

اثرات تغییرات شوری و دمای ناشی از آب نمک تخلیه شده از کارخانه‌ی آب شیرین کن بر روی ساختار جمعیت پرتاران در خلیج چابهار

محدثه میری^{۱*}، سید محمد باقر نبوی^۲، بابک دوست شناس^۲، علیرضا صفاهیه^۲، مهران لقمانی^۳

۱. دانشگاه زابل، پژوهشکده تالاب بین المللی هامون
۲. گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون خرمشهر
۳. دانشکده علوم دریا، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

چکیده

استفاده از تکنولوژی نمک زدایی بعلت افزایش جمعیت و کمبود آب در حال رشد است. این نوع فعالیت بر محیط زیست دریا تاثیر می گذارد. این مطالعه به منظور بررسی اثرات آب نمک تخلیه شده از کارخانه آب شیرین کن چابهار-کنارک بر روی محیط زیست دریا با استفاده از مطالعه ساختار جمعیت پرتاران صورت گرفت. نمونه برداری از رسوبات ۷ ایستگاه در دو نوبت پیش مانسون و پس مانسون در سال ۱۳۹۰ بوسیله گرب Van Veen با سطح مقطع ۰/۰۲۵ متر مربع انجام شد که ۵ ایستگاه اطراف کارخانه و ۲ ایستگاه بعنوان کنترل در فاصله بیش از یک کیلومتری کارخانه در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از آنالیزهای آماری در رابطه با فراوانی و شاخص غنا، اختلاف معنی دار ($P < 0/05$) بین ایستگاه‌ها را نشان داد. بیشترین میزان فراوانی در ایستگاه ۶ (شاهد) ۳۶۹۳/۳۳ فرد در متر مربع در پیش مانسون بوده است در حالیکه کمترین میزان فراوانی در ایستگاه ۱ به میزان صفر در پس مانسون بوده است. بیشترین و کمترین میزان غنا، تنوع و یکنواختی به ترتیب در پیش مانسون در ایستگاه‌های کنترل به میزان ۰/۹۴، ۱/۰۷ و ۰/۶۷ و در پس مانسون ایستگاه ۱ به میزان صفر مشاهده شد. طبق نتایج به نظر می‌رسد که پرتاران به آب نمک تخلیه شده از کارخانه حساسیت دارند زیرا فراوانی و شاخص‌های اکولوژیک در ایستگاه‌های کنترل و دورتر از کارخانه نسبت به ایستگاه‌های نزدیکتر بیشتر بوده است. نتایج حاصل از آنالیزهای CCA نشان داد که شوری و دما بیشترین تاثیر را بر روی ساختار جمعیت پرتاران داشته است. خانواده Spionidae دارای بیشترین درصد فراوانی نسبی بود که مقاومت این خانواده به آب نمک تخلیه شده از کارخانه را نشان می‌داد. با وقوع پدیده مانسون به استرس منطقه مورد مطالعه افزوده تا جایی که باعث حذف پرتاران در ایستگاه ۱ (محل تخلیه آب نمک) و کاهش فراوانیشان در ایستگاه‌های اطراف کارخانه شده بود.

واژگان کلیدی: آب نمک، کارخانه آب شیرین کن، پرتاران، خلیج چابهار

۱. مقدمه

در چندین دهه‌ی اخیر رشد چشمگیر جمعیت انسان‌ها و فعالیت‌های صنعتی نیاز شدید به آب شیرین و سالم را تشدید کرده است. بنابراین برای مقابله با این چالش و فشار ناشی از نیاز به آب شیرین، ملل مختلف به فکر راهی مناسب برای تامین آب شیرین هستند. با وجود گران بودن فرآیند نمک-زدایی آب دریا این تکنولوژی آن قدر حائز اهمیت شمرده شده که در سرتاسر جهان برای رفع نیاز به آب شیرین از آن به عنوان منبع تولید آب شیرین استفاده می‌کنند (Danoun, 2007). به طوری که در کل جهان ۵۹/۹ میلیون مترمکعب در روز آب شیرین تولید می‌شود و ۱۴۴۵۱ کارخانه آب شیرین کن وجود دارد (Mezher et al., 2011).

استفاده از این تکنولوژی بدون اثرات اکولوژیکی و زیست محیطی امکان پذیر نمی باشد. هنگام ورود آب دریا به کارخانه، ارگانسیم‌های دریایی به لوله‌های ورودی برخورد می‌کنند که این خود یک نگرانی زیست محیطی محسوب می‌شود (Gleick et al., 2006). مهمترین مسئله‌ی قابل توجه درباره‌ی استفاده از این تکنولوژی تولید پسابی با شوری بالاست که به داخل دریا تخلیه می‌شود (Arnal et al., 2005). این آب نمک تولید شده دارای چگالی بالایی بوده (Gleick et al., 2006) و جوامع بنتیک دریا را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Ruso et al., 2008). ارگانسیم‌های دریایی در یک تعادل اسمزی با محیط اطراف خود زندگی می‌کنند و افزایش غلظت نمک باعث می‌شود تا سلول آب خود را از دست دهد و باعث کاهش فشار درونی سلول (فشار تورگر) می‌گردد که این بیشتر برای لاروها و موجودات جوان اتفاق می‌افتد (Einav et al., 2003). یکی از مزیت‌های اجتماعات بنتیک این است که می‌توان از آنها بعنوان شاخص استفاده کرد. زیرا دامنه وسیعی از ارگانسیم‌ها و شمار زیادی از گونه‌ها را شامل می‌شوند و آنالیز ساختارهای تاکسونومیک حائز اهمیت و مناسب است (Belan, 2004). پرتاران از جمله بی مهرگان

ماکروبندوز ساکن در رسوبات هستند که تقریباً در تمام بوم سامانه‌های دریایی یافت می‌شوند (Gopalakrishnan et al., 2008). پرتاران دارای غنای گونه‌ای بالا و تنوع بسیار زیاد در محیط‌های آبی هستند همچنین تحمل آنها در برابر اثرات زیان-بار بالاست و توانایی فوق العاده‌ای برای سازگار شدن با تغییرات زیست محیطی دارند. پرتاران هم جز ارگانسیم های حساس و هم بردبار هستند و تنها گروهی هستند که هم در مناطق دست نخورده و هم در مناطق سخت آشفته پیدا می‌شوند. حضور یا عدم حضور پرتاران در رسوبات دریایی نشانه عالی یا سلامت محیط زیست بنتیک است (Ruso et al., 2008) از این رو از آنها بطور گسترده‌ای در پایش‌های زیستی استفاده می‌کنند.

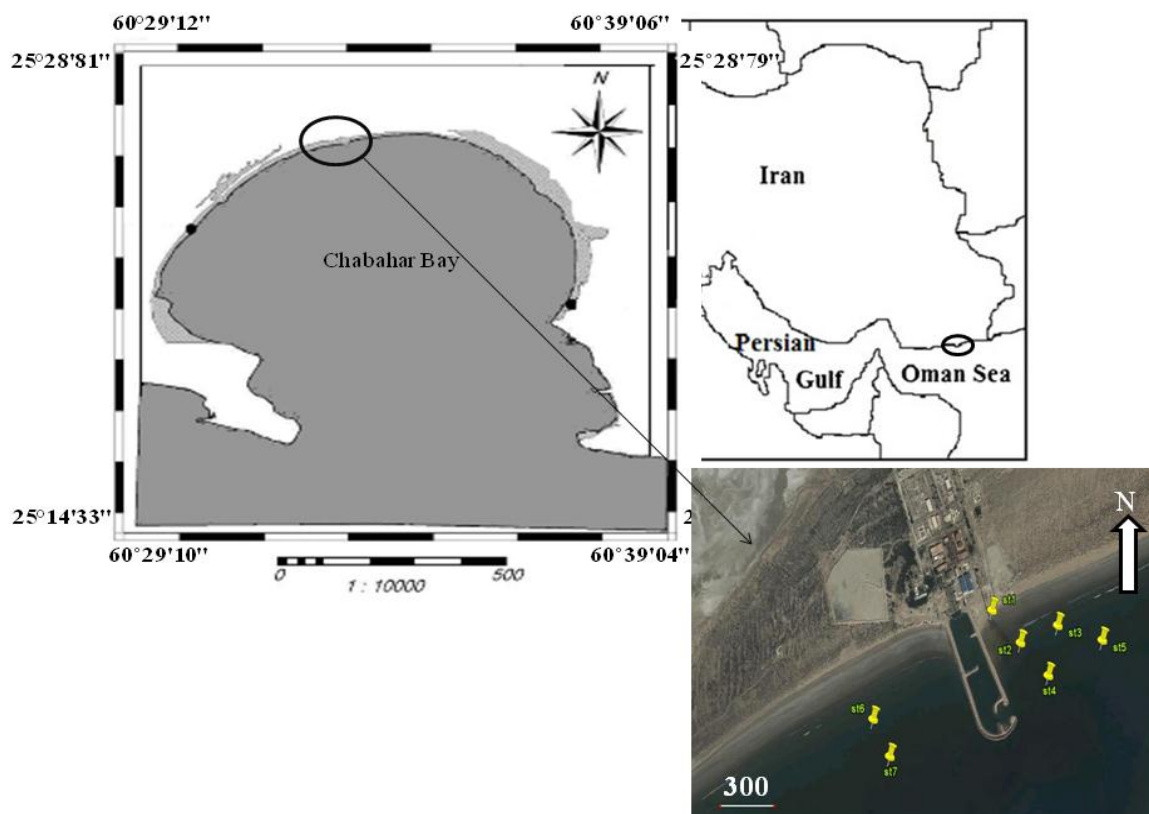
مطالعات زیادی در رابطه با شناسایی و بررسی عوامل موثر بر الگوی پراکنش پرتاران در داخل و خارج از کشور انجام شده است. آقای Taheri و همکاران (۲۰۱۰) الگوی پراکنش پرتاران را در سواحل بین جزر و مدی خلیج چابهار انجام داده اند. اما مطالعات اندکی در زمینه تاثیر جریانات شور ناشی از کارخانه‌های آب شیرین کن بر روی ساختار جمعیت موجودات است (Chesher, 1975; Raventós et al., 2006; Ruso et al., 2007, 2008; Mezher et al., 2011). بنابراین با توجه به افزایش رشد کارخانه‌های تولید آب شیرین در داخل و خارج از کشور، هدف از این مطالعه بررسی تاثیر تغییرات شوری و دما ناشی از تخلیه آب نمک کارخانه آب شیرین کن به محیط زیست دریا، با مطالعه ساختار جمعیت پرتاران است.

۲. مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از رسوبات در سال ۱۳۹۰ در دو نوبت پیش مانسون (نیمه اول اردیبهشت) و پس مانسون (نیمه اول آبان) از ۷ ایستگاه در اطراف کارخانه آب-شیرین‌کن چابهار-کنارک انجام شد. ایستگاه ۱ در دهانه خروجی پساب کارخانه قرار می‌گرفت و ایستگاه‌های ۲، ۳، ۴ و ۵ با فاصله حدود ۲۰۰ متری

انتخاب شدند (شکل ۱) و موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌ها توسط دستگاه GPS ثبت شد (جدول ۱).

نسبت به هم قرار داشتند. ایستگاه‌های ۶ و ۷ شاهد بوده و در فاصله یک کیلومتری ایستگاه ۲ و ۴



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه در خلیج چابهار (سال ۱۳۹۰)

جدول ۱. مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری شده

ایستگاه ۷	ایستگاه ۶	ایستگاه ۵	ایستگاه ۴	ایستگاه ۳	ایستگاه ۲	ایستگاه ۱	ایستگاه
۰۲۶°۰۰′۳۳″N	۰۲۶°۵′۶۶″N	۰۲۶°۳۵′۱۱″N	۰۲۶°۶′۶۶″N	۰۲۶°۱۴′۲۷″N	۰۲۹°۱۲′۷۵″N	۰۲۶°۱۷′۷″N	مختصا
۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	۲۵	ت
۲۹°۵۵′۴۷″E	۰۲۹°۵۲′۷۹″E	۰۲۹°۳۹′۴۷″E	۰۲۹°۲۸′۱۸″E	۰۲۹°۳۰′۹۴″E	۰۲۹°۲۳′۲۵″E	۰۲۹°۱۸′۳″E	جغرافیا
۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	یی

مربوط به بررسی‌های بیولوژیکی با فرمالین ۴٪ تثبیت شدند (Thomas et al., 2006). پارامترهای محیطی (دما، شوری، اسیدیته و اکسیژن محلول) نیز به طور هم زمان در محیط اندازه‌گیری شدند.

نمونه‌برداری توسط قایق و بوسیله گرب van Veen از هر سطح مقطع ۰/۰۲۵ متر مربع صورت گرفت. از هر ایستگاه ۳ نمونه رسوب برای بررسی‌های بیولوژیکی (شناسایی پرتاران) و ۳ نمونه برای بررسی درصد مواد آلی و تعیین درصد سیلت-رس تهیه شد. نمونه‌های

۴۶-۴۰) قسمت در هزار اندازه گیری شد. میزان دمای آب در منطقه مورد مطالعه بین (۲۹/۰۳-۳۸/۰۲) درجه سانتی گراد بود که در هر دو فصل در ایستگاه‌های نزدیک به تخلیه پساب، دمای آب بیشتر و در ایستگاه‌های ۶ و ۷ که دورتر از محل تخلیه واقع شده، دما پایین تر بود. میزان PH در همه ایستگاه‌ها بین ۸-۸/۵ بود به جز ایستگاه ۱ که ۷-۷/۳ اندازه گیری شد. میزان درصد مواد آلی بین ایستگاه‌ها و دو فصل مورد مطالعه (۰/۵-۰/۶) بود. منطقه مورد مطالعه از جهت آنالیز دانه بندی مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که میزان بیشتر رسوبات بافت ستر از سیلت و رس تشکیل شده است (جدول ۲).

نتایج نشان می دهد که میانگین فراوانی کل پرتاران شناسایی شده به میزان ۱۵۹۰۵ فرد در متر مربع می باشد. در مطالعه حاضر ۳۱ گونه پرتار که متعلق به ۲۳ جنس و ۱۵ خانواده و ۸ راسته و ۴ زیر رده شناسایی شد (جدول ۳). در پیش مانسون خانواده Spionidae با ۹۱٪ بیشترین درصد فراوانی نسبی پرتاران را به خود اختصاص داده است. در پس مانسون خانواده های Spionidae با ۲۹٪، Nephtyidae با ۲۱٪ و Glyceridae با ۱۷٪ بیشترین درصد فراوانی نسبی را به خود اختصاص داده اند (شکل ۲).

نمونه‌های رسوب بر روی الک ۰/۵ میلی متر با آب شست‌وشو داده شدهو سپس، نمونه‌ها با رزبنگال (غلظت ۱ گرم در لیتر) رنگ آمیزی شدند. در نهایت نمونه‌های پرتار با الک ۰/۷٪ تثبیت شدند (McIntyre and Eleftheriou, 2005). نمونه‌های پرتار بوسیله استریوسکوپ مدل SZ-ST Olympus شمارش و تا حد گونه و جنس توسط کلیدهای شناسایی، (Fauval, 1953; Fauchald, 1979; Jones, 1984; Donal 1991; Hutchings, 1998; Eklöf, 2010) شناسایی شدند.

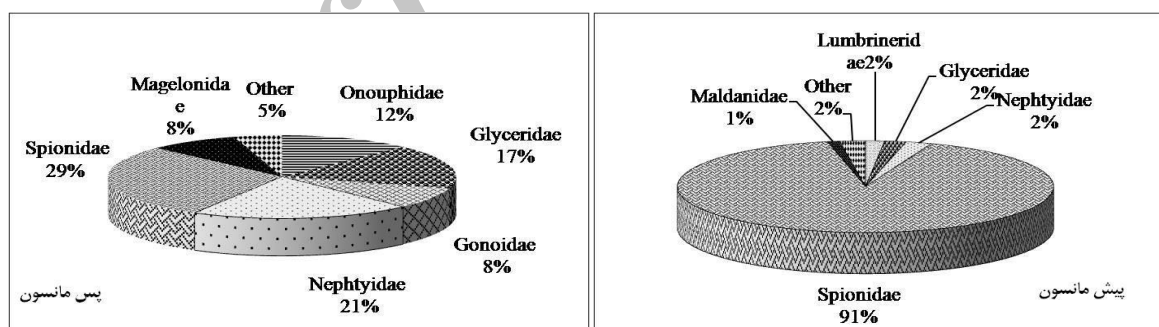
کل مواد آلی موجود در رسوبات به روش Holme (۱۹۸۴) اندازه گیری شد. آنالیز دانه بندی رسوبات به روش Buchanan (۱۹۸۴) انجام شد که رسوبات از الک‌های مختلفی ۲، ۱، ۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۱۲۵ و ۰/۰۶۳ میلی متر عبور داده شده و وزن شدند. با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه اختلاف در فاکتورهای محیطی، فراوانی و شاخص‌های اکولوژیک (تنوع گونه ای Shannon Wiener، یکنواختی Pielou's، غنای Margalef و غالبیت Simpson) بین ایستگاه‌ها مشخص شد و اختلاف بین دو فصل (پیش مانسون و پیش مانسون) بوسیله آزمون T-TEST تعیین شد. با استفاده از همبستگی پیرسون، همبستگی بین تراکم و شاخص‌های اکولوژیک با فاکتورهای محیطی گرفته شد. در این مطالعه اختلاف معنی داری در سطح (P<۰/۰۵) در نظر گرفته شد (Underwood, 1997). با استفاده از نرم افزار PRIMER آنالیزهای چند متغییری انجام شد. به وسیله نرم افزار PAST نمودار تحلیل ارتباط استاندارد (CCA) ۱ رسم شد تا مشخص شود که کدام فاکتور محیطی بیشترین تاثیر را بر روی ساختار جمعیت پرتاران داشته است (Braak, 1986).

۳. نتایج

میانگین شوری در همه ایستگاه‌ها تقریبا ۳۸ قسمت در هزار بود به جز ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳ که بین

جدول ۲. مقایسه فاکتورهای محیطی بین ایستگاه‌های مختلف در پیش مانسون و پس مانسون (حروف نامشابه بیانگر اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) بین ایستگاه‌ها می‌باشند).

ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵	ایستگاه ۶	ایستگاه ۷	
۴۶±۰/۰۵ ^c	۴۳±۰/۰۵ ^d	۴۰±۰/۰۱ ^c	۳۸/۵±۰/۰۳ ^b	۳۸/۲±۰/۰۲ ^a	۳۸±۰/۰۹ ^a	۳۸/۱±۰/۰۱ ^a	پیش مانسون
۳۲±۰/۰۲ ^d	۱/۶±۰/۰۷ ^c	۳۰/۲۵±۰/۰۱ ^b	۲۹/۵±۰/۰۹ ^a	۲۹/۳±۰/۰۸ ^a	۱/۵±۰/۰۳ ^a	۲۹±۰/۰۳ ^a	شوری (PSU)
	۳۱				۲۹		دما (°C)
۷/۳±۰/۰۵ ^a	۸/۱۸±۰/۰۱ ^b	۸/۲±۰/۰۱ ^b	۸/۲±۰/۰۵ ^b	۸/۴±۰/۰۱ ^b	۸/۵±۰/۰۵ ^c	۸/۵±۰/۰۳ ^c	اسیدیته
۴/۴۷±۰/۰۸ ^a	۴/۹±۰/۰۱ ^b	۴/۹۳±۰/۰۳ ^b	۴/۹۱±۰/۰۱ ^b	۵±۰/۰۵ ^b	۵±۰/۰۱ ^b	۵±۰/۰۰۸ ^b	اکسیژن محلول (mg/l)
۱/۹۵±۰/۰۱ ^a	۸۵/۹±۰/۰۲ ^b	۱/۸±۰/۰۰۸ ^b	۱/۲۸±۰/۰۲ ^c	۸۸/۶±۰/۰۲ ^d	۸۴/۸±۰/۰۸ ^c	۹۴±۰/۰۱ ^f	درصد سیلت - رس
۷۰		۸۵	۸۷				درصد مواد آلی
۴/۵±۰/۰۱	۵/۶±۰/۰۱۷	۳/۹۷±۰/۰۴	۲/۹۷±۰/۰۳	۶/۰۵±۰/۰۱۵	۵/۲±۰/۰۰۸	۵/۲±۰/۰۰۱	پس مانسون
۴۵±۰/۰۳ ^d	۴۲/۳±۰/۰۱ ^c	۳۹/۲۳±۰/۰۱ ^b	۳۸/۱±۰/۰۵ ^a	۳۷/۷±۰/۰۲ ^a	۳۸/۲۵±۰/۰۳ ^a	۳۷/۸±۰/۰۱ ^a	شوری (PSU)
۱/۰۲±۰/۰۹ ^c	۲۸±۰/۰۰۴ ^c	۱/۵۹±۰/۰۰۹ ^b	۳۷/۲±۰/۰۰۹ ^a	۳۷±۰/۰۰۸ ^a	۳۷±۰/۰۰۴ ^a	۳۷±۰/۰۰۷ ^a	دما (°C)
	۳۸	۳۷					اسیدیته
۷±۰/۰۵ ^a	۸/۲±۰/۰۳ ^b	۸/۳۵±۰/۰۳ ^c	۸/۴۸±۰/۰۴ ^c	۸/۵۴±۰/۰۳ ^c	۸/۶±۰/۰۴ ^{cd}	۸/۷±۰/۰۵ ^d	اکسیژن محلول (mg/l)
۳/۵۴±۰/۰۲ ^a	۱/۸۹±۰/۰۱ ^b	۳/۹۳±۰/۰۱ ^b	۴±۰/۰۰۵ ^b	۴/۰۲±۰/۰۱ ^b	۴/۰۳±۰/۰۲ ^b	۴/۰۶±۰/۰۱ ^b	درصد سیلت - رس
۱/۵۵±۰/۰۰۲ ^a	۷۴±۰/۰۱ ^b	۱/۱۲±۰/۰۰۱ ^c	۸۷/۹±۰/۰۱ ^d	۸۵/۴±۰/۰۱ ^e	۱/۲۴±۰/۰۰۸ ^f	۸۹±۰/۰۰۱ ^g	درصد مواد آلی
۶۰		۶۱			۶۱		پس مانسون
۲/۳۱±۰/۰۱ ^a	۲/۷۹±۰/۰۲ ^a	۴/۷۴±۰/۰۱ ^{bc}	۳/۸۹±۰/۰۰۵ ^b	۶/۶±۰/۰۰۷ ^d	۴/۵±۰/۰۰۶ ^{bc}	۴/۵±۰/۰۰۳ ^c	



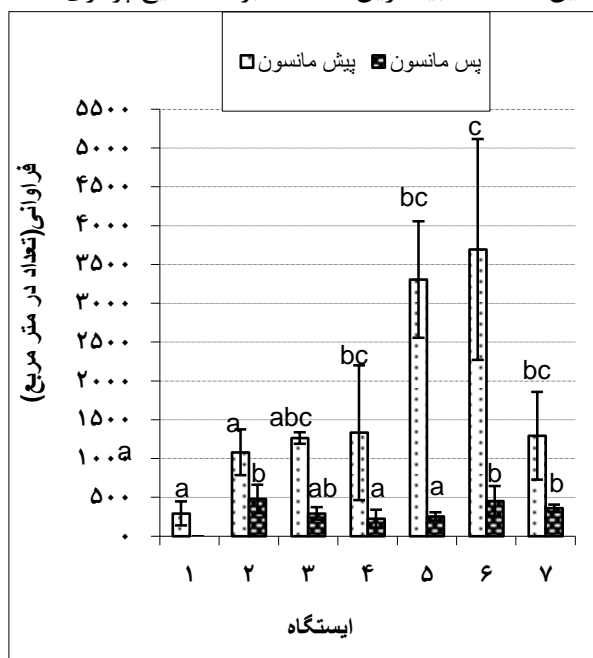
شکل ۲. درصد فراوانی نسبی پرتاران در سال ۱۳۹۰

جدول ۳. میانگین هر گونه در دو نوبت نمونه برداری (پیش مانسون و پس مانسون) در سال ۱۳۹۰

خانواده	گونه	پیش مانسون	پس مانسون
<i>Lumbrineridea</i>	<i>Lumbrineris sp.</i>	26.66	—
<i>Onouphidea</i>	<i>Diopatra sp.</i>	5.71	30.47
<i>Glycesidea</i>	<i>Glycera triductyla</i>	13.33	—
	<i>Glycera sp.</i>	17.14	51.42
<i>Gonoidea</i>	<i>Goniadepsis incerta</i>	—	20.95
<i>Nephtyiidea</i>	<i>Nephtys hombrigi</i>	19.04	68.57
	<i>Nephtys tulearensis</i>	5.71	—
	<i>Nephtys sp.</i>	7.61	—
<i>Phyllodosidea</i>	<i>Ophyllodous sp.1</i>	3.80	—
	<i>Ophyllodous sp.1</i>	3.80	—
	<i>Ulalia sp.</i>	7.61	1.9
<i>Pilargidea</i>	<i>Siqumbra sp</i>	3.80	—
<i>Spionidea</i>	<i>Scolopsis squamata</i>	186.66	17.14
	<i>Prisonio sp.1</i>	1180.9	9.52
	<i>Prisonio sp.2</i>	28.57	—
	<i>Nerine sp.</i>	146.66	59.04
	<i>Nerine cirratulus</i>	17.14	—
	<i>Polydora armata</i>	15.23	—
	<i>Minospio sp.</i>	1.9	—
<i>Magelonidea</i>	<i>Magelona cornuta</i>	7.61	24.7
	<i>Magelona heteropoda</i>	1.9	—
<i>cirratulidea</i>	<i>cirriformia tentaculata</i>	—	1.9
<i>Lingulidea</i>	<i>Lingula sp.</i>	1.90	—
<i>Capitelidea</i>	<i>Dasybranshus caducus</i>	3.80	—
<i>Maldanidea</i>	<i>Clymenella torqata</i>	1.90	—
	<i>Maladen sp.</i>	5.71	—
	<i>Clymenura sp.</i>	9.52	—
<i>Cossuridea</i>	<i>Cossura sp.</i>	1.90	—
<i>Ophelidea</i>	<i>Armandia leptocirris</i>	5.71	3.84
	<i>Ophelina sp.</i>	1.9	—
	<i>Dendimenides sp.</i>	—	5.71

فراوانی در پیش مانسون در ایستگاه ۶ به میزان $3693/33 \pm 42/67$ فرد در متر مربع بود. در حالی که کمترین میزان فراوانی در پس مانسون در ایستگاه ۱ بود که هیچ پرتاری مشاهده نشد (شکل ۳).

نتایج حاصل از آنالیز فراوانی پرتاران در دو فصل نمونه برداری اختلاف معنی دار نشان نداد ($P > 0/05$). اما بین ایستگاهها اختلاف معنی دار وجود داشت ($P < 0/05$). در این مطالعه بیشترین



شکل ۳. مقایسه میانگین فراوانی پرتاران بین ایستگاه‌های مختلف در پیش مانسون و پس مانسون (حروف نامشابه بیان‌گر اختلاف معنی دار ($P < 0/05$) بین ایستگاه‌ها می‌باشند).

همبستگی بین تراکم پرتاران و شاخص‌های اکولوژیک با پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب و فاکتورهای رسوب نشان داده است که تراکم پرتاران با شوری همبستگی منفی و معنی داری ($P < 0/05$) دارد. غنای مارگالف با درصد مواد آلی و درصد سیلت و رس رابطه مثبت و معنی داری دارد ولی با دما دارای رابطه منفی و معنی داری است. شاخص شانون با شوری همبستگی منفی و با اسیدیته همبستگی مثبت و معنی داری دارد. شاخص غالبیت سیمپسون با شوری و دما دارای رابطه منفی و معنی داری است و با درصد سیلت رابطه مثبت و معنی داری دارد ($P < 0/05$)، (جدول ۵).

با توجه به نمودار CCA مشخص شد که بیشترین تاثیر را بر روی ساختار جمعیت پرتاران شوری و دما داشته است (شکل ۴).

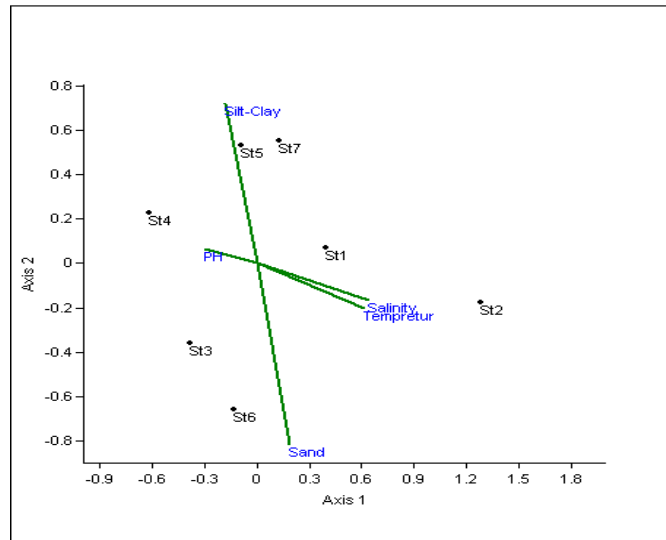
طبق آنالیزهای آماری مشخص شد که به جز شاخص غنای مارگالف دیگر شاخص‌های اکولوژیک مورد مطالعه بین ایستگاه‌ها در پیش مانسون اختلاف معنی داری نداشتند ($P > 0/05$). غنای پرتاران در ایستگاه‌های ۱ (محل تخلیه آب نمک به دریا)، ۲، ۳ و ۴ (نزدیکترین ایستگاه‌ها به محل تخلیه آب نمک) با ایستگاه‌های شاهد (۶ و ۷) اختلاف معنی داری ($P < 0/05$) نشان دادند. شاخص‌های اکولوژیک در پس مانسون بین ایستگاه‌ها اختلاف معنی دار ($P < 0/05$) نشان داد. بیشترین و کمترین میزان شاخص‌ها به ترتیب در ایستگاه‌های شاهد (۶ و ۷) و ایستگاه ۱ مشاهده شد (جدول ۴). با توجه به آنالیزهای آماری مشخص شد که شاخص‌های اکولوژیک بین دو نوبت، پیش مانسون و پس مانسون اختلاف معنی داری ندارند ($P > 0/05$) (جدول ۴).

جدول ۴. مقایسه میانگین شاخص‌های اکولوژیک در ایستگاه‌های مختلف در پیش مانسون و پس مانسون (حروف نامشابه بیان‌گر اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) بین ایستگاه‌ها می‌باشند)

غنای مارگالف	تنوع شانون	غالبیت سیمپسون	یکنواختی پیلو	
پیش مانسون				
ایستگاه ۱	۰/۱±۰/۰۵ ^a	۰/۳۴±۰/۱	۰/۴۳±۰/۰۴	۰/۵±۰/۰۵
ایستگاه ۲	۰/۴±۰/۰۹ ^a	۰/۴۷±۰/۰۴	۰/۶±۰/۰۶	۰/۶۱±۰/۰۴
ایستگاه ۳	۰/۳۷±۰/۱۲ ^a	۰/۳۷±۰/۱۲	۰/۸۴±۰/۰۵	۰/۲۸±۰/۰۴
ایستگاه ۴	۰/۴۶±۰/۰۸ ^{bc}	۰/۸±۰/۰۹	۰/۵۵±۰/۰۴	۰/۶۶±۰/۱
ایستگاه ۵	۰/۷۴±۰/۰۳ ^{cd}	۰/۹۶±۰/۰۸	۰/۵±۰/۰۵	۰/۵±۰/۰۱
ایستگاه ۶	۰/۹۴±۰/۱ ^d	۱±۰/۴	۰/۶±۰/۰۲	۰/۴۵±۰/۰۶
ایستگاه ۷	۰/۹۲±۰/۰۹ ^d	۱/۰۷±۰/۱۷	۰/۵۳±۰/۰۹	۰/۶۷±۰/۰۹
پس مانسون				
ایستگاه ۱	۰/۲۷±۰/۰۵ ^b	۰/۷۵±۰/۰۵ ^b	۰/۵۳±۰/۰۳ ^b	۰/۸۷±۰/۱ ^b
ایستگاه ۲	۰/۴±۰/۱ ^b	۱/۰۲±۰/۱۳ ^b	۰/۵±۰/۰۹ ^b	۰/۹±۰/۰۳ ^b
ایستگاه ۳	۰/۳±۰/۰۹ ^b	۰/۸±۰/۱ ^b	۰/۴۴±۰/۰۶ ^b	۰/۹۵±۰/۰۳ ^b
ایستگاه ۴	۰/۲۴±۰/۰۶ ^b	۰/۶±۰/۰۸ ^b	۰/۵۵±۰/۱ ^b	۰/۸۳±۰/۰۹ ^b
ایستگاه ۵	۰/۵±۰/۱ ^b	۱/۲۷±۰/۴۲ ^b	۰/۳±۰/۰۸ ^b	۰/۹±۰/۰۴ ^b
ایستگاه ۶	۰/۲۴±۰/۰۶ ^b	۰/۸۶±۰/۱۷ ^b	۰/۵۷±۰/۱ ^b	۰/۸±۰/۰۷ ^b

جدول ۵. همبستگی بین تراکم پرتاران و شاخص‌های اکولوژیک با فاکتورهای محیطی (** همبستگی در سطح ۰/۰۱، * همبستگی در سطح ۰/۰۵)

تراکم	غنای مارگالف	یکنواختی پیلو	تنوع شانون	غالبیت سیمپسون	
شوری	$r = -0.295^*$ $P = 0.04$	$r = -0.602^{***}$ $P = 0$	$r = -0.402^{**}$ $P = 0.008$	$r = -0.528^{**}$ $P = 0.003$	$r = -0.302^*$ $P = 0.05$
اسیدیته	$r = 0.172$ $P = 0.27$	$r = 0.62$ $P = 0.003$	$r = 0.443^{**}$ $P = 0.003$	$r = 0.532^{**}$ $P = 0.002$	$r = 0.254$ $P = 0.104$
دما	$r = -0.628$ $P = 0.002$	$r = -0.37^*$ $P = 0.015$	$r = 0.285$ $P = 0.066$	$r = -0.109$ $P = 0.489$	$r = 0.378^*$ $P = 0.11$
اکسیژن محلول	$r = 0.611$ $P = 0.069$	$r = 0.429^{**}$ $P = 0.004$	$r = 0.149$ $P = 0.334$	$r = 0.188$ $P = 0.232$	$r = 0.491^{**}$ $P = 0.009$
درصد مواد آلی	$r = 0.271$ $P = 0.081$	$r = 0.502^{**}$ $P = 0.006$	$r = 0.139$ $P = 0.379$	$r = 0.292$ $P = 0.06$	$r = 0.196$ $P = 0.212$
درصد سیلت-رس	$r = 0.195$ $P = 0.241$	$r = 0.467^{**}$ $P = 0.002$	$r = 0.155$ $P = 0.325$	$r = 0.087$ $P = 0.579$	$r = 0.471^{**}$ $P = 0.002$



شکل ۴. نمودار CCA تعیین کننده رابطه معنی دار بین فاکتورهای محیطی با فراوانی پرتاران

۴. بحث و نتیجه گیری

جوامع بنتیک بطور وسیعی بعنوان شاخص زیستی استفاده می شوند و بیانگر تغییرات ناشی از فعالیت انسان ها در محیط زیست هستند. حضور مداوم پرتاران در اکوسیستم ها و داشتن دامنه وسیع حساسیت به استرس های زیست محیطی باعث شده تا آنها برای پایش آلودگی های زیست محیطی دریا مناسب باشند (Weiss and Reice, 2005). طبق نتایج به دست آمده در این مطالعه، فاکتورهای محیطی در ایستگاههای نزدیک به تخلیه آب نمک متفاوت بوده و ایستگاههای نزدیک (۱، ۲ و ۳) اختلاف معنی داری ($P < 0.05$) با ایستگاههای شاهد ۶ و ۷ داشتند. بیشترین اختلاف برای فاکتورهای دما و شوری مشاهده شده است که بیشترین و کمترین میزان این فاکتورها به ترتیب در ایستگاههای ۱ و شاهد مشاهده شدند. Riera و همکاران (۲۰۱۱)، Abdul-Wahab و Jupp (۲۰۰۹) و Ruso و همکاران (۲۰۰۷) نتایج مشابهی را اعلام نمودند و بیان کردند که فاکتورهای محیطی با فاصله گرفتن از محل تخلیه پساب به دریا به حد طبیعی رسیده است. طبق نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر به نظر می رسد که آب

نمک تخلیه شده از کارخانه آب شیرین منجر به تغییر فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب دریا به خصوص شوری می گردد. با توجه به تاثیر پارامترهای محیطی بر ترکیب و تراکم فون بنتیک، ساختار جمعیت بنتوزها توسط مجموعه ای از عوامل محیطی کنترل می شوند (Castaneda and Harris., 2004). نتایج حاصل (شکل ۳ و جدول ۴) نشان می دهد که فراوانی، غنای گونه ای، تنوع و غالبیت در ساختار جمعیت پرتاران تحت تاثیر قرار گرفته و تغییر کرده است. بدون رخ داد پدیده مانسون، محیط مورد مطالعه تحت تاثیر استرس آب نمک تخلیه شده از کارخانه گرفته است و طبق آنالیزهای آماری (شکل ۳ و جدول ۴) مشخص شد که فراوانی و غنای گونه ای پرتاران در بین ایستگاههای مختلف در پیش مانسون اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) دارند و با وقوع پدیده مانسون علاوه بر فراوانی و غنای پرتاران، دیگر شاخص های اکولوژیک بین ایستگاههای مختلف اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) نشان دادند که احتمال می رود پدیده مانسون باعث افزایش استرس در منطقه نمونه برداری شده است. طبق تحقیقات Taheri و همکاران (۲۰۱۰)، مانسون مهمترین عامل

فشار درون سلولی خود را از دست داده و در نهایت منجر به مرگ لاروها و بی‌مهرگان آبی شوند (Einav et al., 2003). از طرف دیگر افزایش دما باعث می‌شود تا تهویه و اکسیژن‌گیری پرتاران تحت تاثیر قرار گیرد (Kristensen, 1983). بنابراین ممکن است این دو فاکتور اثر تشدیدکنندگی^۲ بر ساختار جمعیت پرتاران داشته‌اند.

با رسم نمودارهای فراوانی نسبی (شکل ۲) مشخص شد که در قبل مانسون خانواده Spionidae با ۹۱ درصد فراوانی نسبی بیشترین درصد پرتاران را تشکیل داده و خانواده غالب در آن منطقه بود.

خانواده Spionidae رسوب‌خوار سطحی یا میانه-سطحی هستند و در رسوبات نرم زندگی میکنند و از مواد آلی موجود در رسوبات ویا آب-رسوب تغذیه می‌کنند. بالغین این خانواده با موکوس و ذرات رسوب تیوب‌هایی می‌سازند و درون آنها زندگی می‌کنند و دو پالپ تغذیه کننده دارند که در گونه‌های مختلف ممکن است نقش‌های دیگری هم داشته باشد (Ferner and Jumars, 1999). گونه‌های غالب شده هنگام آلودگی، گونه‌هایی هستند که بیشتر رسوب-خوار سطحی و زیر سطحی هستند و دارای استراتژی r و فرصت طلب هستند (Sivadas, 2010). خانواده Spionidae از خانواده‌های فرصت طلب بوده و دارای رژیم غذایی رسوب‌خواری است و به طور گسترده در پایش‌های زیستی بعنوان شاخص آلودگی استفاده می‌شوند (Dean, 2008). همچنین نتایج به دست آمده (شکل ۲) حاکی از آن است که این خانواده نسبت به سایر خانواده‌ها به آب نمک تخلیه شده از کارخانه آب شیرین‌کن مقاومت بیشتری دارد. این نتیجه با مطالعه Ruso و همکاران (۲۰۰۸) همخوانی داشت.

در پس مانسون خانواده‌های Spionidae با ۲۹٪، Nephtidae با ۲۱٪، Glyceridae با ۱۷٪ و Onouphidae با ۱۲٪ بیشترین فراوانی نسبی را

موثر بر روی الگوی پراکنش پرتاران در خلیج چابهار است. به طوری که بیشترین و کمترین میزان فراوانی پرتاران و شاخص‌های تنوع و غنا را به ترتیب در پیش مانسون و در طول مانسون مشاهده کردند. بنابراین طبق این نتایج، مانسون در منطقه مورد مطالعه باعث افزایش استرس شده و منجر به کاهش فراوانی و شاخص‌های اکولوژیک در ایستگاه‌های اطراف کارخانه و ایستگاه‌های شاهد شده است.

به‌طور کلی فراوانی پرتاران از میزان ۲۹۳/۳۳ فرد در متر مربع در ایستگاه ۱ (محل تخلیه آب نمک) به میزان ۳۶۹۳/۳۳ فرد در متر مربع در ایستگاه‌های شاهد (۶ و ۷) کاهش یافته بود. همچنین نتایج حاصل از جدول ۴ نشان می‌دهد که شاخص‌های اکولوژیک در ایستگاه ۱ و ایستگاه‌های نزدیک به کارخانه کمتر از ایستگاه‌های شاهد هستند. نتایج حاصل از مطالعات Riera و همکاران (۲۰۱۱)، Ruso و همکاران (۲۰۰۸ و ۲۰۰۷) با مطالعه حاضر مطابقت داشته و بیان نمودند که شوری مهمترین فاکتور موثر بر کاهش فراوانی موجودات بنتیک و شاخص‌های اکولوژیک در محل تخلیه آب نمک به دریاست. جدول ۴ نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که همبستگی فاکتورهای محیطی با فراوانی پرتاران و شاخص‌های اکولوژیک است و طبق همبستگی پیرسون مشخص شد که شوری نسبت به سایر فاکتورهای محیطی با فراوانی و شاخص‌های اکولوژیک رابطه منفی و معنی‌داری ($P < 0/05$) دارد که نشان دهنده بیشترین تاثیر بر روی ساختار جمعیت پرتاران است. همچنین آنالیز CCA مشخص نمود که بین فاکتورهای محیطی، شوری و دما بیشترین تاثیر را بر روی فراوانی پرتاران داشته‌اند. یکی از نتایج کاهش فراوانی پرتاران مرگ و میر آنها می‌باشد، افزایش نمک دریا تعادل اسمزی بین ارگانسیم‌های آبی با آب دریا را تحت تاثیر قرار می‌دهد و ممکن است دچار پدیده آب‌زدایی^۱ شده و

^۲Synergistic^۱Dehydration

vicinity of thermal power/desalination plants: a case study. *Desal.* 244: 261-282.

Arnal, J., Sancho, M., Iborra, I., Gozalvez, J., Santafe, A. and Lora, J. 2005. Concentration of brines from RO desalination plants by natural evaporation. *Desal.* 182: 435-439.

Belan, T. 2004. Marine environmental quality assessment using polychaete taxocene characteristics in Vancouver Harbour. *Mar. Environ. Res.* 57: 89-101.

Braak, C. J. F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecol.* 67: 1167-1179.

Buchanan, J. 1984. Sediment analysis in: Method for the study of marine bentose: N. A. Holme., A. D. McIntyre (eds). Blackwell, Oxford, pp: 41-64.

Castaneda, V. D. and Harris, L. H. 2004. Biodiversity and structure of the Polychaete fauna from soft bottoms of Bahia Todos Santos. Baja California. Mexico. *Deep. Sea. Res.* 51: 827-847.

Chesher, R. H. 1975. Biological impact of a large-scale desalination plant at Key West: US Florida. Elsevier, *Oceno. Ser.* 2: 99-164.

Danoun, R. 2007. Desalination plants: Potential impacts of brine discharge on marine life. The University of Sydney (Australia). 55P.

Dean, H.K. 2008. The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution: a review. *Revi. Biol. Trop.* (4): 11-38.

Donal, M. P. 1991. The Polychaeta of the Persian Gulf in: Illustrated key to the flora and fauna of the Persian Gulf prepared for Arabian American oil company, Dahrah. Saudia Arabia Tetra Tech, LTd. 67P.

Einav, R., Harussi, K. and Perry, D. 2003. The footprint of the desalination processes on the environment. *Desal.* 152: 141-154.

Eklöf, K. 2010. Taxonomy and phylogeny of polychaetes. University of Gothenburg, Sweden, pp: 20-30.

Fauchald, K. and Jumars, P.A. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Ocen. Mar. Biol. Annu. Revi.* 17: 193-284.

داشتند. از میزان فراوانی نسبی خانواده Spionidae با رخ داد مانسون در محیط کاهش یافته بود. با وقوع مانسون خانواده‌های گوشتخوار مثل Nephtidae، Glyceridae، Onouphidae و Gonoidae غالب شده بودند.

این نتایج با گزارش Taheri و همکاران (۲۰۱۰)، مشابه است. آنها گزارش کردند که دو گونه *Synelmis albini* و *Magelona cornuta* در تیس و کنارک غالب بودند و با تغییر فصل فراوانی این دو تغییر می‌کرد. پیش از مانسون گونه *S. albini* در محیط غالب بوده که رسوب‌خوار است در حالی که در مانسون و بعد از مانسون گونه *M. cornuta* که گوشتخوار است غالب شده است. به نظر می‌رسد با وقوع پدیده مانسون میزان دسترسی غذا (لاشه موجودات) برای پرتاران گوشتخوار افزایش یافته و به دلیل شست و شو و آشفته‌گی بستر میزان مواد آلی موجود در رسوب برای پرتاران رسوب‌خوار کاهش یافته است. با توجه به افزایش میزان مواد آلی موجود در رسوبات در پس مانسون می‌توان به این نتیجه رسید که میزان مصرف کنندگان مواد آلی کاهش یافته‌اند (Sivadas, 2010).

۵. نتیجه گیری کلی

نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که آب نمک خروجی از کارخانه به دریا باعث کاهش فراوانی، غنا، تنوع و غالبیت پرتاران در نواحی نزدیک به محل تخلیه آب نمک در مقایسه با ایستگاه‌های شاهد شده است. با توجه به حساس بودن پرتاران به تغییرات شرایط محیطی می‌توان برای پایش اثرات کارخانه‌های آب شیرین‌کن بر روی محیط زیست دریا، ساختار جمعیت پرتاران را مورد مطالعه قرار داد. همچنین پدیده مانسون یکی از فاکتورهای مهم و تاثیر گذار بر الگوی پراکنش پرتاران در خلیج چابهار است.

منابع

Abdul-Wahab, S. and Jupp, B. 2009. Levels of heavy metals in sub tidal sediments in the

- Raventós, N., Macpherson, E. and García-Rubies, A. 2006. Effect of brine discharge from a desalination plant on macrobenthic communities in the NW Mediterranean. *Mar. Environ. Res.* 62: 1-14.
- Riera, R., Tuya, F., Sacramento, A., Ramos, E., Rodríguez, M. and Monterroso Ó. 2011. The effects of brine disposal on a subtidal meiofauna community. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.* 93: 359-365.
- Ruso, Y., Ossa Carretero, J. A. D., Casalduero, F.G. and Lizaso, J. 2007. Spatial and temporal changes in infaunal communities inhabiting soft-bottoms affected by brine discharge. *Mar. Environ. Res.* 64: 492-503.
- Ruso, Y., Ossa-Carretero, J.A., Giménez-Casalduero, F. and Sánchez-Lizaso, J. L. 2008. Effects of a brine discharge over soft bottom Polychaeta assemblage. *Environ. Pollu.* 156: 240-250.
- Sivadas, S. Ingole, B. and Nanajkar, M., 2010. Benthic polychaetes as good indicators of anthropogenic impact. *Indi. Jour. Mar. Sci.* 39(2): 201-211.
- Taheri, M., Yazdani, M., Bagheri, H. 2010. Community structure and biodiversity of intertidal sandy beach macrofauna in Chabaharbay, Northeast of Oman Gulf. *Per. Gul.* 1: 17-25.
- Thomas, J. V., Sreedevi, C. and Kurup, B. M. 2006. Variations on the infaunal polychaetes due to bottom trawling along the inshore waters of Kerala (south-west coast of India). *Indi. Jour. Mar. Sci.* 35: 232-249.
- Underwood, A. J. 1997. Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance: Cambridge University press, Cambridge, 499P.
- Weiss, J. M. and Reice, S. R. 2005. The aggregation of impacts: using species-specific effects to infer community-level disturbances. *Ecol. Appl.* 15 (2), 599-617.
- Fauval, P. 1953. The fauna of India including Pakistan, Ceylon, Burma and Malaya. Indian Press, LTd, 507P.
- Ferner, M. C, and Jumars, P. A. 1999. Responses of deposit-feeding spionid polychaetes to dissolved chemical cues. *Exper. Mari. Biol and Ecol.* 236(1): 89-106.
- Gleick, P.H., Cooley, H. and Wolff, G. 2006. With a grain of salt: an update on salt water desalination. In: Cooley, H., Gleick, P.H., Katz, D., Lee, E., Morrison, J., Palaniappan, Samulon, A., Wolff, G. (Eds.). *The Biennial Report on Freshwater Resources.* Island Press, Washington, pp: 51-89.
- Gopalakrishnan, S., Thilagam, H. and Raja, P.V. 2008. Comparison of heavy metal toxicity in life stages (spermiotoxicity, eggtoxicity, embryotoxicity and larval toxicity) of *Hydroideselegans*. *Chemos.* 71: 515-528.
- Holme, N. A. 1984. Macrofauna techniques. In: Holme, N.A. McIntyre, A.D. *Methods for the study of marine benthos.* IBP Handbook 16 (2nd edn), Blackwell Scientific Publication, Oxford, PP: 140-216.
- Hutchings, P. 1998. Biodiversity and functioning of polychaetes in benthic sediments. *Biod. Conver.* 7: 1133-1145.
- Jones, D.A. 1986. A field guide to the seashores of Kuwait. Blandford Press and University of Kuwait. 191P.
- Kristensen, E. 2003. Ventilation oxygen uptake by three species of *Nereis* (Annelida: Polychaeta), Effects of temperature and salinity changes. *Mar. Ecol. Pro. Ser.* 12: 299-306.
- McIntyre, A. and Eleftheriou, A. 2005. *Methods for the study of marine benthos:* Wiley-Blackwell. 418P.
- Mezher, T., Fath, H., Abbas, Z., Khaled, A. 2011. Techno-economic assessment and environmental impact of desalination technologies. *Desal.* 266: 263-273.

Effect of Salinity and Temperature Changes from Brine Discharged of Desalination Plant on Polychaeta assemblage in The Chabahar Bay

Mohadeseh Miri^{1*}, Seyyed Mohammad Bagher Nabavi², Babak doustshenas², Ali Reza Safahieh², Mehran Loghmani³

1. International Center of Hamoon Wetland, University of Zabol,
2. Department of Marine Biology, Khorramshahr University of Marine Sciences and Technology
3. Department of Marine Biology, University of Chabahar Maritime and Marine Science

Abstract

Desalination technology is growing due to population growth and water shortage. These kinds of activities can have environmental impacts where brine discharges into the sea. This study examined the effects of brine discharge from desalination plant Chabahar-Konarak on the sea environment were used to study polychaeta assemblage. Sediment samples were sampled from 7 stations in pre monsoon and post monsoon in year 2011 using by van veen grab (0/025m²) samplers that 5 stations were around the discharge point and 2 station as controls. The results of the statistical analysis showed that the abundance and richness significances differences ($P < 0/05$) between stations. The most abundance of polychaetes was occurred in station 6 with 3666.62 and 2079.92 individuals per m² in pre and post monsoon respectively. While the lowest values observed in station 1 in pre and post monsoon periods with 306.97 and 0 numbers in m². The richness, diversity and evenness results indicated that the highest and the lowest values is observed in control stations 0.94, 1.07 and 0/67 in pre monsoon and station 1, zero in post monsoon. According to results, we observed different sensitivity of polychaete to brine discharges because abundance and ecological indices were decreased in stations near the discharges area comparing to control stations far from the brine discharges zone. Results of the CCA indicated that salinity and temperature effects on polychaete structure. The most frequency family in this study was spionidae that it showed tolerance of this family to brine discharges. With monsoon occurrence of stress added to the study area where that the lowest abundance (0) in one station in post monsoon.

Keywords: Brine, Desalination plant, Polychaeta assemblage, Chabahar Bay