مقاله علمی - پژوهشی:

تعیین وضعیت سلامت زیستی حوضچه‌های استحصال نمک پتروشیمی ماهشهر با استفاده از ماکروبنتوزها

فرحناز کیان ارثی*[۱]، نجمه جهانی[۲]، مهرناز شیرمحمدی[۱]، حسین هوشمند[۱]، محسن مزرعاوی[۱]، جمیل بنی‌طرفی زادگان[۱]، فریدون عوفی[۲]، سیروس ناصریان[۳]، سید مهدی بابائی نژاد[۳]

*farahnaz.kianersi@gmail.com

۱-پژوهشکده آبزی پروری آبهای جنوب کشور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
۲- گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ایران
۳-مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
٤-شرکت سهامی پتروشیمی بندر امام، ماهشهر، ایران

تاریخ دریافت: مهر ۱٤۰۳ تاریخ پذیرش: آذر ۱٤۰۳

چکیده

در این مطالعه با توجه به حضور ناخواسته گونه‌های ماهی و میگو در دریاچه حوضچه‌های نمک پتروشیمی ماهشهر جهت حفاظت از تنوع زیستی در این حوضچه‌ها و خور ادوله به عنوان تنها منبع تأمین کننده آب این حوضچه‌ها، از ماکروبنتوزها برای ارزیابی زیستی استفاده شد. به همین منظور تعداد ۷ ایستگاه در خور اودله و حوضچه‌های استحصال نمکی شماره ۱ و ۲ انتخاب شدند. نمونه‌برداری از رسوبات در ایستگاه‌های انتخابی به صورت فصلی از خرداد ۱۴۰۲ لغایت اردیبهشت ۱۴۰۳ به وسیله گراب مدل ون‌وین با سطح پوشش ۰/۰۶۲۵ مترمربع انجام شد. در این تحقیق، ۳ شاخه ماکروبنتوز، ۱۴ خانواده و ۱۳ گونه به همراه یک مرحله شفیره از حشرات شناسایی گردید. پرتاران در بین گروه‌های ماکروبنتوز شناسایی شده گروه غالب بودند. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که از ایستگاه خور اودله به سمت ایستگاه‌های واقع در حوضچه‌های استحصال نمک درصد مواد آلی رسوب، درصد سیلت و رس و میزان فراوانی ماکروبنتوزها و شاخص تنوع و غناء گونه‌ایی روندی کاهشی و شاخص غالبیت روند صعودی را نشان داد. مقادیر شاخص زیستی AMBI در ایستگاه‌های مورد مطالعه در دوره نمونه‌برداری در دامنه ۰-۴/۱۸ محاسبه شد. به طور کلی، براساس شاخص‌های زیستی، از ایستگاه خور به سمت حوضچه‌های استحصال نمکی شرایط از آلودگی کم به سمت شرایط با آلودگی زیاد پیشرفت کرده و این آلودگی و کاهش تراکم ماکروبنتوزها در ایستگاه‌های حوضچه‌های استحصال نمک به دلیل ماهیت شوری بالا، تبخیر شدید و غالبیت گونه‌های مقاوم، نسبت به ایستگاه‌های ورودی آب مشهودتر بود.

لغات کلیدی: ماکروبنتوزها، حوضچه نمک پتروشیمی، خور اودله، شاخص AMBI

*نویسنده مسئول

Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-23]

مقدمه

حوضچه‌های نمک مجتمع پتروشیمی بندر امام در سال ۱۳۵۲ با مساحت تقریبی ۱۵۰۰ هکتار طراحی، با هدف استحصال نمک از آب دریا احداث گردید و از طریق شاخابه‌های خور (موسوم به خوریات ماهشهر) به خورموسی و سپس خلیج فارس ارتباط دارد (Jafarian Moghadam *et al*., 2018). در مرحله آبگیری طیف وسیعی از آبزیان ساکن در خوریات در مرحله لاروی و نوزادی از طریق پمپاژ به داخل حوضچه‌ها راه پیدا می‌کنند و شرایط زیست آنها به دلیل شوری بالا، تبخیر شدید و سایر موارد، بسیار دشوار خواهد بود.

گونه‌های ماکروبنتیک شاخص‌های اکولوژیک مناسبی هستند، زیرا اکثر آنها نمی‌توانند به خارج از زیستگاه خود مهاجرت کنند و تحمل‌های متفاوتی را نسبت به استرس‌های محیطی نشان می‌دهند (Joydas *et al*., 2023). شاخص زیستی دریایی AZTI (AMBI; Borja and Muxika, 2005) به طور گسترده در سراسر جهان برای ارزیابی وضعیت اکولوژیک جوامع کفزی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Asl *et al*., 2024; Sule *et al*., 2024). این شاخص‌ها به عنوان ابزارهای مؤثری برای ارزیابی سلامت جوامع بنتوزی در مناطق جغرافیایی مختلف که در معرض طیف وسیعی از فشارهای انسانی، از جمله فلزات و مواد آلی قرار دارند، مورد استفاده قرار می‌گیرد (Joydas *et al*., 2023).

Mahdavi Soltani و Nabavi (۲۰۰۸) به مقایسه ساختار اجتماعات ماکروبنتیک در خوریات غزاله و غنام به عنوان نشانگرهای زیستی آلودگی پرداختند و نتایج به‌دست نشان داد که فراوان‌ترین گروه‌های ماکروبنتوزی شامل کرم‌های پرتار و سخت پوستان است. همچنین نتایج مطالعه Hawizawi و همکاران (۲۰۱۴) در مقایسه ارزیابی سلامت اکولوژیک نواحی ساحلی و خوریات خوزستان با استفاده از شاخص BOPA نسبت پلیکت‌های فرصت‌طلب آمفی‌پدا مشخص کرد که اسکله پتروشیمی دارای وضعیت ضعیف اکولوژیک و اسکله نفتی وضعیت متوسط اکولوژیک است. Yousefi و همکاران (۲۰۲۱) نیز به ارزیابی کیفیت آب خوریات خورموسی با استفاده از شاخص‌های زیستی پرداخته‌اند. ماکروبنتوزهای شناسایی شده به ۵ رده و ۴۰ راسته تعلق داشتند و شاخص شانون در تابستان و زمستان وضعیت آلودگی متوسط و آب خوریات خورموسی آلودگی متوسط تا شدید را نشان دادند. Owfi (۲۰۲۳) نیز در مطالعه علل تلفات ماهیان در حوضچه‌های نمک مجتمع پتروشیمی بندر امام، دلیل اصلی تلفات ماهیان را به‌هم خوردن تعادل اکولوژیک زیست بوم انسان ساخت حوضچه‌های نمک (منبع آبی بسته با حداقل عمق و گردش جریان آبی و شوری زیاد) و مجموعه عواملی بیان نمود که به دلیل استرس محیطی و شوک حرارتی ناشی از افزایش ناگهانی درجه حرارت (تا چهار درجه) طی یک دوره زمانی کوتاه‌مدت (نیمه مرداد ماه) در منطقه ایجاد گردیده است.

باوجود این‌که مطالعات متعددی در خصوص بررسی ماکروبنتوزها برای ارزیابی سلامت اکوسیستم در خوریات ماهشهر استفاده شده است (Dehghan Madiseh *et al*., 2009; Heydari *et al*., 2021; Yousefi *et al*., 2021). با این‌حال، اطلاعات زیادی در مورد ویژگی‌های زیستی برای حوضچه‌های استحصال نمک در دسترس نیست و وضعیت اکولوژیک این آبها مشخص نیست. وجود شرایط محیطی خاص در حوضچه‌های نمک، حضور گونه‌های ماهی و میگو در حوضچه‌ها، نظارت منظم و ارزیابی وضعیت کیفی را برای تدوین اقدامات مدیریتی مناسب برای حفاظت از زیستگاه‌های حیاتی و تنوع زیستی این مجموعه آبی را ضروری می‌سازد (Ullah *et al*., 2020). بنابراین، جهت کسب اطلاعات کامل‌تر و مستمر از وضعیت منطقه نیاز به مطالعه جامع و کاملی در خصوص وضعیت شاخص‌های زیستی در منطقه احساس گردید. هدف این تحقیق ارزیابی وضعیت سلامت ساختار جامعه در خور ادوله به عنوان تنها منبع تأمین‌کننده آب و حوضچه‌های استحصال نمک است.

مواد و روش کار

منطقه و روش نمونه برداری

مطالعه حاضر در حوضچه‌های مصنوعی نمک در منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی در جنوب غربی ایران و در ساحل خلیج فارس، واقع در شهرستان بندر ماهشهر، شهر بندر امام خمینی (ره) با مختصات جغرافیایی مشخص در جدول ۱ انجام شده است. در این زیستگاه، ۷ ایستگاه در محدوده خور

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-23]

اودله تا حوضچه نمک شماره ۲ در نظر گرفته شد. ایستگاه‌های انتخابی بترتیب در خور ادوله به عنوان منبع تأمین‌کننده آب حوضچه‌ها (ایستگاه ۱)، ورودی آب به حوضچه‌ها، نزدیکی ورودی فاضلاب به خور (ایستگاه ۲)، قبل از ایستگاه پمپاژ به حوضچه‌ها (ایستگاه ۳)، حوضچه شماره یک (ایستگاه ۴ و ۵)، حوضچه شماره دو (ایستگاه ۶ و ۷) انتخاب شدند. نمونه‌برداری به طور ماهانه و با سه تکرار از هر ایستگاه برای نمونه رسوب از خرداد ۱۴۰۲ آغاز و لغایت اردیبهشت ۱۴۰۳ به‌طول انجامید.

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه برداری در حوضچه‌های مصنوعی نمک و خور اودله
Table1: Geographical location of sampling stations in artificial salt pond and the Odleh Creek

Location	Station	N	E
Odleh Creek	St1	30° 27′ 29.2″	49° 09′ 21.5″
Entrance of the sewer	St2	30 ° 30′48.5″	49 ° 09′ 29.5″
Before pumping water	St3	30 ° 30′ 55.8″	49 ° 09′ 30.0″
Pool number one	St4	30 ° 31′11.0″	49 ° 09′ 34.1″
Pool number one	St5	30 ° 31′ 4.50″	49 ° 09′ 21.2″
Pool number two	St6	30 ° 32′ 28.1″	49 ° 07′ 55.5″
Pool number two	St7	30 ° 32′ 13.5″	49 ° 07′ 2.20″

نمونه رسوب برای شناسایی ماکروبنتوزها، تعیین دانه بندی (GSA) و تعیین مواد آلی کل (TOM) با استفاده از گرب ون‌وین (با سطح پوشش ۰/۰۶۲۵ مترمربع) برداشت گردید. نمونه‌ها مربوط به تجزیه‌وتحلیل رسوبات تا زمان انتقال به آزمایشگاه در یخدان نگهداری شدند و در آزمایشگاه در دمای ۲۰ – درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. نمونه‌های ماکروبنتوزها با آب دریا شستشو و از الک ۵۰۰ میکرومتر عبور داده شد. برای تثبیت نمونه‌های زیستی در محیط از فرمالین بافری ۴ درصد استفاده گردید (Heydari *et al.*, 2021).

شاخص‌های غیر زیستی و زیستی نمونه‌های رسوب

برای سنجش مواد آلی کل از روش سوزاندن و طبق معادلات توصیف شده Buchanan (۱۹۸۴) انجام شد. همچنین برای بررسی دانه‌بندی رسوبات از روش الک خیس و عبور دادن از سری الک‌های ۶۳ میکرومتر تا ۴ میلی‌متر استفاده گردید. ذرات کمتر از ۰/۰۶۳ میلی‌متر به عنوان ذرات سیلت-رس، ذرات ۰/۰۶۳-۰/۱۲۵ میلی‌متر به عنوان ذرات ماسه‌ای و ذرات بیشتر از ۰/۱۲۵ میلی‌متر بر مبنای شن تفکیک شدند (Buchanan, 1984). جهت بررسی زیستی رسوب، نمونه‌های ماکروبنتوز به‌وسیله محلول رزبنگال (۱ گرم در لیتر) رنگ‌آمیزی شدند و از الکل ۷۰ درصد برای نگهداری نمونه‌ها استفاده شد. سپس تا حد امکان در سطح گونه شناسایی شدند (Needham and Needham, 1941; Hutchings, 1984; Sharabti, 1984; Dudgen, 1999; Rouse and Pleijel, 2001; Al-Yamani *et al.*, 2012). در این مطالعه جهت بررسی سلامت زیستی منطقه مورد نظر از شاخص‌های اکولوژیک تنوع شانون، غنای مارگالف و غالبیت سیمپسون استفاده گردید (Ludwig and Reynolds, 1988). همچنین در این تحقیق، شاخص AMBI به‌کار گرفته شد که براساس توزیع فراوانی افراد در بسترهای نرم، ماکروبنتوزها را بر پایه حساسیت و مقاومت موجودات در برابر استرس‌های محیطی در ۵ گروه اکولوژی طبقه بندی می‌کند (Borja and Muxika, 2005). گروه‌بندی در این شاخص به شرح ذیل است: گروه اکولوژی I: گونه‌های بسیار حساس به آلودگی، گروه اکولوژی II: گونه‌های بی‌تفاوت به آلودگی، گروه اکولوژیکIII : گونه‌های مقاوم به ازدیاد مواد آلی، گروه اکولوژیکIV : گونه‌های فرصت‌طلبان رده دوم گونه‌هایی که از توانایی سازگار شدن با شرایط نامتعادل محیطی برخوردارند، گروه اکولوژیکV :

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-23]

فرصت‌طلبان رده اول، گونه‌هایی که از توانایی سازگار شدن با شرایط بسیار آلوده و پراسترس برخوردارند و طبق معادله ذیل و جدول ۲ محاسبه می‌شود.

جدول ۲: طبقه‌بندی کیفیت آب بر اساس شاخص‌های اکولوژیک (Borja and Muxika, 2005)

Table 2: Classification of water quality based on ecological indicators (Borja and Muxika, 2005)

Shannon	Species richness	AMBI	Ecological situation
>4.8	>60	0-1.2	Very good
3.6-4.8	45-60	2.1-3.3	Good
2.4-3.6	30-45	3.3-4.3	moderate
1.2-2.4	15-30	4.3-5.5	Fairly poor
0-1.2	0-15	5.5-7	Poor

$$AMBI = \frac{(0\times GI\%)+(1.5\times GII\%)+(3\times GIII\%)+(4.5\times GIV\%)+(6\times GV\%)}{100}$$

روش تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۰ و انجام آزمون‌های آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ استفاده گردید. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون نرمالیتی Shapiro-wilk استفاده شد. برای مقایسه تغییرات مکانی (بین ایستگاه‌ها) و زمانی (فصل‌ها) از آزمون تجزیه‌وتحلیل واریانس یک‌طرفه (One–way ANOVA) و در صورت وجود اختلاف مکانی و زمانی از آزمون توکی (Tukey) استفاده شد. از آن‌جایی‌که بعضی از شاخص‌ها توزیع نرمال نداشتند، داده‌های متناسب با (arcsin√p) قبل از تجزیه‌وتحلیل با ANOVA تبدیل شدند. داده‌های تبدیل شده به‌ترتیب با استفاده از آزمون‌های Shapiro-Wilk و Levene از نظر ویژگی‌های توزیع و همگنی پراکندگی بررسی شدند. داده‌ها میانگین ± انحراف معیار داده‌های تبدیل نشده است، اما آزمون‌های آماری با استفاده از داده‌های تبدیل شده انجام شد. جهت محاسبه مقادیر کمی شاخص‌های اکولوژیک و زیستی از نرم افزارهای Biological Tools و Past3 استفاده گردید (Hammer *et al.*, 2001). سطح معنی‌داری جهت آزمون‌های آماری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

در این مطالعه در هفت ایستگاه تعیین شده در منطقه خور اودله و حوضچه‌های نمکی ماهشهر، در طول چهار فصل نمونه‌برداری مجموعاً تعداد ۵۰۹۰۸ فرد از ۳ شاخه ماکروبنتوز، ۱۴ خانواده، ۱۴ جنس و ۱۳ گونه به همراه یک مرحله شفیره حشره جداسازی و شناسایی شد. در جدول ۳ فهرستی از گونه‌های شناسایی شده در طول مطالعه ارائه شده است. در بین گروه‌های شناسایی شده، گروه پرتاران با ۱۷۶۰۰ فرد غالب بودند و نرم‌تنان با ۲۵۵۲ فرد دارای کمترین غالبیت بودند (شکل ۱).

فراوانی کل ماکروبنتوزها در ایستگاه‌های مختلف نشان می‌دهد که ایستگاه ۱ در فصل تابستان بیشترین فراوانی و ایستگاه‌های ۴،۵ و ۶ در فصل زمستان دارای کمترین فراوانی بودند (شکل ۲).

بیشترین تراکم سخت‌پوستان و پرتاران در ایستگاه‌های ۱ و ۲ مشاهده گردید. در ایستگاه ۶ گروه نرم تنان و در ایستگاه ۷ گروه حشرات غالب بودند. در سایر ایستگاه‌ها غالبیت با پرتاران بود (شکل ۳).

مقادیر شاخص‌های زیستی محاسبه شده در ایستگاه‌های مختلف در شکل ۴ نشان داده شده است. بیشترین میزان شاخص تنوع شانون و غناء گونه‌ای در ایستگاه ۲ و کمترین در ایستگاه ۷ گزارش شد و یک روند کاهشی را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهند درحالی که شاخص غالبیت بر عکس این شاخص‌ها یک روند صعودی را در منطقه نشان می‌داد به‌طوری‌که بیشترین مقدار آن در ایستگاه ۷ ثبت شد.

در بررسی شاخص AMBI در ایستگاه‌های مورد مطالعه خور اودله، ایستگاه ۳ در وضعیت متوسط آلودگی قرار گرفت و

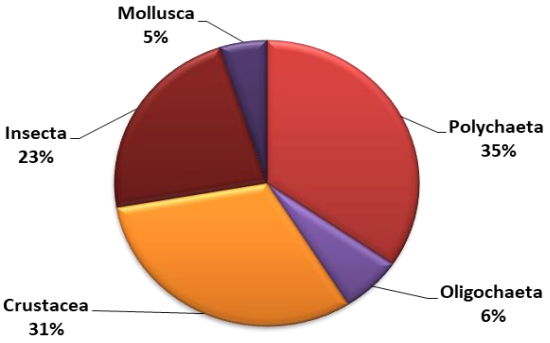
[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-23]

سایر ایستگاه‌ها شرایط آلودگی کم را نشان دادند. این شاخص در ایستگاه‌های ۶ و ۷ به دلیل تنوع بسیار کم گروه‌های ماکروبنتوزی قابل محاسبه نبود و شرایط آلودگی شدید براساس این شاخص در این ایستگاه‌ها مورد انتظار است.

جدول ۳: فهرست گروه‌ها و گونه‌های مختلف ماکروبنتوز شناسایی شده در خور اودله و حوضچه‌های استحصال نمک پتروشیمی ماهشهر ۱۴۰۲-۱۴۰۳

Table 3: The list of different groups and species of macrobenthos identified in Odleh Creek and petrochemical salt production ponds in Mahshahr 2023-2024

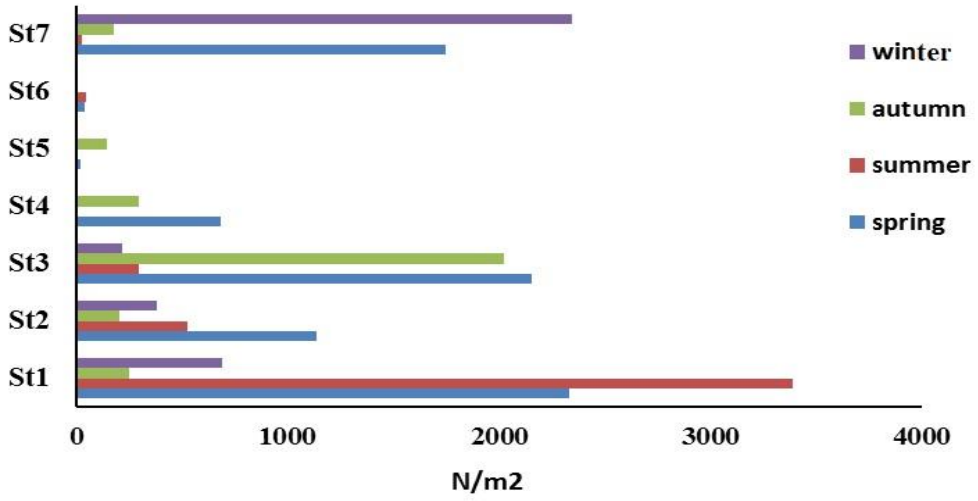
Phylum	Class	Order	Family	Genus	Species	Abundance (N/m^2)
Annelides	Polychaeta	Phyllodocida	Nereididae	Nereis	*Nereis persica*	2684
		Phyllodocida	Glyceridae	Glycera	*Glycera sp*	924
		Sabellida	Sabellidae	Sabella	*Sabella sp.*	2156
			Cossuridae	Cossura	*Cossura sp.*	11836
	Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae	Lumbriculus		3300
Arthropoda	Malacostraca	amphipoda	Gammaridae	Gammarus	*Gammarus troglomorphus*	1672
		Tanaidacea	Kalliapseudidae	Kalliapseudes	*kalliapseudes sp.*	11220
		Decapoda	Sesarmidae	Episesarma	*Episesarma sp.*	1804
			Hexapodidae	Hexapus	*Hexapus bidentatus*	1188
	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomus	*chironomus sp.*	8052
			Pupa chironomidae			3520
Mollusca	Bivalvia	Cardiida	Tellinidae	Tellina	*Tellina emargiginatus*	308
		Venerida	Veneridae	Venus	*Venus sp.*	660
		Mytilida	Mytilidae	Brachidontes	*Brachidontes variabilis*	1100
	Gastropoda	Caenogastropoda	Potamididae	Cerithideopsilla	*Cerithideopsilla cingulata*	484



شکل ۱: درصد فراوانی گروه‌های مختلف ماکروبنتوز در رسوبات خور اودله و حوضچه‌های استحصال نمک پتروشیمی ماهشهر ۱۴۰۳-۱۴۰۲

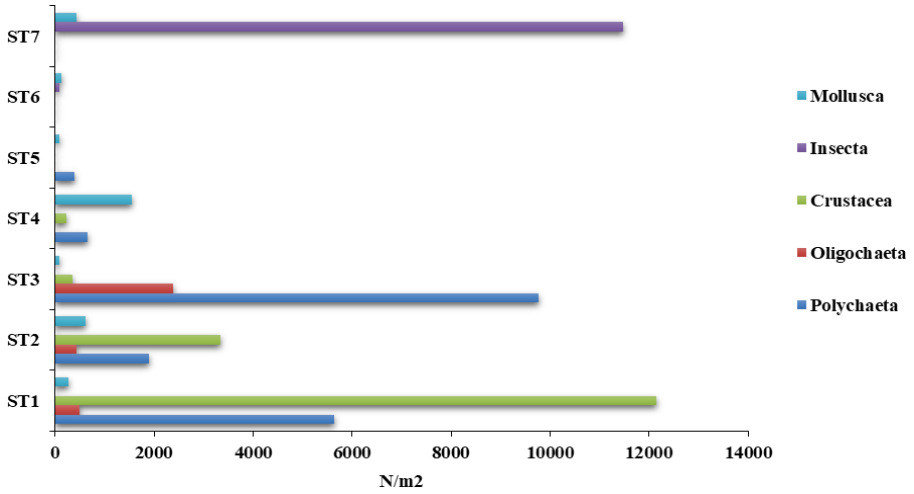
Figure 1: Percentage of abundance of different macrobenthic groups in sediments in Odleh Creek and petrochemical salt production ponds in Mahshahr 2023-2024

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-23]



شکل ۲: فراوانی گروه‌های ماکروبنتوزی شناسایی شده در ایستگاه‌ها و فصل‌های مختلف در خور اودله و حوضچه‌های استحصال نمک پتروشیمی ماهشهر ۱۴۰۳-۱۴۰۲

Figure 2: The abundance of macrobenthic groups identified in different stations and seasons in Odleh Creek and petrochemical salt production ponds in Mahshahr 2023-2024

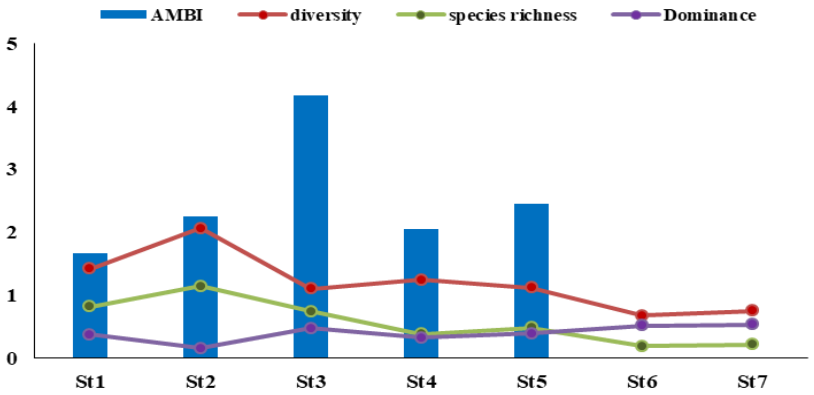


شکل ۳: فراوانی گروه‌های مختلف ماکروبنتوزی در ایستگاه‌های مورد مطالعه در خور اودله و حوضچه‌های استحصال نمک پتروشیمی ماهشهر ۱۴۰۳-۱۴۰۲

Figure 3: Abundance of different macrobenthic groups in the studied stations in Odleh Creek and petrochemical salt production ponds in Mahshahr 2023-2024

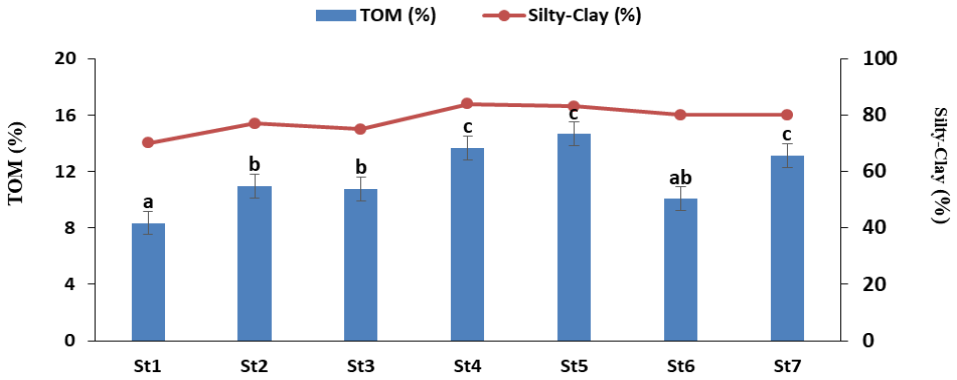
در شکل ۵، درصد مواد آلی و سیلت-رس در رسوبات در ایستگاه‌های مورد مطالعه با هم مقایسه شده‌اند. در ایستگاه ۴ بیشترین و در ایستگاه ۱ کمترین درصد رسوبات سیلت – رس مشاهده گردید. در ایستگاه‌های درون حوضچه‌های نمک (۴، ۵ و ۷) بیشترین مواد آلی و در ایستگاه ۱ کمترین مواد آلی اندازه‌گیری شد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که بین میانگین درصد مواد آلی در ایستگاه‌ها مختلف، اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P<0.05$).

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-23]



شکل ۴: روند تغییرات مقادیر شاخص‌های زیستی ماکروبنتوزها در ایستگاه‌های مختلف در خور اودله و حوضچه‌های استحصال نمک پتروشیمی ماهشهر ۱۴۰۳-۱۴۰۲

Figure 4: The trend of changes in the values of macrobenthos biological indicators in different stations in Odleh Creek and petrochemical salt production ponds in Mahshahr 2023-2024



شکل ۵: روند تغییرات میانگین درصد مواد آلی و سیلت -رس در رسوبات ایستگاه‌های مختلف در خور اودله و حوضچه‌های استحصال نمک پتروشیمی ماهشهر ۱۴۰۳-۱۴۰۲ (حروف نامشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌هاست (P<0.05) (میانگین±انحراف معیار)

Figure 5: The trend of changes in the average percentage of organic matter and silt-clay in the sediments of different stations in Odleh Creek and Mahshahr petrochemical salt extraction ponds 2023-2024 (unlike letters indicate a significant difference between the stations in each season (P<0.05) (Mean±SD)

بحث

خورها و اکوسیستم‌های ساحلی مناطقی با تولید بالا و محیط زیست پیچیده‌ای هستند که از نظر تنوع زیستی اهمیت بالایی دارند و به عنوان یکی از غنی‌ترین محیط‌های دریایی محسوب می‌شوند (Ortega *et al.*, 2018). این نواحی به عنوان یکی از مناطق مهم زیست محیطی، به علت تولید بالای مواد آلی در آنها و مکانی که انواع موجودات آبزی به طور متراکم در آن به‌سر می‌برند، از دیرباز مورد توجه بشر قرار داشته‌اند (Yousefi *et al.*, 2021). برنامه‌های کنترل زیستی کیفیت آب عموماً بر اساس کنترل شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی است که بیانگر وضعیت لحظه‌ای محیط آبی بوده ولی ارزیابی بیولوژیک با استفاده از موجودات شاخص نظیر بی‌مهرگان آبزی نیز بیانگر تغییرات درگذر زمان است و ازاین جهت قابلیت استناد بیشتری دارد.

بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی یکی از عمومی‌ترین ابزارهای مورداستفاده به عنوان شاخص زیستی برای ارزیابی تأثیر

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-23]

آلودگی بر خورها هستند (Kim *et al*., 2020). زیرا پراکنش رده‌های مختلف بزرگ بی‌مهرگان کف‌زی به‌شدت تحت تأثیر شاخص‌های محیط زیستی (نوع رسوبات، درجه حرارت، شوری، کربن آلی و ...)، قرار دارد (Olapoju *et al*., 2018). تأثیر این آلاینده‌ها بر موجودات با توجه به نوع و حجم ورودی آنها متفاوت است. این اثرات در بالاترین سطوح موجب از بین رفتن فون و فلور منطقه شده و در مقادیر کم موجب حذف گونه‌های حساس از منطقه و حضور فراوان گونه‌های مقاوم می‌شود (Hawizawi *et al*., 2014). آبهای به‌شدت آلوده که پذیرنده مقدار زیادی مواد آلی یا غنی شده از عناصر مغذی حاصل از منابع آلوده‌کننده نقطه‌ای یا غیر نقطه‌ای هستند، از تنوع کم درشت بی‌مهرگان برخوردارند. فقط آن گونه‌هایی که قادرند تحت شرایط کمبود اکسیژن یا کدورت زیاد زنده بمانند و رشد و نمو کنند، ساکن چنین آبهای آلوده‌ای هستند. گونه‌هایی که در این محیط‌ها غالب هستند، گونه‌هایی مانند کرم‌های خانواده Tubificidae از رده Oligochaeta و لاروهای شیرونومید قرمز از خانواده Chironomidae هستند (Heydari *et al*., 2017).

در مطالعه حاضر، میزان درصد مواد آلی در همه فصل‌ها در ایستگاه ورودی (خور ادوله) کمتر از ایستگاه‌های حوضچه‌هاست. احتمالاً ورود پساب فاضلاب شهری (در ایستگاه ۲ بالاتر از خور) می‌تواند عاملی برای افزایش بار مواد آلی هنگام مد و پمپاژ آب درون حوضچه‌ها باشد و همچنین با توجه به عمر ۵۰ ساله حوضچه‌ها و ورود مواد آلی و بقایای جانوران و پلانکتون‌های مرده و فضولات پرندگان و فقدان هر گونه اقدام اصلاحی مانند خشک کردن بستر و ایجاد جریانات آبی و لایروبی، باعث افزایش مواد آلی در رسوبات حوضچه‌ها نسبت به ایستگاه ورودی خور ادوله شده است. در مناطق غیر آلوده میزان مواد آلی باید کمتر از ۵ درصد و در مناطق آلوده میزان مواد آلی بالاتر از ۱۵ درصد در نظر گرفته شد (Karikari *et al*., 2020). از آن‌جایی‌که میزان نوسانات مواد آلی در مطالعه حاضر ۱۵-۷ درصد بود، نشانگر این مطلب است که در محدوده مناطق غیر آلوده قرار دارد. در منطقه‌ای که مواد آلی رسوب زیاد باشد، طی تجزیه میکروبی مواد آلی، اکسیژن در لایه نزدیک بستر مصرف شده و به دنبال آن میزان آمونیاک یا نیترات در محیط زیاد شده و باعث بلوم فیتوپلانکتون‌ها در منطقه شده که موجب عدم نفوذ اکسیژن به لایه‌های عمیق‌تر و تولید سموم در آب می‌شود که اثرات مضری بر آبزیان دارد (Amini, 2021). مشاهدات بافت رسوب نشان داد که بافت رسوب منطقه در بیشتر ایستگاه‌ها درصد بالایی سیلت-رس است. درنتیجه بافت خاک سبک است. هرچه بافت خاک سبک‌تر باشند، میزان نفوذپذیری مواد آلی در خاک افزایش می‌یابد. دانه بندی رسوبات عامل مهمی برای ارزیابی میزان آلودگی است (Acosta *et al*., 2009).

در مطالعه حاضر، هر چه از ایستگاه منبع تأمین‌کننده آب (خور اودله) به سمت ایستگاه‌های واقع در درون حوضچه های استحصال نمک پیش روی نمود، میزان فراوانی ماکروبنتوزها و شاخص‌های تنوع و غنای گونه‌ای، روند نزولی و شاخص غالبیت روند صعودی را نشان می‌دهد. احتمالاً به دلیل افزایش شوری و مواد آلی درون حوضچه‌ها، این تغییرات مشاهده شد که با نتایج حاصل از درصد مواد آلی رسوبات در مطالعه حاضر مطابقت داشت. Jombodin و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که هر گونه، آستانه تحمل شوری متفاوتی دارد و با افزایش شوری، تنوع و فراوانی بنتوزها کمتر می‌شود. همچنین Amini (۲۰۲۱) بیان کرد که افزایش مواد آلی اثرات مضری بر آبزیان دارد. در مطالعه Dehghan Madiseh و همکاران (۲۰۰۹) بر خوریات ماهشهر در خور اودله میانگین فراوانی گروه‌های شناسایی شده بیشتر از مطالعه حاضر بود که نشان‌دهنده کاهش شدید فراوانی طی سال‌های گذشته در منطقه مورد مطالعه است و بیشترین فراوانی گروه‌های ماکروبنتیک در مطالعه حاضر گروه پرتاران بودند. مشابه با این تحقیق، در مطالعات، Dehghan Madiseh و همکاران (۲۰۰۹) و Eslami و همکاران (۲۰۱۵) نیز در منطقه خوریات خورموسی، گروه پرتاران دارای بیشترین فراوانی بودند. براساس مطالعات Saunders و همکاران (۲۰۰۷) افزایش آلودگی باعث کاهش تنوع و فراوانی گونه‌های بنتیک می‌شود و در این مناطق آلوده گونه‌های با مقاومت بالا (پرتاران)، غالب می‌شوند. مطالعه Darwish و همکاران (۲۰۰۵) نیز نشان دادند که گروه‌های پرتاران گونه‌های نشانگر آلودگی هستند. غناء کل و تنوع شانون از شاخص‌های نشان‌دهنده فشارهای محیطی

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-23]

است که با افزایش آلودگی، میزان آنها کاهش می‌یابد. همچنین ثابت شده است که هر گاه میزان مواد آلی وارده به محیط زیاد نباشد، غناء کل و تنوع در مکان مورد نظر نسبت به سایر مکان‌ها بیشتر می‌شود (Soto *et al*., 2017) بنابراین، می‌توان گفت که بالا بودن شاخص غناء و تنوع در ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳ نسبت به سایر ایستگاه‌ها می‌تواند به دلیل کمتر بودن میزان مواد آلی وارده به این ایستگاه نیز باشد. در این مطالعه براساس شاخص تنوع شانون تمام فصول آلودگی متوسط محیطی را نشان دادند. همچنین در ایستگاه‌های مورد مطالعه به‌جز ایستگاه‌های ۶ و ۷ که آلودگی شدید محیطی را نشان دادند، در سایر ایستگاه‌ها، آلودگی متوسط محیطی مشاهده گردید. با توجه به این‌که ایستگاه‌های ۴ الی ۷ در منطقه حوضچه‌های استحصال نمک قرار دارند، فراوانی و تنوع گروه‌های ماکروبنتوزی در این ایستگاه‌ها به علت شوری بالا بسیار کمتر از ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۳ است. هرکجا که شاخص شانون بالا باشد، نشان‌دهنده تنوع بالا و در نتیجه میزان شاخص سیمپسون که نشان‌دهنده احتمال تعلق افراد به گروه خاص است، کاهش می‌یابد. برعکس پایین بودن شاخص شانون نیز با بالا بودن شاخص سیمپسون همراه است. دلیل فراوانی بالای ایستگاه ۷ در فصل زمستان نیز غالب بودن لارو خانواده Chironomidae است که گونه‌ای مقاوم به آلودگی است. این ایستگاه کمترین تنوع و بالاترین غالبیت را در بین سایر ایستگاه‌ها نشان می‌دهد.

در مطالعه حاضر، در فصول سرد (پاییز و زمستان) فراوانی ماکروبنتوزها نسبت به فصول گرم (بهار و تابستان) کمتر بود که این موضوع می‌تواند ناشی از ایجاد آشفتگی در رسوبات و تخریب زیستگاه‌های ماکروبنتوزها به دلیل بارندگی و سیلاب در فصول سرد سال باشد (Yousefi *et al*., 2021). تراکم بالاتر ماکروبنتوزها در تابستان در مقایسه با زمستان در خوریات خورموسی در مطالعات Eslami و همکاران (۲۰۱۵) و Yousefi و همکارن (۲۰۲۱) گزارش شده و اظهار شده که گونه‌های این منطقه با ساختارهای دمایی خاص قابلیت فیزیولوژیک پیدا کرده است و عموماً در محدوده‌های دمایی بالا سوخت وساز بدن، تکثیر و قابلیت‌های زیستی دارند و کاهش دما در زمستان، تأثیر منفی بر جمعیت این گونه‌ها دارد.

براساس نتایج حاصل از مقادیر شاخص AMBI بر اساس حساسیت و مقاومت گونه‌های بنتیک، ایستگاه‌های خور اودله شرایط کمی آلوده را نشان می‌دهند به‌جز در ایستگاه ۳ که آلودگی متوسط محیطی مشاهده گردید که احتمالاً به دلیل ورود پساب فاضلاب شهری به سمت این ایستگاه آلودگی نسبت به سایر ایستگاه‌ها بیشتر شده بود. در مطالعات Dehghan Madiseh و همکاران (۲۰۰۹) در خور اودله مقدار این شاخص در این خور را مشابه با تحقیق حاضر در سطح آلودگی کم گزارش کرده بودند. در ایستگاه‌های ۶ و ۷ به دلیل فراوانی پایین و غالبیت گونه‌های مقاوم، شرایط آلودگی شدید براساس شاخص AMBI مشاهده گردید. این نتایج با نتایج حاصل از شاخص تنوع شانون نیز مطابقت دارد.

براساس نتایج این تحقیق و شاخص‌های زیستی مورد بررسی، جوامع ماکروبنتوزها ایستگاه‌های قبل از حوضچه‌ها وضعیت آلودگی کم الی متوسط و در ایستگاه‌های درون حوضچه‌ها آلودگی متوسط الی شدید را نشان می‌دهد و شاخص‌های زیستی در منطقه مورد مطالعه روند رو به نزول کیفیت اکولوژیک را از خوراودله به سمت حوضچه‌های استحصال نمک بیان می‌دارند. افزایش مواد آلی در رسوب و کاهش تراکم و تنوع ماکروبنتوزها در ایستگاه‌های درون حوضچه نمک به دلیل ماهیت ساختار حوضچه نمکی همچون شوری بالا، کاهش آب به دلیل تبخیر، فقدان جریان‌های آبی برای تبادل اکسیژن و تجمع بقایای جانوران و پلانکتون‌های مرده نمایان‌تر از ایستگاه‌های ورود آب به حوضچه‌هاست. در کل، می‌توان تا حدودی تغییرات مشاهده شده در تنوع و تراکم ماکروبنتوزها را در حوضچه‌های مصنوعی نمکی مرتبط با شوری بالا و مواد آلی رسوب دانست. زیرا هر دو از شاخص‌های مهم و تأثیر گذار بر ماکروبنتوزها هستند. با تدوین اقدامات مدیریتی مناسب مانند خشک کردن بستر و ایجاد جریانات آبی و لایروبی، می‌توان بقایای جانوران و گیاهان مرده را در حوضچه‌ها حذف کرد که به دنبال آن شرایط زیستی بهتری برای آبزیان ساکن این حوضچه‌های نمکی فراهم می‌شود.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-23]

منابع

Acosta, J.A., Cano, A.F., Arocena, J.M., Debela, F. and Martínez-Martínez, S., 2009. Distribution of metals in soil particle size fractions and its implication to risk assessment of playgrounds in Murcia City (Spain). *Geoderma*, 149(1-2):101-109. DOI:10.1016/j.geoderma.2008.11.034

Al-Yamani, F., Skryabin, V., Boltachova, N., Revkov, N., Makarov, M., Grintsov. and Kolesnikova, E., 2012. Illustrated Atlas on The Zoobenthos of Kuwait. Kuwait Institute for Scientific Research, 383 P.

Amini, M., 2021. The phenomenon of algal bloom is a problem of water resources. *Human and environment*, 19(1):74-68. (In Persian)

Asl, A.G., Nabavi, S.M.B., Rouzbahani, M.M., Alipour, S.S. and Monavari, S.M., 2024. Ecological quality status of stressed coastal benthic ecosystems in Nayband Bay from the northern Persian Gulf, Iran using AMBI, M-AMBI, Bentix, and H´ indices. *Journal of Wildlife and Biodiversity*, 8(1):279-297. DOI:10.5281/zenodo.7076047

Borja, A. and Muxika, I., 2005. Guidelines for the use of AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. *Marine Pollution Bulletin*, 50(7):787-789. DOI:10.1016/j.marpolbul.2005.04.040

Buchanan, J.B., 1984. Sediment analysis. In: Methods for the study of marine benthos. In: Holme, A. and McIntyre, A.D. (eds). Blackwell of Oxford, London, UK. pp 41-64.

Darwish, H.A., El-Gawad, E.A., Mohammed, F.H. and Lotfy, M.M., 2005. Assessment of organic pollutants in the offshore sediments of Dubai, United Arab Emirates. *Environmental Geology*, 48:531-542. DOI:10.1007/soo254-005-1305-3

Dehghan Madiseh, S., Sabz Alizadeh, S., Esmaili, F., Khalafah Nilsaz, M., Eskandari, G., Oufi, F., Du Laing, G., De Vos, R., Vandecasteele, B., Lesage, E., Tack, F.M. and Verloo, M.G., 2009. Effect of salinity on heavy metal mobility and availability in intertidal sediments of the Scheldt estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 77(4):589-602. DOI:10.1016/j.ecss.2007.10.017

Dudgen, D., 1999. Tropical Asian Stream. Zoobenthos, Ecology and Conservation. Hong Kong University press, China. 844 P.

Eslami, M., Sabzghobai, G., Pourkhbaz, H. and Soltanian, S., 2015. Temporal and spatial changes of large benthic communities of Khoriat Khor Musa waters based on ecological indicators. *Journal of Marine Biology*, 7(3):65-82. (In Persian)

Hammer, Ø., Harper, D.A.T. and Ryan, P.D., 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electron*, 4:9.

Hawizawi, S., Akhot, N., Savari, A., Dehghan Mediseh, S. and Dostshanas, B., 2014. Comparison of ecological health assessment of the coastal and Khoriat areas of Khuzestan using the Amphipeda opportunistic polycot ratio index. BOPA). *Iranian Journal of Marine Sciences and Techniques*, 13(3):1-10. DOI:10.22113/jmst.2014.6779 (In Persian)

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-23]

Heydari, A., Safari, A. and Ahmadniai Mutlaq, H., 2017. The role of benthic communities' biodiversity in the preservation of aquatic ecosystems. The 4th International Conference on New Findings in Agricultural Sciences, Natural Resources and Environment, Tehran. (In Persian)

Heydari, R., Mohammadiroozbahani, M., Rajabzadeh Ghatrami, E. and Nabavi, M.B., 2021. Use of macrobenthos biodiversity in assessing the ecological status of Zangi Estuary about heavy metal contamination. *Journal of Oceanography*, 12(47):12-25. DOI:10.52547/joc.12.47.12 (In Persian)

Hutchings, P. A., 1984. An illustrated guide to the estuarine polychaete worms of new south wales. Coast and Wetlands Society, Australia. 160 P.

Jafarian Moghadam, A., Melmasi, S., Manouri, M. and Jozi, A., 2018. Investigating the environmental effects of petrochemicals in Mahshahr economic zone using hierarchical analysis method. *Environmental Sciences*, 8(3):145-156. (In Persian)

Jombodin, T., Songkai, P., Wichachucherd, B. and Rodcharoen, E., 2021. The relationship between salinity and benthic fauna diversity and abundance at Songkhla Port, Thailand. *Journal of Coastal Research*, 37(6):1173-1180. DOI:10.2112/JCOASTRES-D-21-00037.1

Joydas, T.V., Qurban, M.A., Borja, A., Manokaran, S., Manikandan, K.P., Rabaoui, L.J., Garmendia, J.M., Asharaf, T.T.M., Ayranci, K., Shemsi, A.M. and Mohammed, S., 2023. Ecological status of macrobenthic communities in the Saudi waters of the western Arabian Gulf. *Regional Studies in Marine Science*, 57:102751. DOI:10.1016/j.rsma.2022.102751

Karikari, A.Y., Asmah, R., Anku, W.W., Amisah, S., Agbo, N.W., Telfer, T.C. and Ross, L.G., 2020. Heavy metal concentrations and sediment quality of a cage farm on Lake Volta, Ghana. *Aquaculture Research*, 51(5):2041-2051. DOI:10.1111/are.14555

Kim, S., Lee, H.G., Kang, S.M. and Yu, O.K., 2020. The influence of Manila Clam (*Ruditapes philippinarum*) on macrobenthos communities in a Korean tidal ecosystem. *Sustainability*, 12:4205-4217. DOI:10.3390/su12104205

Ludwig, J.A. and Reynolds, J.F., 1988. Statistical ecology: A primer on methods and computing. John Wiley and Sons, New York. 337 P.

Mahdavi Soltani, J. and Nabavi, S.M.B., 2008. Comparing the structure of macrobenthic communities in Khoriat Ghazaleh and Ghannam (in Khor Musa) as pollution biomarkers. *Scientific Journal of Iranian Fisheries*, 17(2):164-159. DOI:10.22092/ISFJ.2008.115330 (In Persian)

Needham, J.G. and Needham, P.R., 1941. A guide to the study of fresh-water biology, with special reference to aquatic insects and other invertebrate animals and phytoplankton. Comstock Publishing Associates, New York. 88 P.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-23]

Olapoju, O.A. and Edokpayi, C.A., 2018. Response of macrobenthic invertebrate to organic carbon and particle size in Lagos Lagoon, Nigeria. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 2:1–13. DOI:10.9734/ajfar/2018/v2i126111

Ortega, I., Colling, L. and Dumont, L., 2018. Response of soft-bottom macrobenthic assemblages to artisanal trawling fisheries in a subtropical estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 207:142–153. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.04.007

Owfi, F., 2023. Final report of investigating the causes of fish deaths in Mahshahr Petrochemical Salt Ponds. Iranian Fisheries Science Research Institute, Tehran. 120 P. (In Persian)

Rouse, G. W. and Pleijel, F., 2001. Polychaetes. Oxford University Press, London, UK. 354 P.

Saunders, J., Al Zahed, Kh.M. and Paterson, D., 2007. The impact of organic pollution on the macrobenthic fauna of Dubai creek (UAE). *Marine Pollution Bulletin*, 54(11):1715-1723. DOI:10.1016/J.marpolbul.

Sharabti, D., 1984. Red Sea shells, 1rd edn. Routledge Kegan and Paul, Australia. 128 P.

Soto, E., Quiroga, E., Ganga, B. and Alarcón, G., 2017. Influence of organic matter inputs and grain size on soft-bottom macrobenthic biodiversity in the upwelling ecosystem of central Chile. *Marine Biodiversity*, 47:433-450. DOI:10.1007/s12526-016-0479-0

Sule, A.Y., Yakub, A.S., Nubi, A.O., Bassey, B.O., Mahu, E., Igbo, J.K., Bello, B.O., Sohou, Z., Abiodun, O.A., Olapoju, O.A. and Nosazeogie, E.O., 2024. Assessment of ecological quality status of Western Nigeria offshore waters (Gulf of Guinea) using macrobenthic assemblage. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, 40(1):639-651. DOI:10.1007/s41208-024-00665-7

Ullah, M.A., Hossain, M.S., Hossain, M.B. and Rahman, M., 2020. Intertidal variation of macrobenthos in a saltmarsh habitat, Noakhali coast, Bangladesh. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 24(6):377-390. DOI:10.21608/EJABF.2020.117231

Yousefi, A., Chamani, A. and Ahmadi Nadushan, M., 2021. Evaluation of the water quality of Khoriat Khor Musa using the major indicators of the insurance policyholders. *Journal of Marine Biology*, 13(2):79-90. (In Persian)

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-23]

Determination of the biological health status of Mahshahr petrochemical salt extraction ponds using macrobenthos

*farahnaz.kianersi@gmail.com

Kianersi F.[1]*; Jahani N.[2]; Shirmohammadi M.[1]; Houshmand H.[1]; Mazravi M.[1]; Banitorfizadegan J.[1]; Owfi F. [3]; Naseriyan S.[4]; Babaeinejad M.[1]

1-Aquaculture Research Center -South of Iran, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran
2-Department of Marine Biology, Faculty of Marine and Ocean Sciences, Khorramshahr University of Science and Technology, Khorramshahr, Khouzestan, Iran
3-Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
4-Bandar Imam Petrochemical Company, Mahshahr, Iran

Introduction

Mahshahr port is considered to be a strategic and economically important port among the ports of Iran, which is connected to Musi Creek and then the Persian Gulf through the tributaries of the Creek (Jafarian Moghadam et al., 2018). The salt ponds of the petrochemical complex, designed for salt extraction from seawater, inadvertently allow a variety of aquatic animals in their larval stages from Creeks to enter during the dewatering process. These creatures face challenging and stressful living conditions characterized by high salinity, intense evaporation, and insufficient water flow. The relationships between macrobenthos and natural environmental factors can be used to describe natural and artificial habitats and create basic knowledge that enables the detection of their spatial and temporal changes (Sule et al., 2024). There was limited information regarding the biotic and abiotic characteristics of salt ponds and Odleh Creek (Dehghan Madiseh et al., 2009; Heydari et al., 2021). To gain a more thorough and ongoing understanding of the region's condition, a detailed study was deemed necessary to assess biological parameters. This research aims to evaluate the health status of the community structure in salt extraction ponds and Odleh Creek, which serves as the sole source of water supply.

Methodology

Seven stations were selected in the Odleh Creek and salt extraction ponds No. 1 and 2. Sampling at the selected stations was conducted seasonally from May 2023 to April 2024. Sediment samples were gathered for macrobenthos identification, grain size analysis (GSA), and total organic matter (TOM) assessment, utilizing a van Veen grab with a coverage area of 0.0625 square meters. The total organic matter was determined using the combustion method, and sediment granularity was evaluated using the wet sieving technique (Buchanan, 1984). This study utilized the identification and counting of macrobenthos to evaluate the biological health of the target area, along with ecological indicators such as Shannon diversity, Margalef richness, Simpson's dominance, and AMBI index.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-23]

Results

As one moves away from the Creek and toward pond number 2, there was a noticeable increase in the levels of organic matter and silicate-clay. This study involved the isolation and identification of 50,908 individuals from three macrobenthic groups across four sampling seasons at seven designated stations in the Odleh Creek and Mahshahr salt ponds. The polychaetes were the most prevalent, comprising 17,600 individuals, while the mollusks were the least abundant, with only 2,552 individuals identified. Stations 1 and 2 showed the greatest density of crustaceans. At station 6, mollusks were the most abundant group, whereas station 7 was primarily dominated by insects. In the other stations, polychaetes were the most common. The total abundance of macrobenthos at different stations revealed that station 1 had the highest levels in the summer, whereas stations 4, 5, and 6 recorded the lowest levels during the winter.

The results of this study showed that from Odleh Creek station to the stations located in the salt extraction ponds, the abundance of macrobenthos, and the indices of diversity and richness of species exhibited a decreasing trend, while the dominance index exhibited an increasing trend. Station 2 showed the highest Shannon diversity index and species richness, whereas station 7 had the lowest values. Conversely, the dominance index peaked at station 7. AMBI biological index values in the studied stations during the sampling period ranged from 0 to 4.18. In the analysis of the AMBI index at the Odleh Creek stations, station 3 exhibited a moderate level of pollution, while the other stations demonstrated low pollution levels. The calculation of this index was not possible at stations 6 and 7 due to the extremely low diversity of macrobenthic groups. Consequently, severe pollution conditions are anticipated at these stations based on this index.

Discussion and conclusion

The findings of this research, along with the examined biological indicators, indicate that the benthic communities at the stations prior to the ponds exhibit low to moderate levels of pollution. In contrast, the stations within the ponds demonstrate moderate to severe pollution. The rise in organic materials in the sediment, along with a decline in the density and diversity of benthic organisms at the stations within the salt pond, can be attributed to the unique characteristics of the salt pond's structure. Factors such as high salinity, reduced water levels due to evaporation, lack of water currents for oxygen exchange, and the accumulation of decomposing animals and plankton are more pronounced in these areas compared to the Odleh Creek stations. In line with this research, the studies conducted by Dehghan Madiseh et al. (2009) in the Odleh estuary found that the levels of indicators were comparable to those observed in the current study, indicating a low level of pollution. However, the abundance of benthic organisms was greater than what was reported in the present study (Dehghan Madiseh., 2009).

Overall, the variations in the diversity and density of macrobenthos in artificial salt ponds appear to be linked to elevated salinity levels and the presence of organic matter in the sediment. Both factors play a significant role in influencing benthos. Implementing effective management strategies, such as drying the pond beds, establishing water channels, and dredging can help eliminate the remains of deceased animals and plants in the ponds. This will enhance the living conditions for the aquatic life inhabiting these salt ponds.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-07-23]