ارزیابی شاخص کیفیت آب (WQS) در خور اودله و حوضچه‌های استحصال نمک منطقه ماهشهر

فرحناز کیان ارثی[1*]
محسن مزرعاوی[1]
مهرناز شیرمحمدی[1]
مینا آهنگرزاده[1]
فاطمه حکمت پور[1]
جمیل بنی طرفی زادگان[1]
لفته محسنی نژاد[1]
فریدون عوفی[2]

۱. پژوهشکده آبزی پروری آبهای جنوب کشور، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.
۲. مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول مکاتبات
Farahnaz.kianersi@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۰۶

این مقاله برگرفته از طرح مطالعاتی می باشد.

چکیده

کیفیت آب به عنوان یک شاخص اصلی در سلامت اکوسیستم‌های آبی، تحت‌تأثیر پارامترهای مختلف فیزیکوشیمیایی است. این مطالعه با هدف بررسی پارامترهای دما، pH، شوری، اکسیژن محلول، نیترات، نیتریت، فسفات و شاخص WQS در خور اودله و حوضچه‌های نمکی ماهشهر انجام شد. نمونه‌برداری طی یک سال (۱۴۰۲-۱۴۰۳) در ۷ ایستگاه با سه تکرار (۳ ایستگاه در خور اودله و ۴ ایستگاه در حوضچه‌های نمک) به‌صورت فصلی و بر اساس روش‌های استاندارد انجام شد. نتایج نشان داد که غلظت اکسیژن محلول در ایستگاه ۳ در فصل پاییز (۳/۴۶ میلی‌گرم بر لیتر) پایین‌تر از حد مجاز برای آبزیان بوده و خطر بالقوه‌ای برای زیست موجودات آبی محسوب می‌شود. مقدار نیترات در تمام ایستگاه‌ها بالای استاندارد آبزی‌پروری ولی در محدوده مجاز صنعتی قرار داشت. فسفات نیز در ایستگاه‌های حوضچه‌ای روند کاهشی داشت. سایر پارامترها در محدوده مجاز برای سلامت آبزیان بودند. شاخص WQS وضعیت کیفی آب را در ایستگاه‌های ۱ تا ۵ بد و در ایستگاه‌های ۶ تا ۷ ضعیف اعلام کرد. در نتیجه، عوامل انسانی مانند ورود فاضلاب‌های شهری و صنعتی تأثیر عمده‌ای بر کاهش کیفیت آب داشته و نیازمند مدیریت جامع منابع آبی هستند.

واژگان کلیدی: شاخص کیفیت آب (WQS)، کیفیت آب سطحی، خور اودله، حوضچه استحصال نمک، اکسیژن محلول، آلاینده‌های مغذی

مقدمه

دریاچه مصنوعی نمک واقع در مجتمع پتروشیمی بندر امام خمینی (بندر ماهشهر)، جهت تأمین نمک موردنیاز واحد کلر-آلکالی، در دوران پیش از انقلاب ساخته شده است. در این سیستم، آب‌شور دریا از طریق خور اودله به‌وسیله پمپ‌های قدرتمند به حوضچه‌های مختلف منتقل می‌شود و پس از مراحل تبخیر و تغلیظ، نمک استحصال می‌گردد. این حوضچه‌ها از منظر کنوانسیون رامسر در دسته زیستگاه‌های مصنوعی و انسان‌ساخت، به‌ویژه «مناطق استحصال نمک» قرار می‌گیرند (عوفی، ۱۴۰۲). وجود چنین محیط‌هایی با شرایط خاص فیزیکی و شیمیایی، اهمیت بررسی وضعیت کیفی آب و ارزیابی شرایط زیستی موجود در آنها را برجسته می‌کند. همچنین، در مرحله آبگیری، لاروهای بسیاری از گونه‌های آبزی خور اودله به صورت تصادفی به داخل این حوضچه‌ها منتقل می‌شوند، لذا بررسی قابلیت زیست‌پذیری این محیط برای آنها و شناسایی عوامل مؤثر بر سلامت اکولوژیک این زیستگاه ضروری به نظر می‌رسد.

خور اودله به عنوان یکی از زیستگاه‌های مهم در منطقه خوزستان، نقش کلیدی در اتصال آبی بین دریا و حوضچه‌های نمک ایفا می‌کند. این خور در معرض فشارهای متعدد انسانی از جمله توسعه صنایع پتروشیمی، فعالیت‌های حمل‌ونقل دریایی و تخلیه پساب‌های صنعتی قرار دارد (کیان ارثی و همکاران، ۱۴۰۳). مطالعات متعددی در زمینه خوریات استان خوزستان انجام شده است. از شناسایی مناطق حفاظت‌شده (دهقان و همکاران، ۱۳۸۸) تا ارزیابی سلامت اکولوژیک با شاخص‌های زیستی (حویزاوی و همکاران، ۱۳۹۳). بررسی آلاینده‌ها نیز نشان

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-11]

داده بود که رسوبات خوریات ماهشهر حاوی هیدروکربن‌های آلیفاتیک (رضازاده و همکاران، ۱۳۹۳) و جیوه (موری بازفتی و همکاران، ۱۳۹۶) بودند. در مطالعه کیفیت آب خوریات موسی با شاخص کیفیت آب‌های ساحلی (WQS)، کیان‌ارثی و همکاران (۱۳۹۵) وضعیت نامطلوبی را در اکثر ایستگاه‌ها گزارش دادند. همچنین عوفی (۱۴۰۲) تلفات ماهیان در حوضچه‌های نمک را ناشی از اختلالات اکولوژیک و شوک‌های محیطی دانسته بود. اگرچه این مطالعات به جنبه‌های مختلف محیط‌زیستی خوریات پرداخته‌اند، اطلاعات جامعی درباره کیفیت آب حوضچه‌های استحصال نمک به‌ویژه با تأکید بر شاخص‌های یکپارچه (مانند WQS) وجود ندارد. این خلأ پژوهشی، لزوم نظارت مستمر و تدوین راهکارهای مدیریتی را برای حفظ تنوع‌زیستی این زیست‌بوم انسان‌ساخت آشکار می‌سازد.

این مطالعه با هدف ارزیابی کیفیت آب خور اودله (منبع تأمین آب) و حوضچه‌های نمک با استفاده از پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب شامل دما، شوری، فسفات، نیترات، نیتریت، pH و اکسیژن محلول (DO) و همچنین شاخص WQS طراحی شد که بر اساس پارامترهای DO، pH، نیاز بیوشیمیایی‌اکسیژن (BOD_5)، نیتروژن کل، فسفر کل با امتیازدهی ۱ (پایین)، ۳ (متوسط) و ۵ (خوب) محاسبه شد. نوآوری این تحقیق شامل: انجام اولین مطالعه جامع روی کیفیت آب حوضچه‌های نمک با تلفیق پارامترهای فیزیکوشیمیایی و شاخص WQS، ارائه داده‌های پایه برای مدیریت اکوسیستم‌های انسان‌ساخت در شرایط شور و متغیر و تحلیل تطبیقی کیفیت آب بین خور اودله و حوضچه‌ها به منظور شناسایی عوامل استرس‌زای محیطی است که تاکنون در مطالعات پیشین مورد توجه قرار نگرفته است.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر در خور اودله و حوضچه‌های مصنوعی استحصال نمک در منطقه ویژه اقتصادی پتروشیمی در جنوب غربی ایران و در ساحل خلیج‌فارس، واقع در شهرستان بندر ماهشهر، شهر بندرامام‌خمینی (ره) با مختصات جغرافیایی مشخص شده در جدول ۱ انجام شده است. در این زیستگاه، ۷ ایستگاه در محدوده خور اودله تا حوضچه نمک شماره ۲ در نظر گرفته شد. ایستگاه‌های انتخابی به ترتیب 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 شد. نمونه‌برداری به‌طور فصلی از خرداد ۱۴۰۲ آغاز و تا اردیبهشت ۱۴۰۳ به طول انجامید. نمونه‌برداری از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی در ظرف یک و نیم لیتری پلی‌اتیلنی و در ایستگاه‌های انتخابی در طول سال به صورت فصلی و با سه تکرار انجام شد و پارامترهای از قبیل دما، شوری، pH،DO،BOD_5، فسفات و نیترات، نیتریت، فسفر کل و ازت‌کل اندازه‌گیری شد. دمای آب، شوری و pH در محل، توسط دستگاه مولتی پارامتر پرتابل (WTW Multi 197i) اندازه‌گیری شد. سنجش سایر پارامترها بر اساس روش‌های استاندارد برای آزمایش‌های آب و فاضلاب صورت گرفت (Clesceri *et al*., 1989; Eaton, 2005).

جدول۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در حوضچه‌های مصنوعی نمک و خور اودله

موقعیت	ایستگاه‌ها	N	E
خور اودله	ایستگاه ۱	۳۰ ° ۲۷ ′ ۲۹ ″	۴۹ ° ۰۹ ′ ۲۱ ″
نزدیک ورودی فاضلاب به خور	ایستگاه ۲	۳۰ ° ۳۰ ′ ۴۸ ″	۴۹ ° ۰۹ ′ ۲۹ ″
قبل از ایستگاه پمپاژ	ایستگاه ۳	۳۰ ° ۳۰ ′ ۵۵ ″	۴۹ ° ۰۹ ′ ۳۰ ″
حوضچه شماره ۱	ایستگاه ۴	۳۰ ° ۳۱ ′ ۱۱ ″	۴۹ ° ۰۹ ′ ۳۴ ″
حوضچه شماره ۱	ایستگاه ۵	۳۰ ° ۳۱ ′ ۰۴ ″	۴۹ ° ۰۹ ′ ۲۱ ″
حوضچه شماره ۲	ایستگاه ۶	۳۰ ° ۳۲ ′ ۲۸ ″	۴۹ ° ۰۷ ′ ۵۵ ″
حوضچه شماره ۲	ایستگاه ۷	۳۰ ° ۳۲ ′ ۱۳ ″	۴۹ ° ۰۷ ′ ۰۲ ″

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-11]

محاسبه شاخص کیفیت آب ساحلی (WQS)

این شاخص بر اساس پنج پارامتر کلیدی کیفیت آب شامل DO، نیتروژن کل، فسفر کل،BOD_5 و pH محاسبه شد. به هر پارامتر بر اساس غلظت اندازه‌گیری شده، امتیازی بین ۱ (کیفیت پایین)، ۳ (کیفیت متوسط) و ۵ (کیفیت خوب) اختصاص داده شد. سپس میانگین این امتیازها به عنوان نمره نهایی WQS محاسبه شد. در نهایت از جمع امتیازها تقسیم بر تعداد پارامترهایی که در ارزیابی مورد استفاده قرار گرفت، مقدار شاخص حساب شد. بر اساس پروتکل استاندارد (Van Dollah *et al*., 2004)، مقادیر نهایی به سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند: مقادیر کمتر از ۳ نشان‌دهنده شرایط نامطلوب، بین ۳ تا ۵ شرایط متوسط و بالاتر از ۵ شرایط مطلوب کیفیت آب را نشان می‌دهند. این روش ارزیابی یکپارچه، امکان مقایسه سیستماتیک وضعیت کیفیت آب در مناطق مختلف را فراهم می‌سازد. جدول ۲ معیارهای دقیق امتیازدهی هر پارامتر و رتبه‌بندی نهایی را ارائه می‌دهد.

جدول۲- پارامترهای مورد استفاده در شاخص WQS و رتبه‌بندی آنها (Van Dollah *et al*., 2004)

پارامترهای کیفیت آب	مقادیر آستانه	رتبه‌بندی
DO (میلی‌گرم در لیتر)	DO > ۴	۵
	۴ > DO > ۳	۳
	DO < ۳	۱
pH	PH ≥ ۷/۴	۵
	۷/۴> PH > ۷/۱	۳
	PH < ۷/۱	۱
BOD_5 (میلی‌گرم در لیتر)	BOD_5 ≤ ۱/۸	۵
	۲/۶ < BOD_5 ≤ ۱/۸	۳
	BOD_5 > ۲/۶	۱
نیتروژن‌کل (میلی‌گرم در لیتر)	TN ≤ ۰/۹۵	۵
	۱/۲۹ < TN < ۰/۹۵	۳
	TN > ۱/۲۹	۱
فسفر کل (میلی‌گرم در لیتر)	TP ≤ ۰/۰۹	۵
	۰/۱۷ < TP < ۰/۰۹	۳
	TP ≥ ۰/۱۷	۱

روش تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها

برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار 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. برای مشاهده همبستگی بین پارامترها از آزمون اسپیرمن استفاده گردید. داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شدند و سطح معنی‌داری جهت آزمون‌های آماری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

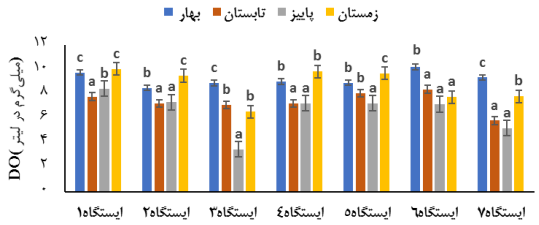
کمترین میزان DO با میانگین حدود ۳/۴۶ میلی‌گرم در لیتر، در فصل پاییز در ایستگاه ۳ و بیشترین میزان آن در فصل بهار در ایستگاه ۶ با میانگین حدود ۱۰/۲۳ میلی‌گرم در لیتر تعیین شد (شکل ۱). بین ایستگاه‌های مختلف در منطقه مورد مطالعه در فصول مختلف اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P<0.05$).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-11]

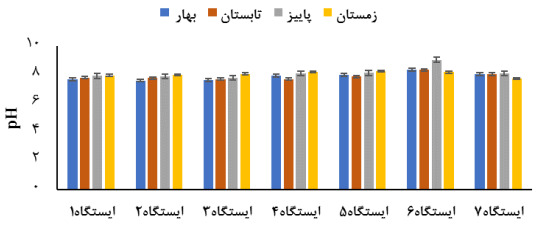
کمترین میزان pH با میانگین حدود ۷/۶۱، در فصل بهار در ایستگاه ۲ بود. همچنین بیشترین میزان آن در فصل پاییز در ایستگاه ۶ با میانگین حدود ۹/۰۶ تعیین شد (شکل ۲). بین ایستگاه‌های مختلف در منطقه مورد مطالعه در تمامی فصل‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P>0.05$).

کمترین میزان دما با میانگین حدود ۱۶/۲ درجه، در فصل زمستان در ایستگاه ۴ بود. همچنین بیشترین میزان آن در فصل تابستان در ایستگاه ۴ با میانگین حدود ۳۲/۱ تعیین شد (شکل ۳). بین ایستگاه‌های مختلف در منطقه مورد مطالعه در فصول گرم سال (بهار و تابستان) با فصول سرد سال (پاییز و زمستان)، اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P<0.05$).

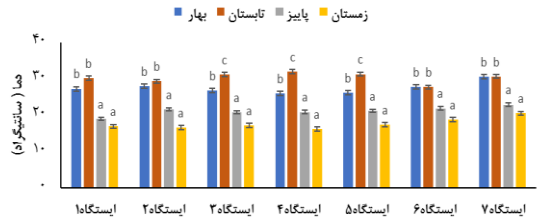
کمترین میزان شوری با میانگین حدود ۳۳/۹۸ میلی‌گرم در لیتر، در فصل پاییز در ایستگاه ۳ بود. همچنین بیشترین میزان آن در فصل بهار در ایستگاه ۷ با میانگین حدود ۸۴ گرم در لیتر تعیین شد (شکل ۴). به جز در ایستگاه ۴ و ۵ بین تمامی ایستگاه‌ها در فصول مختلف اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($P<0.05$).



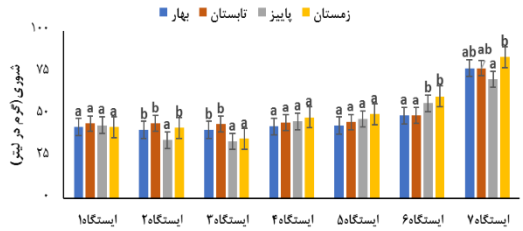
شکل ۱- میانگین اکسیژن محلول در فصول مختلف در خور اودله و حوضچه‌های استحصال نمک پتروشیمی ماهشهر ۱۴۰۲-۱۴۰۳. حروف نامشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در فصول مختلف است (**P<0.05**).



شکل ۲- میانگین **pH** در فصول مختلف در خور اودله و حوضچه‌های استحصال نمک پتروشیمی ماهشهر ۱۴۰۲-۱۴۰۳



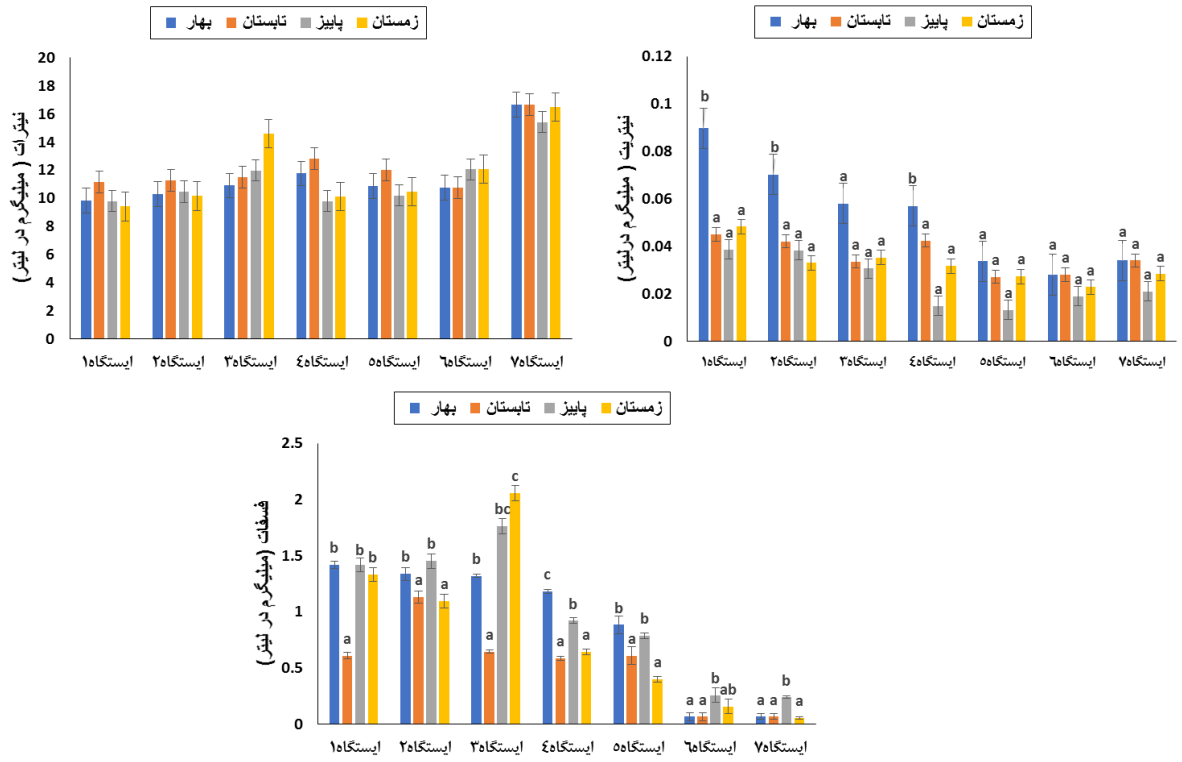
شکل ۳- میانگین دما در فصول مختلف در خور اودله و حوضچه‌های استحصال نمک پتروشیمی ماهشهر ۱۴۰۲-۱۴۰۳. حروف نامشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در فصول مختلف است (**P<0.05**).



شکل ۴- میانگین شوری در فصول مختلف در خور اودله و حوضچه‌های استحصال نمک پتروشیمی ماهشهر ۱۴۰۲-۱۴۰۳. حروف نامشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در فصول مختلف است (**P<0.05**).

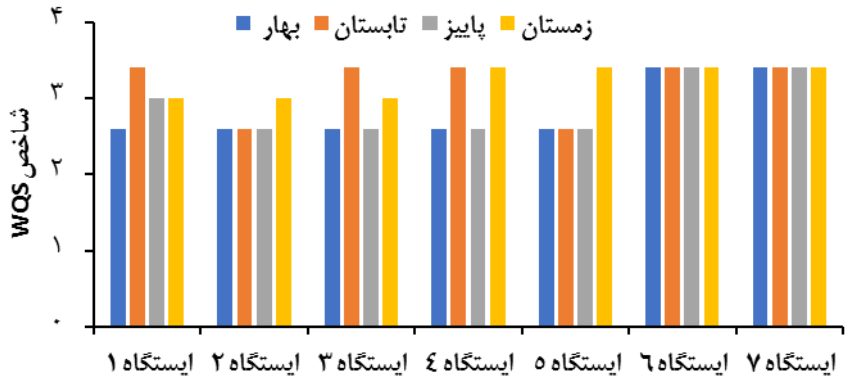
کمترین میزان نیترات با میانگین حدود ۹/۴۰ میلی‌گرم در لیتر، در فصل زمستان در ایستگاه ۱ و بیشترین میزان آن در فصل بهار در ایستگاه ۷ با میانگین حدود ۱۷/۳۳ میلی‌گرم در لیتر تعیین شد. کمترین میزان نیتریت با میانگین حدود ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر، در فصل پاییز در ایستگاه ۴، ۵ و ۶ و در تابستان ایستگاه ۷ بود. همچنین بیشترین میزان آن در فصل بهار در ایستگاه ۱ با میانگین حدود ۰/۰۸ میلی‌گرم در لیتر تعیین شد. کمترین میزان فسفات با میانگین حدود ۰/۰۳ میلی‌گرم در لیتر، در فصل تابستان در ایستگاه ۷ بود. همچنین بیشترین میزان آن در فصل زمستان در ایستگاه ۳ با میانگین حدود ۲/۰۵ میلی‌گرم در لیتر تعیین شد (شکل ۵). بین ایستگاه‌های مختلف در منطقه مورد مطالعه در تمامی فصول برای نیترات، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P>0.05$). درحالی‌که در ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۴ اختلاف معنی‌داری بین فصول برای نیتریت مشاهده شد ($P<0.05$). بین تمام ایستگاه‌ها در هر فصل اختلاف معنی‌داری برای فسفات ثبت شد ($P<0.05$).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-11]



شکل ۵- میانگین مواد مغذی در فصول مختلف در خور اودله و حوضچه‌های استحصال نمک پتروشیمی ماهشهر ۱۴۰۲-۱۴۰۳. حروف نامشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در فصول مختلف است (P<0.05).

محاسبه شاخص WQS نشان داد که در فصل بهار، کلیه ایستگاه‌های یک تا پنج دارای رتبه و کیفیت پایین و ایستگاه‌های شش و هفت دارای رتبه ضعیف از لحاظ کیفیت آب بودند. در فصل تابستان تنها ایستگاه‌های ۲ و ۵ کیفیت بد داشتند و سایر ایستگاه‌ها در محدوده کیفیت ضعیف قرار داشتند. در حالی که در پاییز تنها ایستگاه‌های ۱، ۶ و ۷ در محدوده کیفیت ضعیف واقع شدند، در زمستان همه ایستگاه‌ها دارای کیفیت آب ضعیفی بودند (شکل ۶).



شکل ۶- شاخص کیفیت آب (WQS) در فصل‌ها و ایستگاه‌های مختلف در خور اودله و حوضچه‌های استحصال نمک پتروشیمی ماهشهر ۱۴۰۳-۱۴۰۲

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-11]

محاسبه شاخص WQS نشان داد که کلیه ایستگاه‌های ۱ تا ۵ دارای رتبه و کیفیت پایین و ایستگاه‌های ۶ و ۷ دارای رتبه ضعیف از لحاظ کیفیت آب بودند. چنانچه مشاهده می‌شود، مقادیر pH و DO در طول دوره نمونه‌برداری دارای امتیاز ۵ (کیفیت خوب)، نیتروژن‌کل، فسفرکل و BOD_5 در طول دوره مطالعه دارای امتیاز ۱ (کیفیت پایین) پایین بوده است. در جدول ۳ پارامترهای مختلف آب، امتیاز هر پارامتر و رتبه کیفی در شاخص WQS در طول سال در ایستگاه‌های مختلف در خور اودله و حوضچه‌های استحصال نمک پتروشیمی ماهشهر نمایش داده شده است.

جدول ۳- پارامترهای مختلف آب، امتیاز هر پارامتر و رتبه کیفی در شاخص کیفیت آب (WQS) سالانه در ایستگاه‌های مختلف در خور اودله و حوضچه‌های استحصال نمک پتروشیمی ماهشهر ۱۴۰۲-۱۴۰۳

پارامتر	واحد	مقدار	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵	ایستگاه ۶	ایستگاه ۷
DO	میلی‌گرم در لیتر	مقدار	۹/۰۱	۸/۱۴	۶/۵۰	۸/۳۴	۸/۴۸	۸/۳۹	۷/۰۵
		امتیاز	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
BOD_5	میلی‌گرم در لیتر	مقدار	۳/۴۰	۳/۹۶	۴/۹۹	۵/۲۱	۵/۱۳	۶/۷۰	۶/۶۱
		امتیاز	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
pH	-	مقدار	۷/۸۶	۷/۸۴	۷/۸۵	۸/۰۱	۸/۰۸	۸/۴۷	۸/۰۴
		امتیاز	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵
نیتروژن کل	میلی‌گرم در لیتر	مقدار	۲/۲۸	۲/۳۹	۲/۷۴	۲/۵۴	۲/۴۷	۲/۷۰	۳/۵۷
		امتیاز	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
فسفرکل	میلی‌گرم در لیتر	مقدار	۰/۳۲	۰/۳۰	۰/۳۱	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۰۴	۰/۰۳
		امتیاز	۱	۱	۱	۱	۱	۵	۵
جمع امتیازات			۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	۱۷	۱۷
رتبه کل			۲/۶	۲/۶	۲/۶	۲/۶	۲/۶	۳/۴	۳/۴

۱ رتبه بد، ۳ رتبه ضعیف، ۵ رتبه خوب

تحلیل همبستگی بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب نشان می‌دهد که بین DO و شوری و همچنین بین DO و دما، همبستگی منفی و معنی‌داری وجود دارد. علاوه بر این، بین نیترات و فسفات نیز همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده شده است (جدول ۴).

جدول ۴- ضریب همبستگی اسپیرمن بین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب

	شوری	دما	فسفات	نیترات	نیتریت	pH	DO
شوری	۱						
دما	-۰/۵۵	۱					
فسفات	-۰/۴۱	۰/۶۵	۱				
نیترات	-۰/۳۴	۰/۶۷	**-۰/۵۷	۱			
نیتریت	۰/۶۶	۰/۳۲	۰/۴۳	۰/۵۴	۱		
pH	۰/۴۷	-۰/۶۱	۰/۳۳	۰/۳۹	۰/۵۱	۱	
DO	**-۰/۶۸	**-۰/۷۷	- ۰/۴۸	-۰/۵۹	۰/۶۶	۰/۳۷	۱

** P<۰/۰۱

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-11]

بحث و نتیجه‌گیری

اکسیژن محلول یکی از مهم‌ترین پارامترهای شیمیایی در تعیین کیفیت آب و حفظ سلامت اکوسیستم‌های آبی است. این عامل نقش برجسته‌ای در رشد، نمو و تولیدمثل موجودات آبزی دارد (Mariu *et al*., 2023). مقدار حداقل اکسیژن محلول قابل تحمل برای ماهیان به متغیرهای مختلفی مانند نوع گونه، سن، اندازه، وضعیت فیزیولوژیکی و همچنین ترکیب املاح آب بستگی دارد. به‌طور کلی، غلظت‌های زیر ۱ میلی‌گرم در لیتر منجر به مرگ ماهیان در مدت چند ساعت می‌شود، درحالی‌که غلظت‌های ۱-۵ میلی‌گرم در لیتر، باعث زنده ماندن آنها بدون رشد و تولیدمثل مناسب می‌گردد. غلظت‌های بالای ۵ میلی‌گرم در لیتر نیز برای رشد مناسب ماهیان ضروری است (Boyd, 1998). وجود مواد حل‌شده در آب، حلالیت اکسیژن را کاهش می‌دهد، بنابراین عواملی مانند افزایش کدورت، ذرات جامد معلق، دما و حتی شوری، اثر معکوسی بر حلالیت اکسیژن در محیط‌های آبی دارند (Bok *et al*., 2023). در مطالعه حاضر، دامنه تغییرات اکسیژن محلول در طول یک سال بین ۳/۴۶ تا ۱۰/۲۳ میلی‌گرم در لیتر گزارش شد. مقایسه این مقادیر با استانداردهای آبزی‌پروری (۶-۱۲ میلی‌گرم در لیتر) نشان داد که در تمام ایستگاه‌ها به جز ایستگاه ۳ در فصل پاییز، غلظت اکسیژن در محدوده مناسب برای حیات آبزیان بوده است (استاندارد ایران ۸۷۲۶). این امر نشان می‌دهد که تنها در ایستگاه ۳ در فصل پاییز، کمبود اکسیژن به عنوان یک خطر بالقوه برای موجودات آبی عمل کرده است. احتمالاً به دلیل جریانات فاضلابی که در پشته پمپ‌ها تجمع یافته و خاموش ماندن پمپ‌ها در فصل پاییز (ماه آذر) جهت تعمیرات سالانه، باعث مصرف اکسیژن برای تجزیه مواد آلی ناشی از تخلیه فاضلاب در این ایستگاه شده است. Fang و همکاران (۲۰۲۴) نیز گزارش کردند که با افزایش بار آلودگی ترکیبات آلی در پساب‌ها، میزان اکسیژن مورد نیاز برای اکسیداسیون این مواد افزایش یافته و در نتیجه غلظت اکسیژن محلول در آب کاهش می‌یابد.

نیتروژن به عنوان یک عنصر ضروری در چرخه‌های زیست‌شیمیایی، نقش کلیدی در مدیریت کیفیت منابع آب دارد. در چرخه طبیعی نیتروژن، نیتروژن هوا توسط باکتری‌ها و سیانوباکتری‌ها به آمونیاک تبدیل می‌شود. مواد آلی حاصل از تجزیه لاشه گیاهان و جانوران نیز طی فرآیند کانی سازی به آمونیاک تبدیل شده و سپس طی فرآیند نیتریفیکاسیون به نیتریت و نیترات تبدیل می‌شود (Prakash and Khanam, 2021). در این مطالعه، دامنه تغییرات نیترات بین ۹/۴ تا ۱۷/۳۳ میلی‌گرم در لیتر گزارش شد. این مقادیر در تمامی ایستگاه‌ها و فصول بالاتر از حد استاندارد برای آبزی‌پروری (۲-۵ میلی‌گرم در لیتر) بود، ولی در محدوده مجاز برای مصارف صنعتی (حداکثر ۵۰ میلی‌گرم در لیتر) و کشاورزی (حداکثر ۱۰ میلی‌گرم در لیتر) قرار داشتند (استاندارد ایران ۸۷۲۶ و استاندارد ایران ۵۳۵). بیشترین مقدار نیترات در ایستگاه‌های ۳ و ۷ در فصل بهار مشاهده شد که احتمالاً ناشی از تجمع فاضلاب‌های شهری و تخریب آنها توسط باکتری‌ها بوده است که طبق چرخه نیتروژن مواد آلی در نهایت طی تجزیه باکتریایی به نیترات تبدیل می‌شود (خسروی، ۱۴۰۱). مقدار نیتریت نیز در تمامی ایستگاه‌ها و فصول در محدوده بدون خطر (کمتر از ۰/۲ میلی‌گرم‌درلیتر) ثبت شد و در محدوده مجاز برای پساب‌های صنعتی (۱۰ میلی‌گرم در لیتر) قرار داشت (استاندارد ایران ۸۷۲۶ و استاندارد ایران ۵۳۵). بازفتی موری و همکاران (۱۳۹۳) نیز گزارش کردند که میزان ترکیبات نیتروژنی در خور موسی بین ۰/۲۴ تا ۱۰/۲۲ میلی‌گرم در لیتر متغیر بوده است که این افزایش را به دلیل ورود رواناب‌های شهری و صنعتی و احتمال بروز پدیده یوتریفیکاسیون مرتبط دانسته‌اند.

فسفات نیز یکی از عناصر کلیدی در رشد جلبک‌ها و پلانکتون‌ها بوده و افزایش آن می‌تواند منجر به ایجاد شرایط یوتریفیکاسیون گردد (Cui *et al*., 2025). در این مطالعه، دامنه تغییرات فسفات سالانه بین ۰/۰۳ تا ۲/۰۵ میلی‌گرم در لیتر گزارش شد. این مقادیر در بیشتر ایستگاه‌ها و فصول از حد استاندارد برای آبزی‌پروری (۰/۲ -۰/۵ میلی‌گرم در لیتر) بالاتر بودند، البته در محدوده مجاز برای خروجی‌های صنعتی (حداکثر ۶ میلی‌گرم در لیتر) قرار داشتند (استاندارد ایران ۸۷۲۶ و استاندارد ایران ۵۳۵). تنها ایستگاه‌های ۶ و ۷ دارای غلظت فسفات در حد استاندارد بودند. این روند کاهشی به دلیل کاهش حجم آب در حوضچه‌ها است در ایستگاه اول تا سوم در نتیجه ورود پساب‌ها شهری میزان فسفات بالا است ولی در ایستگاه‌های حوضچه‌ها به دلیل تبخیر و کاهش حجم آب میزان فسفات هم کم می‌شود و فسفات ناشی از تجزیه لاشه جانوران درون حوضچه‌ها داخل رسوب ته‌نشین می‌شود و به دلیل نبود جریان حرکتی خاصی در حوضچه‌ها از رسوب به آب

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-11]

منتقل نمی‌شود (فقیهی راد و همکاران، ۱۴۰۰). همچنین، حداکثر غلظت فسفر در فصل زمستان در ایستگاه ۳ مشاهده شد که احتمالاً ناشی از تجزیه بقایای جانوری و فعالیت‌های اکولوژیکی در فصول قبلی بوده است (Nasrollahzadeh, 2008). این امر در کنار ورود فاضلاب‌های شهری تأثیرگذار بوده است. مقایسه داده‌های دهه گذشته نشان می‌دهد که میزان فسفر کل در خورموسی کاهش یافته است که این موضوع احتمالاً به دلیل بهبود مدیریت فاضلاب‌ها است (بازفتی موری و همکاران، ۱۳۹۳).

pH یکی از پارامترهای مؤثر در واکنش‌های شیمیایی و فرآیندهای بیولوژیکی در آب است (Mariu *et al*., 2023). در این مطالعه، pH آب در محدوده ۷/۶۱ تا ۹/۰۶ متغیر بود که در محدوده استاندارد (۵/۵–۹/۵) برای زیست موجودات آبزی قرار داشت (استاندارد ایران ۸۷۲۶). این نوسانات ناچیز بوده و خطری برای موجودات آبی ایجاد نکرده است. با توجه به وجود کربنات‌ها و سختی بالای آب، ثبات pH در این منطقه طبیعی است (Khalaji *et al*., 2017). دما یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی است که بر تولیدمثل ماهی تأثیر می‌گذارد (Mariu *et al*., 2023). در مطالعه حاضر نوسانات دمایی بین ۱۶/۲ – ۳۲/۱ درجه سانتی‌گراد گزارش شد. تغییرات فصلی دما آب مطابق با دما هوا بود. بررسی روند تغییرات دمایی در طول چند دهه اخیر حاکی از افزایش تغییرات دمایی و افزایش دمای ۳ تا ۴ درجه دما در خوریات ماهشهر است. تحقیقات نشان داده است که محدوده دمایی بین ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد برای پرورش ماهی گرمسیری ایده‌آل است (Pandit and Nakamura, 2010). شوری نیز از عوامل مؤثر در تنوع‌زیستی و توزیع گونه‌های آبزی است (Dildar *et al*., 2025). در این مطالعه، شوری از ۳۳ تا ۸۶ گرم در لیتر متغیر بود که با افزایش شوری در حوضچه‌ها، موجود زنده‌ایی مشاهده نشد. Jombodin و همکاران (۲۰۲۱) نیز گزارش کردند که با افزایش شوری، فراوانی و تنوع بنتوزها کاهش می‌یابد.

برای ارزیابی کلی کیفیت آب، از شاخص WQS استفاده شد. نتایج نشان داد که ایستگاه‌های ۱ تا ۵ دارای کیفیت پایین و ایستگاه‌های ۶ تا ۸ دارای کیفیت ضعیف هستند. پارامترهای فسفر کل، نیتروژن‌کل و BOD_5 بیشترین نقش را در کاهش کیفیت آب داشتند. مقایسه نتایج با مطالعات قبلی نشان می‌دهد که کیفیت آب در خورهای ماهشهر در مقایسه با مناطق صنعتی دیگر وضعیت نسبتاً بهتری داشت، اما هنوز سطح نیترات و فسفات در برخی نقاط بالاتر از حد مطلوب برای آبزی‌پروری بود (کیان ارثی و همکاران، ۱۳۹۵).

در مجموع، نتایج این تحقیق نشان داد که شرایط کیفی آب در خور ماهشهر تحت تأثیر عوامل متعدد فیزیکوشیمیایی از جمله دما، pH، شوری، DO، نیترات، نیتریت و فسفات قرار دارد. بیشتر این پارامترها در محدوده استانداردهای مجاز برای زندگی آبزیان، صنعت و کشاورزی قرار داشتند. با این حال، برخی از ایستگاه‌ها به ویژه ایستگاه ۳ در فصل پاییز که دچار کاهش شدید DO شدند و همچنین افزایش نیترات و فسفات در اکثر ایستگاه‌ها و فصول مشاهده شد که نشان‌دهنده اثر منفی ورود فاضلاب‌های شهری و صنعتی است. همچنین، شاخص WQS وضعیت کیفی آب را در بیشتر ایستگاه‌ها ضعیف اعلام کرد که نیاز به مدیریت بهتر منابع آبی را برجسته می‌کند. برای بهبود کیفیت آب و حفظ سلامت اکوسیستم، اجرای راهکارهای مدیریتی شامل بهبود سیستم‌های تصفیه فاضلاب، نظارت مستمر بر ورودی‌های آلاینده، افزایش آگاهی عمومی نسبت به آلودگی آب و برنامه‌ریزی فصلی برای مدیریت جریان آب ضروری است. همچنین، توسعه مراقبت‌های محیط‌زیستی در ایستگاه‌های حساس مانند ایستگاه ۳ می‌تواند به کاهش فشارهای انسانی کمک کند. از محدودیت‌های این تحقیق می‌توان به محدود بودن دوره نمونه‌برداری (یک سال) و عدم دسترسی به داده‌های بلندمدت آب‌شناسی اشاره کرد. همچنین، تغییرات اقلیمی و افزایش دمای آب در طول سال‌ها نیز می‌تواند تأثیر مهمی بر نتایج داشته باشد که در مطالعات آینده باید مورد توجه قرار گیرد.

منابع

استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۹. استاندارد آبزی‌پروری (استاندارد ۸۷۲۶). تهران: مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

استاندارد ملی ایران، ۱۳۸۹. استاندارد خروجی فاضلاب و پساب (استاندارد ۵۳۵). تهران: مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.

حویزاوی، ش.، اخوت، ن.، سواری، ا.، دهقان مدیسه، س.، دوست شناس، ب.، ۱۳۹۳. مقایسه ارزیابی سلامت اکولوژیک نواحی ساحلی و خوریات خوزستان با استفاده از شاخص نسبت پلیکت‌های فرصت‌طلب آمفی‌پدا (BOPA). مجله علوم و فنون دریایی ایران، ۱۳ (۳)، ۱–۱۰.

خسروی، ه.، ۱۴۰۱. نقش معدنی شدن زیستی نیتروژن مواد آلی در تجزیه بقایای محصولات کشاورزی. مجله زیست‌شناسی ایران، ۶ (۱۱)، ۸۴–۹۱.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-11]

دهقان مدیسه، س.، سبز علیزاده، س.، اسماعیلی، ف.، خلفه نیلساز، م.، اسکندری، غ.، عوفی، ف.، میاحی، ی. و بنی طرفیزادگان، ج.، ۱۳۸۸. شناسایی خورهای منطقه ماهشهر به‌عنوان مناطق حفاظت‌شده. تهران: موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۱۵۸ ص.

رضازاده، ص.، نیک‌پور قنواتی، ی.، رمضانی، ز.، زیادی، ا.، ۱۳۹۳. شناسایی و اندازه‌گیری هیدروکربن‌های آلیفاتیک در آب و رسوبات خوریات ماهشهر. اولین همایش ملی توسعه پایدار دریا محور. دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، ۷ بهمن ۱۳۹۳.

عوفی، ف.، ۱۴۰۲. بررسی علل تلفات ماهیان در حوضچه‌های نمکی پتروشیمی ماهشهر. تهران: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۸۸ ص.

فقیهی‌راد، ش.، خدایاری، م.، کیالنه‌ئی، ف.، ۱۴۰۰. مدل‌سازی عددی پخش و انتقال فسفر در بدنه‌های آبی مطالعه موردی: رودخانه سفیدرود. نشریه مهندسی عمران امیرکبیر، ۵۳ (۱۲)، ۵۲۱۹-۵۲۳۸.

کیان ارثی، ف.، جهانی، ن.، شیرمحمدی، م.، ۱۴۰۳. تعیین وضعیت سلامت زیستی حوضچه‌های استحصال نمک پتروشیمی ماهشهر با استفاده از ماکروبنتوزها. مجله شیلات، ۳۳ (۵)، ۱-۱۲.

کیان ارثی، ف.، سبزعلیزاده، س.، آهنگرزاده، م. و بنی طرفی زادگان، ج.، ۱۳۹۵. بررسی کیفیت آب خوریات ماهشهر با تاکید بر شاخص رتبه‌بندی WQS. دومین همایش ملی توسعه پایدار دریا محور. خرمشهر.

موری بازفتی، ه.، صفاهیه، ع.ر.، نبوی، س.م.ب.، غانمی، ک.، ۱۳۹۶. ارزیابی میزان آلودگی جیوه در رسوبات بین جزرومدی خوریات ماهشهر. محیط زیست طبیعی، ۷۰ (۳)، ۶۹-۷۸.

Bok, F., Moog, H. C., & Brendler, V. (2023). The solubility of oxygen in water and saline solutions. Frontiers in Nuclear Engineering, 2, 1158109.

Boyd, C. E. (1998). Water quality for pond aquaculture (Research and Development Series No. 43). International Center for Aquaculture and Aquatic Environments. Greener Journal of Biological Sciences, 4(2), 33–38.

Clesceri, L. S., Greenberg, A. E., & Trussell, R. R. (1989). Standard methods for the examination of water and wastewater (18th ed.). American Public Health Association. 1484 p.

Cui, D., He, H., Zhang, Z., Liu, F., Gui, Y., Guo, Z., Liao, Z., Niu, X. Z., Huang, B., & Pan, X. (2025). Coupling of algae, algal organic matter, and nutrient biogeochemical cycling in eutrophic waters. Reviews in Environmental Science and Biotechnology, 24(1), 1–25.

Dildar, T., Cui, W., Ikhwanuddin, M., & Ma, H. (2025). Aquatic organisms in response to salinity stress: Ecological impacts, adaptive mechanisms, and resilience strategies. Biology, 14(6), 667.

Eaton, A. D., Clesceri, L. S., Rice, E. W., & Greenberg, A. E. (Eds.). (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater (21st ed.). American Public Health Association.

Fang, K., Yao, G., Zhou, Y., Zhao, J., & Xia, S. (2024). Effects of reaction temperature and oxygen pressure on dissolved organic matter in hydrothermal reactions of municipal sludge: A comprehensive analysis. Chemical Engineering Journal, 489, 153279.

Jombodin, T., Songkai, P., Wichachucherd, B., & 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.

Khalaji, M., Ebrahimi, E., Hashemenejad, H., Motaghe, E., & Asadola, S. (2017). Water quality assessment of the Zayandehroud Lake using WQI index. Iranian Scientific Fisheries Journal, 25(5), 51–63.

Mariu, A., Chatha, A. M. M., Naz, S., Khan, M. F., Safdar, W., & Ashraf, I. (2023). Effect of temperature, pH, salinity and dissolved oxygen on fishes. Journal of Zoology and Systematics, 1(2), 1–12.

Nasrollahzadeh Saravi, H., Pourariya, A., & Nowrozi, B. (2015). Phosphorus forms of the surface sediment in the Iranian coast of the Southern Caspian Sea. Caspian Journal of Environmental Sciences, 13(2), 141–151.

Pandit, N. P., & Nakamura, M. (2010). Effect of high temperature on survival, growth and feed conversion ratio of Nile Tilapia, Oreochromis niloticus. Our Nature, 8, 219–224.

Prakash, A., & Khanam, S. (2021). Nitrogen pollution threat to mariculture and other aquatic ecosystems: An overview. Journal of Pharmacy and Pharmacology, 9(7), 428–433.

Van Dolah, R. F., Jutte, P. C., Riekerk, G. H., Levisen, M. V., Scrowe, S., Lewitus, A., Chestnut, D. E., McDermoth, W., Bearden, D., & Fulton, M. H. (2004). The condition of South Carolina's estuarine and coastal habitats during 2001–2002 (SCECAP Technical Report No. 100). South Carolina Estuarine and Coastal Assessment Program. No 100, 73 p.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-11]

Evaluation of Water Quality Index (WQI) in Odleh Creek and Salt Evaporation Ponds in Mahshahr Region

Farahnaz Kianersi[1*]
Mohsen Mazravi [1]
Mehrnaz Shirmohammadi [1]
Mina Ahangarzadeh [1]
Fatemeh Hekmatpour [1]
Jamil Banitorfi Zadegan [1]
Lefteh Mohseni nejad [1]
Feridon Owfi [2]

1. Aquaculture Research Center -South of Iran, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran.
2.Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

[*]**Corresponding author:**
Farahnaz.kianersi@gmail.com

Received date: **June/10/2025**
Reception date: **September/28/2025**

Abstract

Water quality serves as a key indicator of aquatic ecosystem health and is influenced by various physicochemical parameters. This study aimed to investigate temperature, pH, salinity, dissolved oxygen, nitrate, nitrite, phosphate, and WQI in Odleh Creek and the salt pans of Mahshahr. Sampling was conducted over one year (2023-2024) at 7 stations with three replicates (3 stations in Odleh Creek and 4 stations in salt evaporation ponds) seasonally, following standard methods. The results revealed that dissolved oxygen concentration at Station 3 during autumn (3.46 mg/L) was below the permissible limit for aquatic life, posing a potential risk to aquatic organisms. Nitrate levels exceeded aquaculture standards at all stations but remained within industrial limits. Phosphate exhibited a decreasing trend in the pond stations. Other parameters fell within safe ranges for aquatic health. The WQI classified water quality as "poor" at Stations 1–5 and "very poor" at Stations 6–7. In conclusion, anthropogenic factors such as urban and industrial wastewater discharge significantly degraded water quality, necessitating comprehensive water resource management strategies.

Keywords: Water Quality Index (WQI), Surface water quality, Odleh Creek, Salt evaporation ponds, Dissolved oxygen, Nutrient pollutants

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-07-11]