

بررسی اثرات شوری ناشی از تخلیه آب نمک کارخانه آب شیرین کن بر روی تراکم، تنوع و غنا پرتاران در

خلیج چابهار

محدثه میری^۱، سید محمد باقر نبوی^۱، بابک دوست شناس^۱، علی رضا صفاهیه^۱، مهران لقمانی^۲

^۱دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

^۲دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار

چکیده

استفاده از تکنولوژی نمک زدایی در حال رشد است و آب نمک ناشی از این کارخانه ها بدون اثرات زیست محیطی نخواهد بود. ما تاثیر آب نمک کارخانه را بر روی فراوانی، غنا و تنوع پرتاران در شمال خلیج چابهار مورد پایش قرار دادیم. از ۷ ایستگاه در پیش مانسون نمونه برداری شد که این ایستگاه ها در اطراف کارخانه در نظر گرفته شدند و ایستگاه های ۶ و ۷ بعنوان ایستگاه های کنترل بودند. از هر ایستگاه سه نمونه رسوب و به وسیله گرب در قبل مانسون نمونه برداری شد. برای تعیین تغییر در ساختار جمعیت پرتاران از تکنیک های آماری تک متغیری و چند متغیری استفاده شد. طبق نتایج به دست آمده مشخص شد که پرتاران به آب نمک تخلیه شده از کارخانه حساسیت دارند به طوری که فراوانی، غنا و تنوع در ایستگاه های نزدیک به محل تخلیه آب نمک کم بوده و با دور شدن از محل تخلیه، افزایش می یابند.

واژگان کلیدی: شوری، آب نمک، آب شیرین کن، پرتاران، خلیج چابهار.

۱- مقدمه

اخیراً افزایش جمعیت جهان، رشد صنعت و کاهش آب آشامیدنی باعث شده تا بیشتر کشورها به تکنولوژی تولید آب شیرین از آب دریا روی آورند. در کل جهان ۱۴۴۵۱ کارخانه آب شیرین کن وجود دارد و ۵۹/۹ میلیون مترمکعب در روز آب شیرین تولید می شود (Mezher et al., 2011) که این نشان دهنده اهمیت و گسترش استفاده از این تکنولوژی است.

یک کارخانه آب شیرین کن مثل هر فعالیت صنعتی می تواند اثرات بالقو ای بر روی نواحی اطراف و اتمسفر داشته باشد. کارخانه های آب شیرین کن پسایی با شوری بالا به محیط زیست دریا تخلیه می کنند. اختلاف چگالی آب نمک خروجی کارخانه و آب دریا باعث لایه بندی آب دریا شده و موجودات کفزی تحت تاثیر قرار خواهند گرفت (Riera et al., 2011). تغییرات شوری نقش مهمی در رشد و بقا موجودات آبی و گونه های دریایی دارد زیرا ارگانسیم های دریایی با محیط اطراف خود در تعادل اسمزی هستند (Einav et al., 2002). آب نمک تخلیه شده همچنین شامل مواد شیمیایی استفاده شده در طی تولید آب شیرین از آب دریا مثل آنتی فومینگ، آنتی فولینگ، کاکولانت، بایوساید و... می باشد که احتمال می رود مهمترین عامل نگران کننده کارخانه های آب شیرین کن تولید پسایی با میزان نمک بالا است که مستقیماً وارد دریا می شود و محیط زیست دریا را تحت تاثیر قرار می دهد (Miri and Chouiki, 2005; Dupavillon and Gillanders, 2009).

پرتاران نقش مهمی در جوامع بنتیک، چرخه مواد، زنجیره غذایی، اغتشاش در رسوبات و دفن کردن مواد آلی دارند (Hutchings, 1998; Ruso et al., 2007). آنها تاکسون غالب ماکرو بنتیک در رسوبات هستند. تنوع و غنای گونه ای آنها قابل توجه است و ممکن است نیمی از ارگانسیم های زیستگاه های رسوبات نرم را تشکیل دهند. پرتاران شاخص خوب برای آلودگی هستند زیرا غنای گونه ای والگوهای اجتماعی خاصی در بین اجتماعات بی مهره بنتیک دارند. محققین زیادی پرتاران را بعنوان گروه تاکسونومیک حساس به تغییرات بسترهای نرم معرفی کرده اند (Bellan, 2004; Ruso et al., 2007). زیرا توانایی فوق العاده ای برای سازگار شدن با تغییرات زیست محیطی زیستگاهشان را دارند (Fauchald and Jumars, 1979). پرتاران یکی از ارگانسیم های مفید برای کشف آلودگی هستند زیرا آنها بین سطوح آب-رسوب زندگی می کنند. این لایه از جهت زیستی و شیمیایی لایه ای فعال است. حضور یا عدم حضور پرتاران خاص در رسوبات دریایی نشانه شرایط عالی یا سلامت محیط زیست بنتیک است (Ruso et al., 2007).

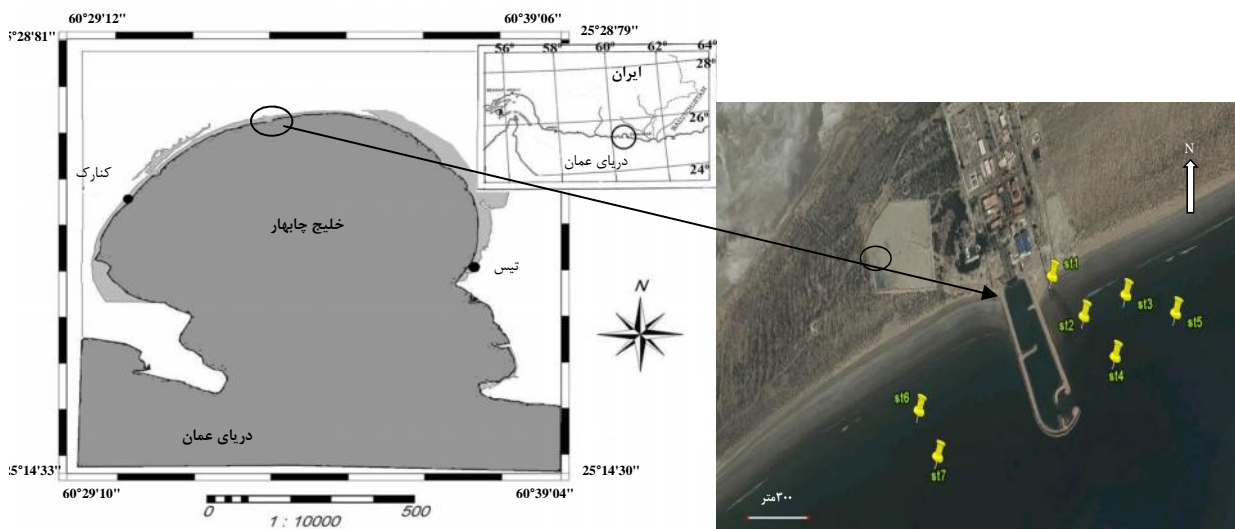
اطلاعات محدودی در رابطه با تاثیر تغییرات شوری بر روی ترکیب گونه ای ارگانسیم ذهای دریایی وجود دارد (Chesher, 1971; Reventos et al., 2006; Del Pilar-Ruso et al., 2007, 2008; Mezher et al., 2011). بنابراین هدف از این مطالعه بررسی تغییرات شوری بر روی غنا، تنوع و فراوانی پرتاران در نواحی اطراف کارخانه با نواحی دورتر از کارخانه است.

۲- مواد و روش کار

نمونه برداری از رسوبات اطراف کارخانه آب شیرین کن چابهار-کنارک در خلیج چابهار بوسیله گرب ون وین با سطح مقطع $0/0225$ متر مربع در نیمه اول اردیبهشت (پیش مانسون) در سال ۱۳۹۰ انجام شد. ۷ ایستگاه در نظر گرفته شد، ایستگاه یک در محل تخلیه آب نمک به دریا قرار داشت و ایستگاههای دوم، سوم، چهارم و پنجم در فاصله ۲۰۰ متری نسبت به هم قرار داشتند. ایستگاههای ششم و هفتم در فاصله حدود یک کیلومتری ایستگاههای دوم و چهارم قرار می گرفتند این ایستگاه ها بعنوان ایستگاه کنترل انتخاب شدند (شکل ۱) موقعیت جغرافیایی ایستگاهها توسط دستگاه GPS تعیین شد (جدول ۱). پارامترهای محیطی، در هر ایستگاه اندازه گیری شد.

نمونه های رسوب برداشته شده از هر ایستگاه، بر روی الک $0/5$ میلی متر ریخته و با آب شسته سپس رنگ آمیزی با رزبنگال با غلظت ۱ گرم در لیتر به مدت ۴۰ دقیقه انجام شد و با الک $0/70$ تثبیت شدند. نمونه های پرتار بوسیله استریوسکوپ و تا حد جنس و گونه توسط کلیدهای شناسایی، شناسایی شدند (Fauvel, 1953; Fauchald, 1997; Jones, 1984; Donal, 1991; Hutchings, 2000; Eklöf, 2010).

برای سنجش میزان TOM موجود در رسوبات از روش احتراق استفاده شد. در این روش کاهش وزن رسوب در دمای $500-600$ درجه سانتی گراد در کوره به مدت حداقل ۸ ساعت استوار است (Holme, 1984) و آنالیز دانه بندی رسوبات به روش Buchanan سال ۱۹۸۴ انجام شد که رسوبات از الک های مختلفی ۱، ۲، $0/5$ ، $0/25$ ، $0/125$ و $0/063$ میلی متر عبور داده شده و وزن شدند.



شکل ۱- موقعیت ایستگاه های نمونه برداری شده در نقشه در سال (۱۳۹۰)

جدول ۱- مختصات جغرافیایی ایستگاه های نمونه برداری شده

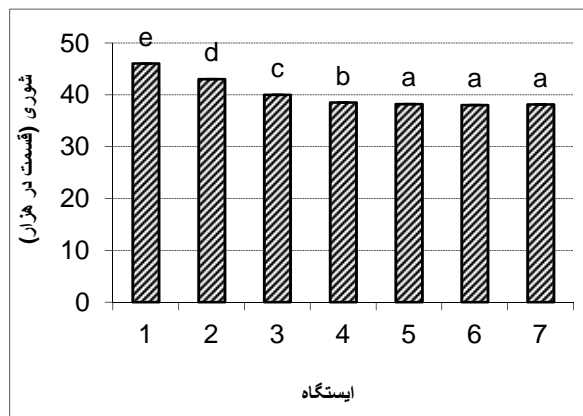
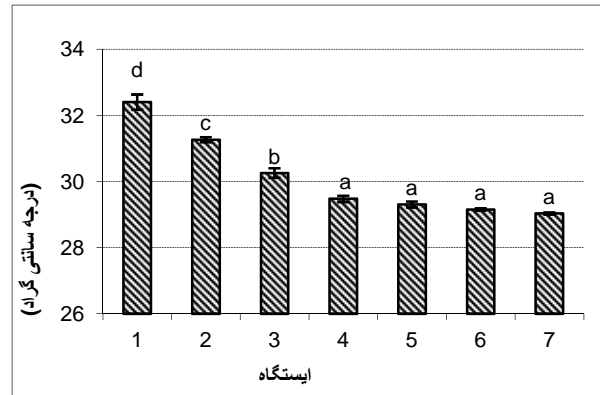
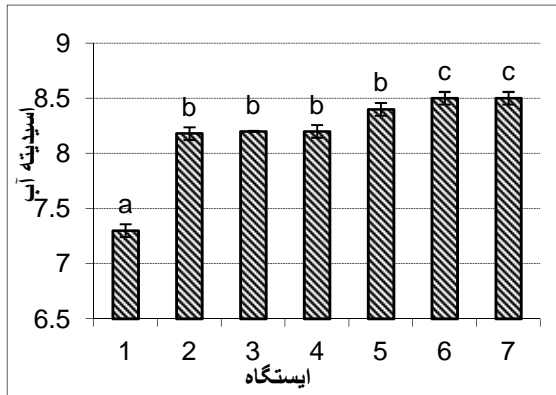
ایستگاه	مختصات جغرافیایی
ایستگاه ۱	۶۰° ۲۹' ۱۸/۳" E ۲۵° ۲۶' ۱۷/۷" N
ایستگاه ۲	۶۰° ۲۹' ۲۳/۲۵" E ۲۵° ۲۹' ۱۲/۷۵" N
ایستگاه ۳	۶۰° ۲۹' ۳۰/۹۴" E ۲۵° ۲۶' ۱۴/۲۷" N
ایستگاه ۴	۶۰° ۲۹' ۲۸/۱۸" E ۲۵° ۲۶' ۶/۶۶" N
ایستگاه ۵	۶۰° ۲۹' ۳۹/۴۷" E ۲۵° ۲۶' ۳۵/۱۱" N
ایستگاه ۶	۶۰° ۲۹' ۵۲/۷۹" E ۲۵° ۲۶' ۵/۶۶" N
ایستگاه ۷	۶۰° ۲۹' ۵۵/۴۷" E ۲۵° ۲۶' ۰/۳۳" N

با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) اختلاف در فاکتورهای محیطی، غنا، فراوانی و تنوع بین ایستگاه ها مشخص شد و در صورت اختلاف از پس آزمون توکی استفاده شد. با استفاده از همبستگی پیرسون، همبستگی بین تراکم و شاخص های اکولوژیک با فاکتورهای محیطی گرفته شد. در این مطالعه اختلاف معنی دار در سطح ($P < 0.05$) در نظر گرفته شد. با استفاده از نرم افزار PRIMER آنالیزهای چند متغییری انجام شد. نمودار شباهت بین ایستگاه ها بوسیله nMDS(non-metric multidimensional scaling) و با استفاده از شاخص Bray-Curtis رسم شد. در این مطالعه از نرم افزارهای SPSS11.5 و EXCEL استفاده شد.

۳- نتایج

۳-۱ فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب

دما در این مطالعه بین ۲۹/۰۳-۳۲/۴ درجه سانتیگراد بوده است که بیشترین دما در ایستگاه ۱ و کمترین دما در ایستگاه ۶ و ۷ مشاهده شد و نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک طرفه اختلاف معنی داری را نشان می دهد ($P < 0.05$). فاکتور شوری بین (۳۸/۱-۴۶) قسمت در هزار بوده است که بیشترین در ایستگاه ۱ و کمترین در ایستگاه های شاهد مشاهده شد و نتایج حاصل از آنالیزهای آماری اختلاف معنی داری بین ایستگاه ها نشان داد ($P < 0.05$). اسیدیته آب بین ۷/۳-۸/۵ بوده که بیشترین میزان در ایستگاه های شاهد و کمترین در ایستگاه ۱ مشاهده شد و نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک طرفه اختلاف معنی داری بین ایستگاه ها نشان داد ($P < 0.05$) (شکل ۲).



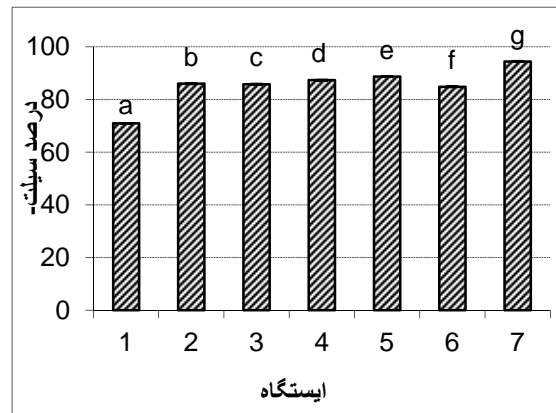
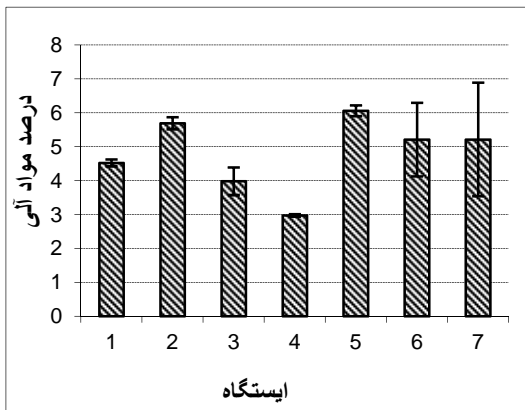
شکل ۲- مقایسه فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب بین ایستگاه‌های مختلف در سال (۱۳۹۰)

۳-۲ آنالیز رسوبات

در این مطالعه میزان درصد مواد آلی نیز بین ۶/۰۵-۲/۹۷ بود که بیشترین میزان در ایستگاه ۴۵ و کمترین در ایستگاه ۴ مشاهده شد. در بین ایستگاه‌ها اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($P > 0.05$). آنالیز دانه بندی رسوبات دامنه ۹۴/۴۲-۷۰/۹۲ نشان می‌داد که بیشترین در ایستگاه ۷ و کمترین در ایستگاه ۱ مشاهده شد و نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک طرفه اختلاف معنی داری نشان داد ($P < 0.05$) و (شکل ۳).

۳-۳ بررسی جامعه پرتاران

در این مطالعه میانگین فراوانی کل پرتاران شناسایی شده ۱۷۵۲/۳۳ فرد در متر مربع می‌باشد. در مطالعه حاضر ۲۸ گونه و جنس پرتار که متعلق به ۱۳ خانواده بوده شناسایی شده است (جدول ۲).



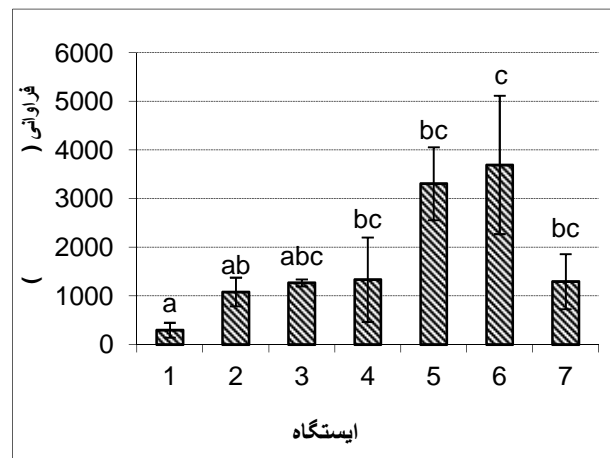
شکل ۳- مقایسه آنالیز رسوبات بین ایستگاه‌ها در سال (۱۳۹۰)

جدول ۲- فراوانی جنس‌ها و گونه‌های شناسایی شده در ایستگاه‌های مختلف در سال (۱۳۹۰)

گونه	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
<i>Lumbrineris sp.</i>	-	-	-	-	-	173.33	13.33
<i>Diopatra sp.</i>	-	13.33	-	-	-	13.33	-
<i>Glycera triductyl</i>	-	13.33	26.66	-	26.66	13.33	13.33
<i>Glycera sp.</i>	13.33	-	-	-	26.66	40	40
<i>Nephtys hombrigii</i>	-	-	26.66	-	26.66	40	6
<i>Nephtys tulearensis</i>	-	-	-	13.33	26.66	-	-
<i>Nephtys sp.</i>	-	-	-	-	13.33	-	40
<i>Ophylloides sp.1</i>	-	13.33	-	-	-	-	-
<i>Ophylloides sp.2</i>	-	-	-	26.66	-	13.33	-
<i>Ulalia sp.</i>	-	13.33	-	-	13.33	-	26.66
<i>Siqumbra sp.</i>	-	-	-	-	13.33	-	40
<i>Scolopsis squamata</i>	-	333.33	-	26.66	225.33	133.33	-
<i>Prisonio sp.1</i>	200	-	1160	960	2000	3093.33	853.33
<i>Prisonio sp.2</i>	-	26.66	-	173.33	-	66.66	-

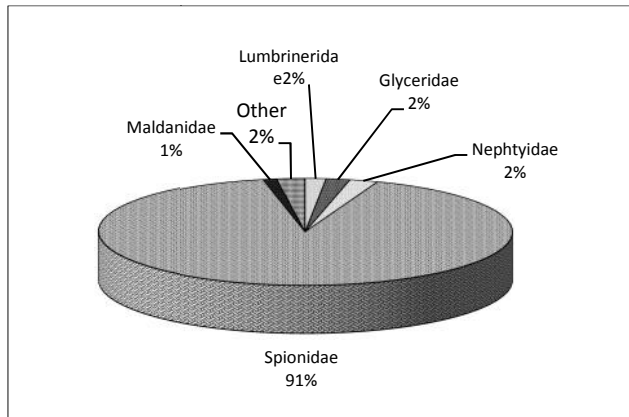
<i>Nerine cirratulus</i>	-	-	-	13.3 3	106. 6	-	-
<i>Nerine sp.</i>	93.33	613.33		13.3 3	213. 3	-	26.66
<i>Polydora armata</i>	-			93.3 3	13.3 3	-	-
<i>Minospio sp.</i>	-	-	13.33			-	-
<i>Magelona cornuta</i>	-	-	-	13.3 3	26.6 6	-	13.33
<i>Magelona heteropo</i>	-	-	-	-	13.3 3	-	-
<i>Lingula sp.</i>	-	-	-	-	-	13.33	-
<i>Dasybranshus caducus</i>	-	-	-	-	-	-	26.66
<i>Clymenella torqata</i>	-	13.33	-	-	-	-	-
<i>Maladen sp.</i>	-	40	-	-	-	-	-
<i>Clymenura sp.</i>	-	-	13.33	-	13.3 3	13.33	26.66
<i>Cossura sp.</i>	-	-	-	-	-	13.33	-
<i>Armandia leptocirris</i>	-	-	13.33	-	-	26.66	-
<i>Ophelina sp.</i>	-	-	-	-	-	13.33	-
تعداد کل گونه ها	3	9	6	9	15	14	12
جمع کل فراوانی	306.66	1079.9 7	1253.3 1	1333	2758	3666.6 2	1186.6 2

فراوانی پرتاران بین ۲۹۳/۳۳-۳۶۹۳/۳۳ فرد در متر مربع بود که بیشترین فراوانی در ایستگاه ۶ و کمترین در ایستگاه ۱ مشاهده شد و نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک طرفه اختلاف معنی داری بین ایستگاه ها نشان داد ($P < 0.05$) (شکل ۴).



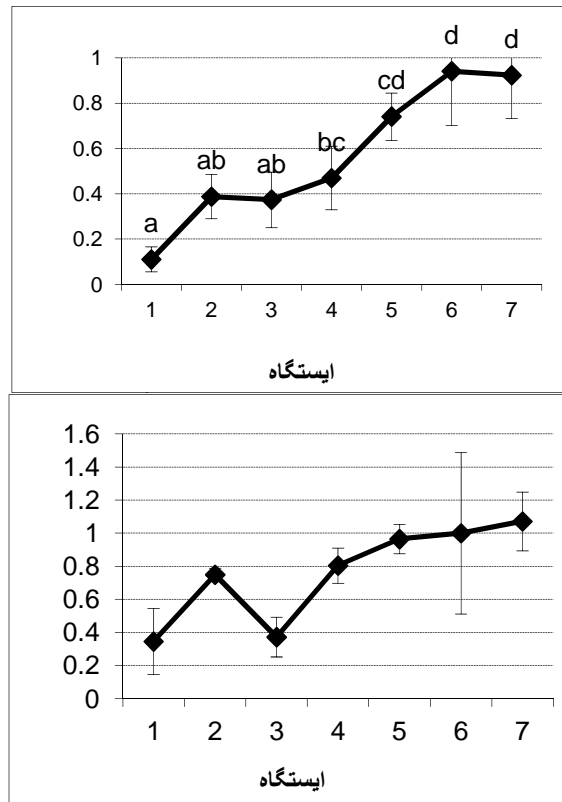
شکل ۴- مقایسه فراوانی پرتاران در ایستگاه های مختلف در سال (۱۳۹۰)

در این مطالعه بیشترین درصد فراوانی نسبی پرتاران متعلق به خانواده Spionidae با ۹۱ درصد بود (شکل ۵).



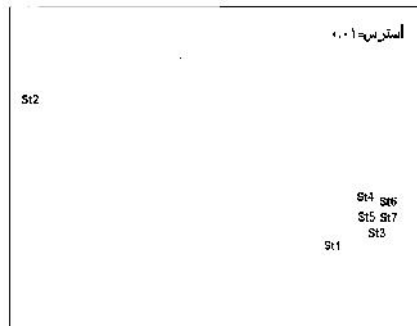
شکل ۵- درصد فراوانی نسبی پرتاران در سال (۱۳۹۰)

از شاخص های اکولوژیک غنا و تنوع مورد بررسی قرار گرفت. میزان غنا بین ۰/۱-۰/۹۴ بوده که بیشترین میزان غنا در ایستگاه ۶ و کمترین در ایستگاه ۱ مشاهده شد. نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک طرفه اختلاف معنی دار بین ایستگاه ها نشان داد ($P < 0/05$). میزان تنوع بین ۰/۳۴-۱/۰۷ بود که بیشترین تنوع در ایستگاه های ۶ و ۷ و کمترین تنوع در ایستگاه ۱ مشاهده شد. نتایج حاصل از آنالیز واریانس یک طرفه اختلاف معنی دار بین ایستگاه ها نشان نداد ($P > 0/05$) (شکل ۶).



شکل ۶- تغییرات شاخص های تنوع و غنا در سال (۱۳۹۰)

با استفاده از آنالیز n-MDS تشابه یا جدایی ایستگاه ها مورد بررسی قرار گرفت. میزان استرس در این آنالیز ۰/۰۱ درصد بود که نشان دهنده ی استرس کم در محیط است. طبق آنالیز MDS مشخص شده که ایستگاه های ۱ و ۲ نسبت به سایر ایستگاه ها با فاصله بیشتری قرار گرفته اند که جدایی این دو ایستگاه را از سایر ایستگاه ها نشان می دهد (شکل ۷).



شکل ۷- آنالیز n-MDS برای تعیین جدایی ایستگاه ها

۳-۴ همبستگی

بررسی همبستگی بین تراکم، غنا و تنوع پرتاران با فاکتورهای محیطی نشان می دهد که تراکم، غنا و تنوع پرتاران با شوری و دما رابطه منفی و معنی داری دارند. تراکم، غنا و تنوع پرتاران با اسیدپته آب رابطه مثبت و معنی داری دارند. غنای پرتاران با میزان مواد آلی و دانه بندی رسوبات و رابطه مثبت و معنی داری دارد. تنوع پرتاران با دانه بندی رسوبات رابطه مثبت و معنی داری دارد ($P < 0/05$) (جدول ۳).

جدول ۳- همبستگی میان تراکم و شاخص های بوم شناختی با فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب و خصوصیات بستر در سال (۱۳۹۰)

تراکم	تنوع	غنا	
$r=0/251$	$r=0/231$	$r=0/486^*$	درصد مواد آلی
$P=0/272$	$P=0/314$	$P=0/026$	
$r=0/417$	$r=0/449^*$	$r=0/520^*$	آنالیز دانه بندی
$P=0/060$	$P=0/041$	$P=0/016$	
$r=0/476^*$	$r=0/541^*$	$r=0/760^{**}$	اسیدپته
$P=0/029$	$P=0/011$	$P=0$	
$r=-0/511^*$	$r=-0/469^*$	$r=-0/685^{**}$	شوری (PSU)
$P=0/018$	$P=0/032$	$P=0/001$	
$r=-0/512^*$	$r=-0/520^*$	$r=-0/718^{**}$	دما (C)
$P=0/017$	$P=0/016$	$P=0$	

۴- بحث

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).

در این مطالعه میزان شوری، دما و اسیدیته در بین ایستگاه های مختلف اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) نشان دادند. بیشترین میزان این فاکتورها در ایستگاه ۱ که محل تخلیه آب نمک بود مشاهده شد و در ایستگاه های بعدی از میزانشان کاسته شده تا این که در ایستگاه های شاهد میزان شوری، دما و اسیدیته طبیعی بود.

فعالیت کارخانه آب شیرین کن در خلیج چابهار باعث تغییر در فراوانی، تنوع و غنا پرتاران در منطقه مورد مطالعه شده بود. آنالیزهای آماری اختلاف معنی دار بین ایستگاه ها نشان داده است ($P < 0.05$) هر چند که تنوع پرتاران بین ایستگاه ها اختلاف معنی دار نداشت ($P > 0.05$) اما ایستگاه ۱ دارای کمترین تنوع پرتاران است و با افزایش فاصله از محل تخلیه افزایش می یابد. فراوانی و غنای پرتاران بین ایستگاه های مختلف اختلاف معنی دار ($P < 0.05$) داشتند که نشان دهنده ی تاثیر بیشتر آب نمک خروجی از کارخانه به محیط زیست دریا بر روی غنا و فراوانی پرتاران است. نتایج مطالعه ی حاضر با مطالعه ای که توسط Ruso و دیگران، (۲۰۰۸ و ۲۰۰۷) صورت گرفته هم خوانی داشت آنها شوری را عامل اصلی این کاهش می دانستند. همان طور که همبستگی پیرسون نشان داد (جدول ۲) شوری و دما از مهمترین فاکتورهایی هستند که با فراوانی، غنا و تنوع پرتاران رابطه منفی و معنی دار قوی نشان می دهند. افزایش شوری آب دریا باعث بر هم خوردن تعادل اسمزی ارگانسیم های آبی شده و منجر به از دست دادن سلول ها شده و فشار اسمزی کاهش یافته و در نهایت باعث مرگ لاروها و بی مهرگان دریایی می شود (Einav et al., 2002) و احتمالا علت کاهش فراوانی، تنوع و غنا پرتاران در ایستگاه های نزدیک باشد (Ruso, 2007; 2008).

آنالیز n-MDS جدایی ایستگاه های ۱ و ۲ را نشان می دهد (شکل ۶). جدایی این دو ایستگاه از سایر ایستگاه ها به علت نزدیک بودن به محل تخلیه آب نمک است. ایستگاه های ۱ و ۲ نیز جدا از هم قرار گرفته اند که علت این جدایی عدم تشابه فراوانی و تنوع پرتاران است و عدم تشابه ایستگاه ۲ با سایر ایستگاه ها، فراوانی و تنوع خانواده Spionidae است. ایستگاه ۲ دارای جنس و گونه های مختلفی از Spionidae بوده که در سایر ایستگاه ها مشاهده نشده یا میزان فراوانیشان کمتر بوده است. در مطالعه ای که توسط Ruso و دیگران، (۲۰۰۸) انجام شد با تخلیه آب نمک به دریا خانواده Spionidae در منطقه مورد مطالعه کم شده ولی از محیط حذف نشده است که احتمالا از خانواده های به نسبت مقاوم محسوب می شوند با توجه به این که در ایستگاه ۱ تقریباً تنها خانواده قابل مشاهده بود (جدول ۲).

البته باید توجه داشت که بافت بستر نیز عامل موثر در تغییرات ساختار جمعیت پرتاران است (Mezher et al., 2011) و در این مطالعه هم ایستگاه های مختلف با هم اختلاف معنی داری نشان داده اند.

۵- نتیجه گیری کلی

طبق نتایج به دست آمده در این مطالعه مشخص شد که آب نمک خروجی از کارخانه به دریا باعث کاهش فراوانی، غنا و تنوع پرتاران شده است. بنابراین کارخانه های آب شیرین کن بر روی محیط زیست دریا تاثیرات منفی خواهند داشت. همچنین می توان برای پایش اثرات کارخانه های آب شیرین کن بر روی محیط زیست دریا، ساختار جمعیت پرتاران را مورد مطالعه قرار داد.

۶- منابع

1. Arnal, J.M, Sancho, M, Iborra, I, Goza' Ivez, J. Santafe', A., Lora, J, Concentration of brines from RO desalination plants by natural evaporation, Desalination, 182, 435-439, 2005.
2. Belan, T.A, Marine environmental quality assessment using polychaete taxocene characteristics in Vancouver Harbour, Marine Environmental Research, 57, 89-101, 2004.
3. Buchanan, J. B, Sediment analysis in: Method for the study of marine bentose, (eds. N. A. Holme., A. D. McIntyre), Blaackwell, Oxford, pp, 41-64, 1984.
4. Chesher, R., Biological impact of a large-scale desalination plant at Key West, Florida, In: Elsevier Oceanography Seris, vol. 2, pp. 99-164, 1971.
5. Donal, M. P, 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. 67 p, 1991.
6. Dupavillon, J, Gillanders, B, Impacts of seawater desalination on the giant Australian cuttlefish *Sepia apama*, Marine Environmental Research 67, 207-218, 2009.

7. Einav, R, Harussi, K, Perry, D, Footprint of the desalination processes on environment. *Desalination*, 153, 141-154, 2002.
8. Eklöf, K, Taxonomy and phylogeny of polychaetes, University of Gothenburg, Sweden. 33 p, 2010.
9. Fauchald, K, The polychaete worms definitions and keys to the orders, families and genera, The Allan Hancock Foundation University Of Southern California, 198 p, 1977.
10. Fauval, P, The fauna of India including Pakistan, Ceylon, Burma and Malaya, Indian Press, LTd, Allahabad, 507 p, 1953.
11. Gleick, P.H, The World's Water 2006-2007, The Biennial Report on Freshwater Resources, Island Press, Chicago, 2006.
12. Gopalakrishnan, S, Thlagam, H, Vivek Raja, P, Comparison of heavy metal toxicity in life stages (spermiotoxicity, egg toxicity, embryotoxicity and larval toxicity) of *Hydroides elegans*, *Chemosphere*, 71: 515-528, 2008.
13. Hoepner, T, Lattemann, S, Chemical impacts from seawater desalination plants a case study of the northern Red Sea, *Desalination*, 152: 133-140, 2002.
14. Hoepner, T, Windelberg, J, Elements of environmental impact studies on coastal desalination plants, *Desalination*, 108: 11-18, 1996.
15. Holme, N.A, 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, 1984.
16. Hutchings, P, An illustrated guide to estuarine polychaetes worm of the new south wales, The Australian Museum Sydney NSW, 153p, 2000.
17. Jones, D.A, A field guide to the seashores of Kuwait, Blandford Press and University of Kuwait, 191p, 1986.
18. Lattemann, S, Hoepner, T, Environmental impact assessment of seawater desalination, *Desalination*, 151 :108-220, 2008.
19. Miri, R, Chouikhi, A, Ecotoxicological marine impacts from seawater desalination plants, *Desalination* 182, 403-410, 2005.
20. Mezher, T, Fath, H, Abbas, Z, Khaled, A, Techno-economic assessment and environmental impact of desalination technologies, *Desalination*, 266, 263-273, 2011.
21. Raventos, N, Macpherson, E, Carcía-Rubiés, A, Effect of brine discharge from desalination plant on macrobenthic communities in the NW Mediterranean, *Marine Environmental Research*, 62, 1-14, 2006.
22. Roberts, D. A, Johnston, E, Khott, N. A, Impact of desalination plant discharges on the marine environment: A critical review of published studies, *Water Reserch*, 44: 5117-5128, 2010.
23. Romeril, M.G, Heavy metal accumulation in the vicinity of a desalination plant. *Marine Pollution Bulletin*, 8, 84-87, 1977.
24. Ruso, Y, Carretero, J, Casalduero, F, Lizaso, J, Spatial and temporal changes in infaunal communities inhabiting softbottoms affected by brine discharged, *Marine Environmental Research*, 64, 492-503, 2007.
25. Ruso, Y, Carretero, J, Casalduero, F, Lizaso, J, Effects of a brine discharge over softbottom polychaeta assemblage, *Environmental Pollution*, 156(2), 240-250, 2008.
26. Weiss, J.M, Reice, S.R, The aggregation of impacts: using species-specific effects to infer community-level disturbances, *Ecological Applications*, 15 (2), 599-617, 2005.

