان داد که غالبیت گونه‌ای در تابستان در ایستگاه‌های ۹ و ۷ بیشترین و در ایستگاه ۶ کمترین میزان بود. در زمستان در ایستگاه ۲ بیشترین و در ایستگاه ۷ کمترین میزان بود و این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار بود ($P < 0.05$). جدول ۲ در مطالعه حاضر فراوانی کل پرتاران شمارش شده در

تابستان ۶۷۹/۵۶ فرد در مترمربع می‌باشد. بیشترین و کمترین تراکم در ایستگاه‌های مورد مطالعه به‌ترتیب در ایستگاه ۱ به میزان ۲۸۲/۶۷ فرد در مترمربع و ایستگاه ۸ به میزان ۱۶ فرد در مترمربع بوده است (شکل ۳). در فصل زمستان کل گونه‌های شمارش شده ۷۰۲/۶۴ فرد در مترمربع می‌باشد. بیشترین و کمترین تراکم در ایستگاه‌های مورد مطالعه به‌ترتیب در ایستگاه ۵ به میزان ۲۰۶/۶۷ فرد در مترمربع و ایستگاه ۱ به میزان ۸ فرد در مترمربع بوده است (شکل ۳). میانگین فراوانی کل پرتاران در فصل تابستان و زمستان به‌ترتیب $75/38 \pm 0.17$ و $77/77 \pm 0.15$ بود. نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک‌طرفه اختلاف معنی‌دار بین ایستگاه‌ها را نشان داد ($P < 0.05$). بیشترین میانگین فراوانی (تعداد در مترمربع) در فصل تابستان در ایستگاه ۱ به میزان 283 ± 0.04 و کمترین مربوط به ایستگاه ۸ به میزان 16 ± 0.02 بوده است (شکل ۳). خانواده Cossridae در تابستان با فراوانی نسبی ۸۰٪ بالاترین فراوانی را داشت (شکل ۴). گونه *Cossura* sp. اولین گونه غالب و *Parapriospio pinnata* دومین گونه غالب در این فصل بود (جدول ۱). اما در فصل زمستان خانواده Orbiniidae با فراوانی نسبی ۷۹٪ فراوان‌ترین خانواده بود (شکل ۵) که از این خانواده گونه *Scoloplos simplex* غالب بود (جدول ۱).

بحث و نتیجه‌گیری

یکی از آثار تخلیه پساب آب شیرین‌کن، آلودگی حرارتی است که باعث بالا رفتن دمای آب در نواحی اطراف کارخانه می‌شود (Danoun, 2007). آیا پساب آب‌شیرین‌کن جزیره قشم بر تنوع پرتاران کفزی اثر دارد؟

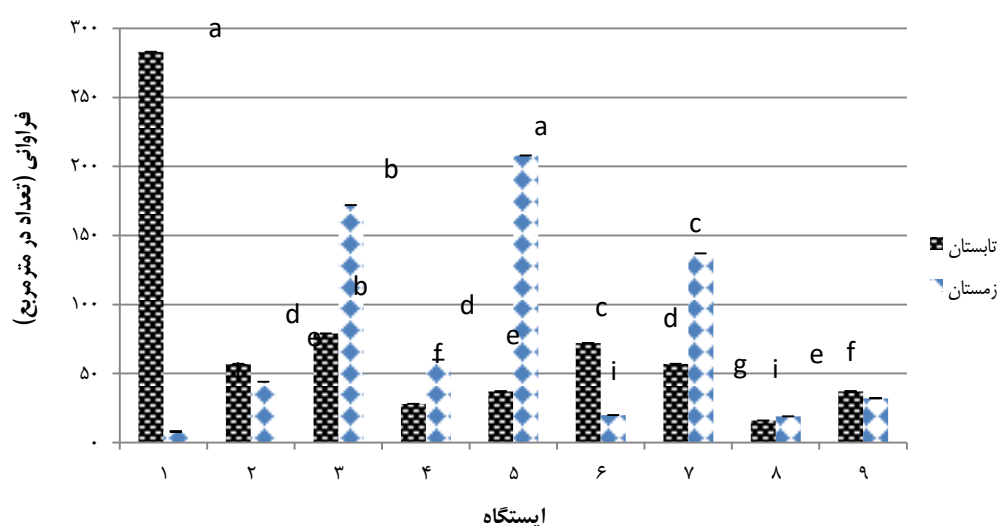
در این تحقیق ایستگاه ۱ که محل تخلیه پساب کارخانه پساب جزیره قشم بود، دارای بیشترین دما در هر دو فصل تابستان و زمستان در بین ایستگاه‌ها بود و با سایر ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌دار داشت.

جدول ۱. فراوانی گونه‌های شناسایی شده در فصل تابستان و زمستان (تعداد در مترمربع)

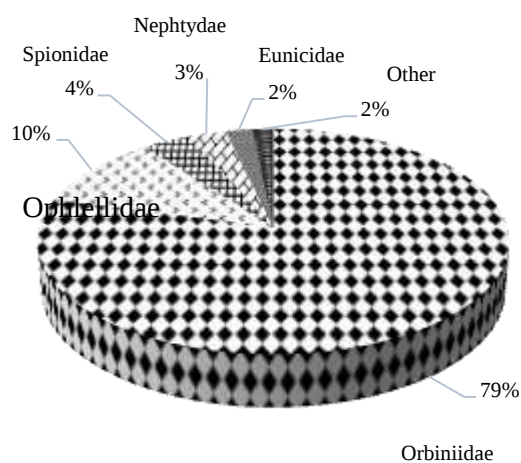
زیر رده	خانواده	گونه	فراوانی (تابستان)	فراوانی (زمستان)
Aciculata	Amphinomidae	<i>Euphrosyne</i> sp.	۴±۰/۱	-
		<i>Amphinomida</i> sp.	-	۲/۶۵ ±۰/۸۶
	Eunicidae	<i>Eunice</i> sp.	-	۱۰/۶۷ ±۱/۵
	Lumbrineridae	<i>Lumbrineris</i> sp.	۲/۶۷ ±۰/۰۶	۴ ±۰/۰۴
	Onophidae	<i>Onuphis</i> sp.	-	۴ ±۰/۱
	Phyllodoceidae	<i>Phyllodoce</i> sp.	۲/۷۱ ±۰/۸۶	۲/۶۷ ±۰/۰۶
		<i>Pisione</i> sp.	۱/۳۳ ±۰/۰۷	۵/۳۳ ±۰/۰۷
	Hesioidae	<i>Ophiodromus</i> sp.	-	۵۳/۳۴ ±۰/۰۸
	Lacydoniidae	<i>Lacydonia</i> sp.	۲/۴۳ ±۰/۸۶	-
	Glyceridae	<i>Glycera</i> sp.1	۲۱/۳۴ ±۰/۱	-
		<i>Glycera</i> sp.2	۴ ±۰/۰۷	-
	Goniadidae	<i>Glycinde</i> sp.	۴ ±۰/۰۳	-
	Nephtyidae	<i>Nephtys</i> sp.1	۱۴/۶۶ ±۰/۰۷	۶۹/۳۳ ±۳/۸۶
		<i>Nephtys</i> sp.2	۹/۳۳ ±۰/۱	۹/۱ ±۰/۰۸
		<i>Nephtys</i> sp.3	۲/۶۷ ±۰/۰۴	+
		<i>Nephtys</i> sp.4	۶/۶۵ ±۰/۰۵	-
		<i>Nephtys</i> sp.5	۲/۶۷ ±۰/۱	-
		<i>Nephtys</i> sp.6	۲/۶۵ ±۰/۰۹	۴ ±۰/۰۳
		<i>Nephtys</i> sp.7	-	۱/۳۳ ±۰/۱
		<i>Nephtys</i> sp.8	-	۵/۳۳ ±۰/۱
		<i>Nephtys</i> sp.9	-	۲/۶۷ ±۰/۰۲
		<i>Nephtys australiensis</i>	۴ ±۰/۰۱	-
	Nereididae	<i>Micronereis</i> sp.	۶/۶۷ ±۰/۱	-
		<i>Leonnates</i> sp.	۵/۳۳ ±۰/۰۶	۶/۶۷ ±۲/۱
	Pilargiidae	<i>Ancistargis</i> sp.	۶/۶۷ ±۰/۰۸	۲/۶۷ ±۰/۰۸
	Syllidae	<i>Syllis</i> sp.1	۶/۶۷ ±۰/۰۳	-
		<i>Syllis</i> sp.2	۵/۳۶ ±۰/۱	۴ ±۱/۵
Canalipalpata	Serpulidae	<i>Protula</i> sp.	۲/۶۶ ±۰/۰۷	۴ ±۰/۰۷۶
		<i>Ditrupa</i> sp.	-	۴ ±۰/۰۵
	Spionidae	<i>Parapriospio</i> sp.	۴ ±۱/۱	۲/۳۶ ±۰/۱
		<i>Parapriospio pinnata</i>	۴۲/۶۴ ±۰/۰۸	۸ ±۰/۰۵
		<i>Paraprionospio</i> sp.	۴/۳۶ ±۰/۱	۶۱/۳۳ ±۱/۳۴
		<i>Prionospio</i> sp.	-	۲/۶۶ ±۰/۱
	Terebellidae	<i>Terebellidestota</i> sp.	۴ ±۰/۰۶	-
	Acrocirridae	<i>Macrocheata</i> sp.	۱/۳۶ ±۰/۱	-
	Flabelligeridae	<i>Flabelligera</i> sp.	۶/۶۷ ±۰/۰۵	-
	Cirratulidae	<i>Cirratulus cirratus</i>	۲/۶۵ ±۰/۱	-
		<i>Cirratulus</i> sp.	۲/۷ ±۰/۱	-
Scolecida	Capitellidae	<i>Notomastus</i> sp.	-	۱۰/۶۶ ±۰/۳۶
		<i>Capitomostus</i> sp.	-	۲/۳۴ ±۰/۰۴
		<i>Capitella</i> sp.	۱۴/۶۷ ±۰/۰۶	-
	Cossuridae	<i>Cossura</i> sp.	۲۶۶/۶۵ ±۰/۵	۴۱/۳ ±۰/۰۲
	Maldanidae	<i>Maldane</i> sp.	-	۱/۳۳ ±۰/۰۸
	Paraonidae	<i>Tauberia</i> sp.	-	۱۰/۶۷ ±۳/۸
	Opheliidae	<i>Ophelina pallida</i>	۱/۳۶ ±۰/۱	-
		<i>Ammotrypane</i> sp.	+	-
		<i>Opheliiai</i> sp.	۵/۳۳ ±۰/۰۵	-
	Orbiniidae	<i>Scoloplos simplex</i>	۱۷/۳۳ ±۰/۱	۲۹۲ ±۱/۰۳
		<i>Scoloplos</i> sp.	۲/۶۶ ±۰/۰۱	-



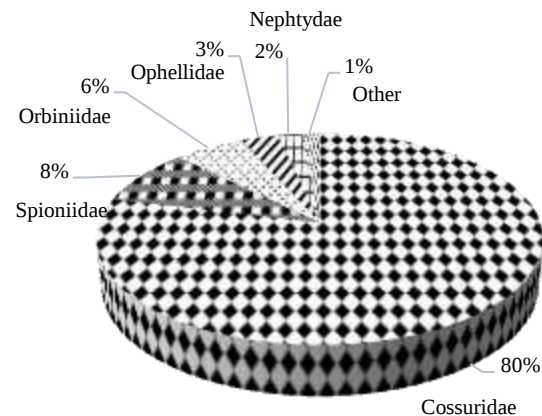
شکل ۲. تغییرات میانگین فاکتورهای محیطی در فصل تابستان و زمستان. (حروف نامشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار می‌باشد).



شکل ۳. تغییرات فراوانی کل در ایستگاه‌های مختلف در فصل تابستان و زمستان. (حروف نامشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار می‌باشد).



شکل ۵. فراوانی نسبی پرتاران در زمستان سال ۱۳۹۲



شکل ۴. فراوانی نسبی پرتاران در تابستان سال ۱۳۹۲

جدول ۲. شاخص‌های زیستی در فصل تابستان و زمستان

فصل	غناي مارگالف		تنوع شانون		غالبیت سیمپسون	
	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل
تابستان	۲/۴ ^a ± ۰/۲۶	۰/۵۳ ^d ± ۰/۰۵	۲/۵۱ ^a ± ۰/۰۱	۱/۱۳ ^e ± ۰/۰۸	۰/۹ ^a ± ۰/۰۵	۰/۵۶ ^b ± ۰/۰۷
زمستان	۲/۲۱ ^a ± ۰/۱۶	۰/۳۴ ^d ± ۰/۰۴	۲/۳۳ ^a ± ۰/۰۲	۰/۶۵ ^f ± ۰/۰۲	۱/۸۴ ^{ab} ± ۰/۰۷	۰/۴۱ ^c ± ۰/۰۶

* متفاوت بودن حروف نشان از معنی‌دار بودن بین میانگین‌ها می‌باشد.



شکل ۵. تصاویر برخی از پرتاران مشاهده شده در آب‌های ساحلی جزیره قشم.

(۱) گونه *Syllis* sp. (۲) *Ditrupa* sp. (۳) *Capitalla* sp. (۴) *Cussora* sp. (۵) *Paraprionospio pinnata* (۶) *Nephtys* sp.

پساب کارخانه به دریا بسیار کمتر از سایر ایستگاه‌ها بود و ایستگاه ۱ با سایر ایستگاه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0.05$). حلالیت اکسیژن در آب تابعی از دما و شوری است (Nybakken, 1993). هرچه میزان شوری و دما افزایش یابد، میزان انحلال اکسیژن کاهش پیدا می‌کند. با توجه به این نکته می‌توان بیان نمود که به‌دلیل افزایش دما و شوری در

در مورد شوری نیز بیشترین میزان آن در هر دو فصل تابستان و زمستان، دوباره ایستگاه ۱ بود. افزایش شوری می‌تواند، باعث افزایش کدورت آب شود و در نتیجه باعث جلوگیری از نفوذ نور و مختل شدن فرایند فتوسنتز می‌شود (Miri & Chouikhi, 2005). در این مطالعه در هر دو فصل، میزان اکسیژن محلول، دوباره در ایستگاه ۱ که محل تخلیه

ایستگاه ۱ میزان اکسیژن محلول نیز کاهش پیدا کرده است. در مطالعات Hashim & Hajjaj (2005) و Lattemann & Hopner (2008) نیز کاهش اکسیژن در ایستگاه نزدیک محل تخلیه پساب را گزارش نمودند، که با مطالعه حاضر همخوانی دارد. میزان مواد آلی در فصل تابستان بیشتر از زمستان بود که در ایستگاه ۱ میزان مواد آلی کاهش یافته بود که به نظری رسد علت آن درشت بودن اندازه رسوب در این ایستگاه باشد، زیرا رسوبات با دانه‌بندی ریزتر مواد آلی بیشتری را در خود نگه می‌دارد (Calabretta & Oviatt, 2008). رسوبات با مواد آلی، اثر منفی بر ته‌نشست لاروهای پرتار معلق‌خوار دارند. در نتیجه این پرتاران در بسترهایی با دانه‌بندی درشت‌تر که درصد مواد آلی کمتری دارند، تراکم بیشتری دارند (Nybakken, 1994). با توجه به نتایج فراوانی نسبی مشخص شد در فصل تابستان خانواده Cossuridae با ۷۹ درصد جزو خانواده غالب در آن منطقه به‌شمار می‌رود. خانواده Cossuridae جزو رسوبخواران سطحی یا زیرسطحی متحرک هستند و به‌عنوان گونه‌هایی که به سرعت کلونی تشکیل داده و فرصت طلب هستند، شناخته می‌شوند. گونه‌های فرصت‌طلب خیلی زود بالغ می‌شود و بازده تولید مثلی بالایی دارند و در نتیجه فراوانی آنها نسبت به دیگر گونه‌ها بسیار زیاد می‌باشد (دارای استراتژی r می‌باشد) (Calabretta & Oviatt, 2008). به‌عنوان مثال گونه *Cossura costa* تحمل زیادی در برابر شرایط نامناسب محیطی که عامل زیاده‌بودن مواد آلی و کم بودن اکسیژن است، دارد (Jayaraj et al., 2005). طبق این پژوهش‌ها می‌توان بیان کرد که گونه *Cossura sp.* گونه‌ای است که تحمل زیادی در برابر شرایط نامساعد دارد و به همین دلیل در ایستگاه ۱ که در محل تخلیه پساب بوده‌است، دارای بیشترین فراوانی بود. براساس نتایج Doustshenas et al. (2009) خانواده Cossuridae جزو خانواده‌های فرصت‌طلب بوده با شیوه تغذیه‌ای رسوبخواری هستند

که زمانی که شرایط محیطی در منطقه یکنواخت است، تعداد آنها زیاد می‌شود. از آنجایی که خانواده Syllidae شاخص مناطق با کیفیت مناسب (خوب) هستند و با توجه به این که تعداد این پرتاران در ایستگاه‌های مجاور پساب مانند ایستگاه ۱ تا ۳ کمتر از سایر ایستگاه‌ها است. می‌توان اینگونه استدلال نمود که شرایط زیست محیطی این ایستگاه برای زندگی پرتار مناسب نیست. به‌علاوه، پرتاران دیگر نیز در این ایستگاه کمتر از دیگر ایستگاه‌ها است. در ایستگاه‌های ۲ تا ۵ که بستر گلی می‌باشد، محتوای کربن آلی زیاد، رسوبخواران سطحی و زیرسطحی، دارای فراوانی زیاد می‌باشند (Eklof, 2010). پرتاران خانواده‌های Cirratulidae, Orbiniidae, Spionidae, Capitellidae به‌علت شیوه تغذیه‌ای آنها از این ذرات غنی از مواد آلی به‌عنوان غذا باعث شده که تعدادشان در این مناطق زیاد شود (Koulouri et al., 2006; Eklof, 2010). در فصل تابستان فراوانی در ایستگاه ۱ با سایر ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری داشت ($P < 0.05$). بیشترین فراوانی در ایستگاه ۱ مشاهده شد که علت آن غالب بودن گونه *Cossura sp.* از خانواده Cossuridae می‌باشد. این خانواده جزو خانواده‌های فرصت‌طلب بوده و شیوه تغذیه‌ای رسوبخواری را دارند و زمانی که شرایط محیطی در منطقه یکنواخت است، تعداد آنها زیاد می‌شود (Eklof, 2010). به‌طور کلی، پرتاران در مناطقی که ذرات رسوبی، کوچک‌تر از ۶۳ میکرون هستند به‌وفور یافت می‌شوند (Calabretta & Oviatt, 2008). در تحقیق حاضر کمترین میزان شاخص تنوع شانون در ایستگاه ۱ ثبت گردید. در تحقیقاتی که Rousso et al. (2008) در اثر پساب کارخانه آب‌شیرین‌کن بر اجتماعات پرتاران را انجام دادند، مشاهده کردند که در مجاورت محل تخلیه پساب و ۴۰۰ متری شمال و جنوب آن باعث کاهش فراوانی و تنوع اجتماعات پرتاران که به‌طور مستقیم در مجاورت محل خروجی قرار دارند، می‌شود. به‌طور کلی،

محدوده تنوع شانون بین ۳-۴/۵ باشد، معرف محیط سالم و بدون آلودگی، ۳-۲ آلودگی کم، ۲-۱ آلودگی متوسط و ۱-۰/۱ نشان دهنده آلودگی زیاد است (Calabretta & Oviatt, 2008). در این مطالعه میانگین شاخص شانون در دو فصل ۱/۷۴-۱/۳۰ بود که نشان دهنده آلودگی متوسط در منطقه است. در ایستگاه ۱ در محل خروج پساب میزان شاخص شانون کمترین میزان بود. نتایج مشابهی توسط Riera et al. (2011) و Ruso et al. (2008) نتایج مشابهی را اعلام نموده و کاهش تنوع و غنا را در محل خروج پساب مشاهده کردند و نتیجه گرفتند که با فاصله گرفتن از محل خروج پساب میزان شاخص های تنوع و غنا افزایش یافته است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که پرتاران شاخص مناسبی برای پایش زیستی محسوب می شوند. همچنین کارخانه های آب شیرین کن دارای اثر نامطلوبی بر تنوع گونه های موجودات کفزی، به ویژه پرتاران دارد. لذا با توجه به اثرات پساب آب شیرین کن بر موجودات دریایی به نظر می رسد که می باید به منظور مدیریت بهینه، پایش منظم برای درک بهتر اثرات صنایع مختلف بر آبریان آب های ساحلی قشم صورت پذیرد.

خانواده های پرتاران حساسیت متغیری دارند. به عنوان مثال خانواده Ampharetidae بیشترین حساسیت و خانواده Paraonidae کمترین حساسیت را داشتند. در مطالعه حاضر میزان شاخص غنای گونه ای مارگالف بین ۲/۵-۰/۵ می باشد که این مقدار پایین می تواند به دلیل آلودگی منطقه باشد. کمترین میزان غنای گونه ای مارگالف در ایستگاه ۱ که محل خروج پساب آب شیرین کن در جزیره قشم بود. محققینی مانند Datta et al. (2010) بیان نمودند که در یک محیط سالم و غنی معمولاً شاخص غنای گونه ای مارگالف بین ۲/۵-۳/۵ و در محیط آلوده این شاخص کمتر از ۲/۵ می باشد. همچنین شوری بالای آب سبب پایین بودن غنای گونه ای شده (ایستگاه ۱ دارای بیشترین شوری و دما بود) و انتظار می رود که گونه های غالب، گونه های مقاوم به شوری باشند. Jayaraj et al. (2005) در سواحل غربی هند، غالبیت پرتاران را بین ۱-۰/۷ تخمین زده و نتیجه گرفتند که افزایش غالبیت در نتیجه کاهش در اندازه رسوبات و کاهش دما به وجود آمده است. یکی از کاربردهای مفید شاخص تنوع گونه ای شانون، ارزیابی اکولوژیکی در ارتباط با آلودگی مناطق می باشد (Glasby et al., 2007). اگر

REFERENCES

- Ashkivar, A.; Doustshenas, B.; Nabavi, S.M.B.; Sakhaei, N. (2016). Study of biodiversity and identification of foraminifera communities in the eastern Qeshm island. *Journal of Animal Research*; 29(1): 1-17.
- Bonyadi Naeini, A.; Rahimian, H. (2009). Intertidal scale worms (Polychaeta, Polynoidae and Sigalionidae) from the northern coasts of the Persian Gulf and Gulf of Oman. *ZooKeys*; 31: 53-71.
- Buchanan, J.B. (1984). Sediment analysis In: *Methods for the study of marine benthos*. (eds. N.A. Holme, and A.D. McIntyre). Blackwell.Oxford, 41-64.
- Calabretta, C.J.; Oviatt, C.A. (2008). The response of benthic macrofauna to anthropogenic stress in Narragansett Bay, Rhode Island: A review of human stressors and assessment of community conditions. *Marine Pollution Bulletin*; 56: 1680-1695.
- Datta, S.N.; Chakraborty, S.K.; Jaiswar, A.K.; Ziauddin, G. (2010). A comparative study on intertidal faunal biodiversity of selected beaches of Mumbai coast. *Journal of Environmental Biology*; 31(6): 981-986.
- Dauvin, J.C.; Bachelet, G.; Bellan, G. (2006). Biodiversity and biogeography relationships of the polychaete fauna in French Atlantic and Mediterranean waters. In: Sardà, R., San Martín, G., López, E., Martín, D. & George, D.

- (Eds.), Scientific Advances in Polychaete Research. Scientia Marina; 70S3, 259-267.
- Danoun, R. (2007). Desalination Plants: Potential impacts of brine discharge on marine life. The *University of Sydney*. The Ocean Technology Group. 59pp.
- Dean, K.H. (2008). The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution: a Review. *Revista de biologia tropical*; 56 (4): 11-38.
- Doustshenas, B.; Savari, A.; Nabavi, S.M.B.; Kochanian, P.; Sadrasab, M. (2009). Applying Benthic Index of Biotic Integrity in a Soft Bottom Ecosystem in North of the Persian Gulf. *Pakistan Journal Biological Science*. 15; 12(12): 902-907.
- Eklof, K. (2010). Taxonomy and phylogeny of polychaetes. University of Gothenburg, Sweden. 33pp.
- Eleftheriou, A. (2013). Methods for the Study of Marine Benthos, Fourth Edition, John Wiley & Sons, DOI:10.1002/9781118542392
- Hutchings, P. (2001). An illustrated guide to the estuarine polychaete worms of New South Wales, 1-160.
- Jayaraj, K.H.; Jayalakshmi, K.V.; Saraladevi, K. (2005). Influence of environmental properties on macrobenthos in the north west Indian shelf National institute of oceanography, Regional center, India; 57, 1-30.
- Levin, L.A.; John, D.; Gage, C.; Lamont, A. (2000). Macrobenthic community structure within and beneath the oxygen minimum zone, NW Arabian Sea. *Deep Sea Research II*; 47: 189-226.
- Mucha, A. P.; Vasconcelos, M. T. S. D.; Bordalo, A. A. (2003). Macrobenthic community in the Douro Estuary: Relations with trace metals and natural sediment characteristics. *Environmental Pollution*; 121: 169-180.
- Miri, M.; Chouikhi, A. (2005). Ecotoxicological Marine Impacts from Seawater Desalination Plants,” *Desalination*; 182(1-3): 403-410.
- Nabavi, S.M.B.; Miri, M.; Doustshenas, B.; Safahieh, A.R.; Loghmani, M. (2013). Effects of a brine discharge over bottom polychaeta community structure in Chabahar Bay. *Journal of Life Sciences*; 7(3): 302-309.
- Nybakken, A. (1994). Eyes as optical alarm system in fan worms and ark clam. *Philosophical transaction of Royal society of London*; 348: 195-212.
- O' Donell, M.A., (1984). Illustrated Keys in the flora and fauna of the Persian Gulf, 1-203.
- Ruso, Y.; Carretero, J.; Casaldueiro, F.; Lizaso, J. (2007). Spatial and temporal changes in infaunal communities inhabiting softbottoms affected by brine discharge. *Marine Environmental Research*; 492-50.
- Ruso, Y.; Carretero, J.; Casaldueiro, F.; Lizaso, J. (2008). Effects of a brine discharge over soft bottom Polychaeta assemblage. *Environmental Pollution*; 156(2): 240-250.
- Riera, R.; Tuya, F.; Ramos, E.; Rodriguez, M.; Monterroso, O. (2011). Variability of Macrofaunal Assemblages on the Surrounding of a Brine Disposal. *Desalination*; 291: 94-100.
- Shannon, C.E.; Weaver, W. (1963). The Mathematical theory of communication. University of Illinois press, Urbane, 125.
- Glasby, T.M.; Connell, S.D.; Holloway, M.G.; Hewitt, C.L. (2007). Nonindigenous biota on artificial structures: could habitat creation facilitate biological invasions? *Marine Biology*; 151(3): 887-895.