

ارزیابی کیفیت آب خوریات خور موسی با استفاده از شاخص‌های بزرگ بی‌مهرگان کف زی

چکیده

خور موسی که در شمال غربی خلیج‌فارس واقع شده است و بر خورداری این منطقه از موقعیت خاص جغرافیایی و حضور تأسیسات و صنایع مختلف پتروشیمی و نیز بنادر حساس و استراتژیکی و همچنین وجود جزر و مد بالا در این منطقه دامنه گسترش آلاینده‌ها را بسیار افزایش داده است. هدف از این مطالعه ارزیابی کیفیت آب خور موسی با استفاده از شاخص‌های زیستی می‌باشد. برای این منظور از ۱۰ ایستگاه در خور موسی طی دو فصل تابستان و زمستان ۱۳۹۷ نمونه‌برداری رسوب انجام شد و بی‌مهرگان کف زی هر نمونه با استفاده از استریو میکروسکوپ و کلیدهای شناسایی گردید. بزرگ بی‌مهرگان کف زی شناسایی شده به ۵ رده و ۴۰ راسته تعلق دارند. در رده شکم پایان (Gastropoda) ۱۷ راسته، در رده نرم‌تنان (Bivalvia) ۱۱ راسته، در رده پرتاران (Polychaeta) ۷ راسته، در رده سخت‌پوستان (Crustacea) ۴ راسته و در رده نرم‌تنان (Mollusca) یک راسته شناسایی گردید. در هر دو فصل مورد بررسی بالاترین فراوانی به رده Bivalvia تعلق دارد و راسته *Dentaliidae* نیز فقط در تابستان شناسایی شد. در هر ۱۰ ایستگاه تعداد راسته‌های شناسایی شده در تابستان از زمستان بالاتر است. در تابستان در ایستگاه‌های ۳ و ۱۰ و در زمستان ایستگاه‌های ۳ و ۶ بیشترین تعداد راسته شناسایی گردید. شاخص شانون وینر در تابستان و زمستان وضعیت آلودگی متوسط را نشان داد. تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه، شاخص شانون-وینر در فصل تابستان نسبت به فصل زمستان بالاتر است. یافته‌های مطالعه حاضر آلودگی متوسط تا شدید آب خوریات خور موسی را نشان داد.

واژگان کلیدی: بزرگ بی‌مهرگان کف زی، شاخص‌های تنوع زیستی، خور موسی، ارزیابی سلامت.

علی یوسفی^۱
عاطفه چمنی^{۲*}
مژگان احمدی ندوشن^۳

- دانشجوی دکتری تنوع زیستی، گروه محیط‌زیست، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.
- استادیار گروه محیط‌زیست، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.
- مرکز تحقیقات پسماند و پساب، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

*مسئول مکاتبات:

a.chamani@khuif.ac.ir

کد مقاله: ۱۴۰۰۰۲۰۹۰۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۳۰

این مقاله پژوهشی و برگرفته از رساله دکتری است.

مقدمه

خورها و اکوسیستم‌های ساحلی مناطقی با تولید بالا و محیط‌زیست پیچیده‌ای هستند که از نظر تنوع زیستی اهمیت بالایی دارند (Ortega et al., 2018). از طرف دیگر فعالیت‌های انسانی همانند آلودگی، گردشگری، صید تجاری، پر غذایی، تخلیه و خارج کردن رسوبات، استخراج شن و ماسه و حرکت کشتی‌ها به شکلی مستقیم و غیرمستقیم تنوع زیستی این اکوسیستم را در مقیاس جهانی دچار تغییر می‌کند (Foulquer et al., 2020) که جبران آن در عمل غیرممکن خواهد بود و این امر مطالعه و بررسی آلودگی‌های موجود در این مناطق و ارزیابی اثرات این آلاینده‌ها بر این زیستگاه را بسیار پراهمیت کرده است.

برنامه‌های کنترل زیستی کیفیت آب عموماً بر اساس کنترل پارامترهای فیزیکی و شیمیایی است که بیانگر وضعیت لحظه‌ای محیط آبی هستند ولی ارزیابی بیولوژیکی با استفاده از موجودات شاخص نظیر بی‌مهرگان آبی نیز بیانگر تغییرات در گذر زمان است و از این جهت قابلیت استناد بیشتری دارد. بزرگ بی‌مهرگان کف زی یکی از عمومی‌ترین ابزارهای مورد استفاده به‌عنوان شاخص زیستی برای ارزیابی تأثیر آلودگی بر خورها هستند (Kim et al., 2020)؛ زیرا پراکنش رده‌های مختلف بزرگ بی‌مهرگان کف زی شدیداً تحت تأثیر فاکتورهای محیط زیستی همانند نوع رسوبات، درجه حرارت، شوری، کربن آلی و غیر قرار دارد (Olapoju et al., 2008). به دلیل محدودیت تحرک و دوره‌ی کوتاه زندگی و حذف گونه‌های حساس

در اثر شرایط نامساعد (Dauvin et al., 2017)، این موجودات یک شاخص بیولوژیکی خوب برای ارزیابی فشار های انسان‌ساخت همانند آلودگی آب (Armitage et al., 1983) و تغییرات هیدرومرفولوژیکی (Negishi et al., 2002) در ستون آب و رسوبات هستند. یکی از عمومی‌ترین شاخص‌های زیستی، سیستم امتیازدهی BMWP است. این شاخص برای هر خانواده بزرگ بی‌مهرگان کف زی، یک امتیاز منحصر به فرد اختصاص می‌دهد که این امتیاز نشان‌دهنده مقاومت خانواده در آب‌های آلوده است. خانواده‌هایی با بالاترین مقاومت به آلودگی، کمترین امتیاز BMWP را دارند (Armitage et al., 1983). استفاده از این شاخص در کنار شاخص ASPT و عدم وابستگی شاخص ASPT به اندازه‌ی نمونه، فصل و روش نمونه‌گیری، امکان ارزیابی دقیق و کامل‌تر یک اکوسیستم آبی را فراهم می‌سازد (Guntharee, 2003). با توجه به اهمیت تأثیر آلودگی بر روی موجودات در مقایسه با اندازه‌گیری خود آلاینده طی سال‌های اخیر استفاده از این شاخص‌ها اهمیت بالایی پیدا کرده است. نبوی (۱۳۸۷) بزرگ بی‌مهرگان کف زی خوریات ماهشهر و نبوی و همکاران (۱۳۸۹) تغییرات فراوانی و تنوع پرتابان در زیر قفس‌های پرورش ماهی خور غزاله را مورد بررسی قرار دادند. نیکنام و همکاران (۱۳۹۸)، کیفیت آب رودخانه زاینده‌رود و Surtikanti و همکاران (۲۰۱۷) بررسی کیفیت رودخانه‌ی Cikapundung را با استفاده از شاخص‌های بزرگ بی‌مهرگان کف زی BMWP-ASPT مورد بررسی قرار دادند. در مطالعه‌ی Jalili (۲۰۲۰) از دو شاخص HFBI و BMWP جهت ارزیابی رودخانه کارون در شمال خلیج فارس و در مطالعه‌ی Azaami و همکاران (۲۰۲۰) از شاخص‌های بزرگ بی‌مهرگان کف زی BMWP/ASPT، EBI و CCA برای ارزیابی وضعیت سلامت رودخانه‌ی محمودآباد استفاده شد.

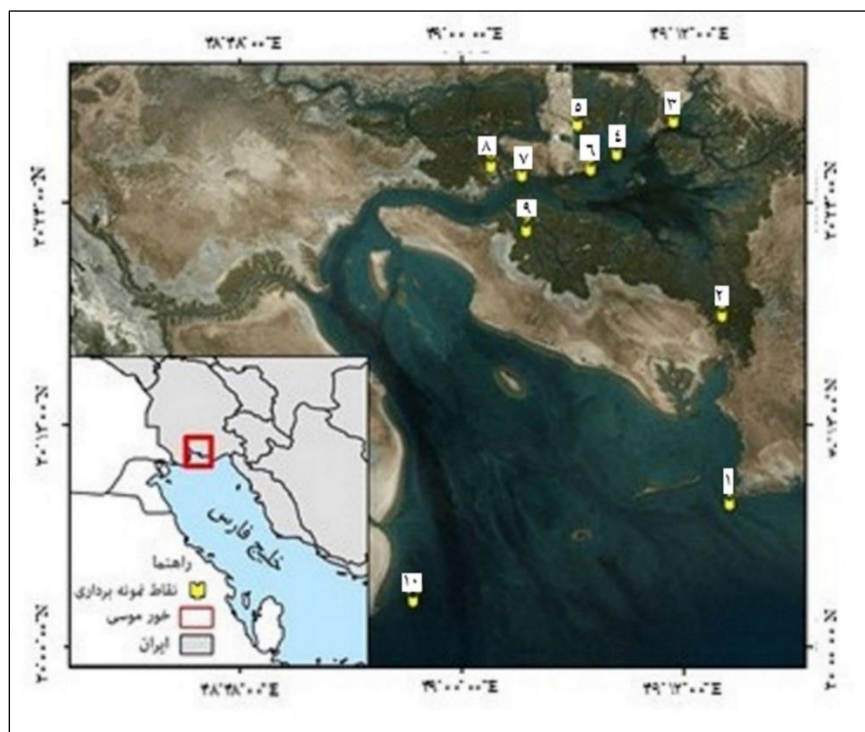
خوریات خور موسی در شمال غربی خلیج فارس واقع شده است. برخورداری این منطقه از موقعیت خاص جغرافیایی و حضور تأسیسات و صنایع مختلف پتروشیمی و نیز بنادر حساس و استراتژیکی همچنین وجود جزر و مد بالا در این منطقه دامنه گسترش آلاینده‌ها را بسیار افزایش داده است (اداره کل حفاظت محیط‌زیست خوزستان، ۱۳۹۷) و این امر ارزیابی سطح آلودگی در این منطقه را به امری ضروری تبدیل کرده است. از این رو هدف از این مطالعه بررسی کیفیت آب خوریات خور موسی با استفاده از شاخص‌های زیستی می‌باشد.

مواد روش‌ها

با توجه به پراکندگی مراکز صنعتی، ۱۰ ایستگاه به‌صورت تصادفی در خور موسی در نظر گرفته شد که دو ایستگاه آن ایستگاه‌های خروجی آب تالاب خور موسی به خلیج فارس هستند (جدول ۱ و شکل ۱). نمونه‌برداری به‌صورت فصلی در دو فصل تابستان و زمستان ۱۳۹۷ در ماه‌های شهریور و بهمن با سه تکرار در هر فصل انجام شد.

جدول ۱: مختصات نقاط نمونه‌برداری در خوریات خور موسی (سال ۱۳۹۷).

| شماره | نام ایستگاه | مختصات جغرافیایی | |
|-------|--------------------------|------------------|--------|
| | | طول | عرض |
| ۱ | دهانه شرقی خور موسی | ۴۹۲۱۹۳ | ۳۰۰۶۱۰ |
| ۲ | خور بی‌حد | ۴۹۲۰۸۰ | ۳۰۱۵۶۸ |
| ۳ | | ۴۹۱۱۶۹ | ۳۰۲۱۶۷ |
| ۴ | | ۴۹۰۹۳۱ | ۳۰۳۶۷۴ |
| ۵ | | ۴۹۰۶۳۱ | ۳۰۱۹۳۴ |
| ۶ | اطراف پتروشیمی بندر امام | ۴۹۰۷۹۹ | ۳۰۲۷۰۸ |
| ۷ | | ۴۹۰۷۸۲ | ۳۰۳۱۴۲ |
| ۸ | | ۴۹۰۵۳۷ | ۳۰۳۴۷۰ |
| ۹ | | ۴۹۰۷۸۴ | ۳۰۲۰۱۳ |
| ۱۰ | دهانه غربی خور موسی | ۴۸۸۵۱۰ | ۳۰۰۹۵۷ |



شکل ۱: موقعیت مکانی نقاط نمونه‌برداری در خوربات خور موسی (سال ۱۳۹۷).

برداشت رسوب توسط نمونه‌بردار Van Veen Grab ساخت آلمان با سطح برداشت ۰/۰۲۵ مترمربع صورت گرفت. ابتدا نمونه‌ها در الک ۰/۵ میلی‌متر شستشوی اولیه شده و سپس به ظروف پلاستیکی درب دار منتقل و جهت تثبیت و جلوگیری از فساد موجودات زنده توسط فرمالین ۵ درصد تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شدند. برای سهولت در تشخیص و جداسازی نمونه‌های بزرگ بی‌مهرگان کف زی، محلول رزبنگال، به میزان ۱ گرم در لیتر به همه نمونه‌ها اضافه و ۴۵ دقیقه به این حالت باقی ماند (ROPME, 1999). هر نمونه به یک پتری دیش منتقل و تمامی گروه‌های بزرگ بی‌مهرگان کف زی موجود با استفاده از استریو میکروسکوپ مشاهده و جداسازی گردید و درون الکل اتیلیک ۷۰ درصد قرار داده شد.

شناسایی بزرگ بی‌مهرگان کف زی با استفاده از کلیدهای شناسایی (Fauchald, 1977؛ Bellan and Santini, 1980؛ Donald *et al.*, 1995؛ Greg and Pleijel, 2001؛ Bruyne, 2003) انجام و تعداد افراد هرکدام از گروه‌ها نیز شمارش شد. شاخص تنوع شانون (Shannon Index: H') نشان‌دهنده درجه عدم اطمینان در برآورد تعلق یک فرد انتخاب‌شده به‌طور تصادفی به یکی از گونه‌های تشکیل‌دهنده یک اجتماع باشد (جدول ۲) (Shannon and Wearer, 1949):

$$H' = - \sum_{i=1}^s \left[\left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right) \right]$$

رابطه ۱:
 n_i = تعداد کل افراد متعلق به i امین گونه، N = تعداد کل افراد نمونه، S = تعداد کل گونه‌ها. این شاخص با استفاده از نرم‌افزار Past محاسبه گردید.

جدول ۲: طبقه‌بندی کیفیت آب بر اساس شاخص شانون – وینر (Washington, 1984)

| طبقه‌بندی کیفی آب | شاخص شانون – وینر |
|-------------------|-------------------|
| آب تمیز | ۵-۳ |
| آلودگی متوسط | ۳-۱ |
| آلودگی زیاد | ۱ > |

برای محاسبه شاخص BMWP و ASPT در هر ایستگاه، ابتدا تعداد خانواده‌های کف زیان موجود در نمونه‌ها مشخص شد. برای محاسبه این شاخص پس از ثبت خانواده‌های کف زیان موجود در هر نمونه (ایستگاه)، با استفاده از امتیازهای سیستم BMWP (Mandville, 2002)، مجموع امتیاز BMWP برای هر ایستگاه محاسبه گردید (جدول ۳). برای محاسبه‌ی شاخص ASPT مقادیر شاخص BMWP بر فراوانی تقسیم می‌گردد (Washingon, 1984; Govenor *et al.*, 2018) (جدول ۳).

جدول ۳: طبقه‌بندی کیفیت آب بر اساس شاخص BMWP (Wally and Hawkes, 1997).

| ASPT | | BMWP | |
|-------------|-----------------------------|-------------|------------------------------------|
| امتیاز شاخص | کیفیت آب | امتیاز شاخص | کیفیت آب |
| >۶ | عدم وجود آلودگی آب | ۱۰-۰ | آلودگی شدید |
| ۶-۵ | احتمال وجود آلودگی آلی جزئی | ۴۰-۱۱ | آلوده یا تحت تأثیر قرار گرفته |
| ۵-۴ | آلودگی آلی متوسط | ۷۰-۴۱ | به‌صورت متوسط تحت تأثیر قرار گرفته |
| <۴ | آلودگی آلی شدید | ۱۰۰-۷۱ | تمیز ولی کمی تحت تأثیر قرار گرفته |
| | | ۱۰۰< | غیر آلوده، تحت تأثیر قرار نگرفته |

محاسبه شاخص‌های BMWP و ASPT در نرم‌افزار ACCESS و محاسبه شاخص شانون وینر در نرم‌افزار PAST انجام گرفت.

نتایج

در منطقه مورد مطالعه، ۷ رده و ۴۲ راسته بزرگ بی‌مهرگان کف زی شناسایی گردید (جدول ۴). سخت‌پوستان با ۱۷ راسته، نرم‌تنان با ۱۱ راسته، پرتاران با ۷ راسته و سخت‌پوستان با ۴ راسته، رده‌های شناسایی شده در این مطالعه را به خود اختصاص می‌دهند. در هر ۱۰ ایستگاه تعداد راسته‌های شناسایی شده در تابستان در مقایسه با زمستان بالاتر بود. در تابستان ایستگاه‌های ۳ و ۱۰ و در زمستان ایستگاه‌های ۳ و ۶ بالاترین راسته‌های شناسایی شده را داشتند. راسته‌های *Veneridae*، *Serpulidae*، *Arcidae* و *Trochidae* با ۱۲، ۱۱، ۱۰ و ۱۰ بار تکرار فراوان‌ترین راسته‌های شناسایی شده در خور موسی بودند.

جدول ۴: رده و راسته‌های شناسایی شده در ایستگاه‌های خور موسی (تابستان و زمستان ۱۳۹۷).

| رده | راسته | ایستگاه‌های شناسایی شده | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
| | | ۱۰ | ۹ | ۸ | ۷ | ۶ | ۵ | ۴ | ۳ | ۲ | ۱ | | | | |
| | <i>Corbulidae</i> | | | | | * | | | | | | | | | |
| | <i>Mytilidae</i> | | | | | * | | | | | | | | | |
| | <i>Semelidae</i> | * | * | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | |
| | <i>Arcidae</i> | * | * | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | | |
| | <i>Veneridae</i> | * | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | |
| دوکفه‌ای | <i>Solenidae</i> | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | |
| Bivalvia | <i>Ostreidae</i> | | | | | * | * | * | * | * | * | * | * | | |
| | <i>Tellinidae</i> | | * | | | | | * | | * | | | | | |
| | <i>Macluridae</i> | | | | * | * | | | | | | | | | |
| | <i>Pandoridae</i> | | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Ungulinidae</i> | * | * | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Cylichnidae</i> | * | * | | | | | | | | | | | | |
| شکم پایان | <i>Nassariidae</i> | * | * | | | | | | | | | | | | |
| Gastropoda | <i>Epitoniidae</i> | | | | | | | | | * | * | | | | |

ارزیابی کیفیت آب خوریات خور موسی با استفاده از شاخص‌های بزرگ بی‌مهرگان کف زی / یوسفی و همکاران

شکل ۲: مقایسه فراوانی رشته‌های بزرگ بی‌مهرگان کف زی شناسایی شده در خوریات خور موسی (تابستان و زمستان ۱۳۹۷).

نتایج شاخص‌های شانون- وینر، BMWP و ASPT در تابستان و زمستان در جدول ۳ آمده است. شاخص شانون وینر در تابستان و زمستان وضعیت آلودگی متوسط (جدول ۵) را نشان داد. همه ایستگاه‌های مورد مطالعه در تابستان شاخص شانون- وینر بالاتری در مقایسه با زمستان داشتند. مقدار شاخص‌های ASPT و BMWP نیز در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه صفر است که آلودگی شدید منطقه را به اثبات می‌رساند. حذف خانواده‌های حساس به آلودگی که در سیستم امتیازدهی این شاخص‌ها بیشترین امتیازها را به خود اختصاص می‌دهند را می‌توان دلیل صفر بودن شاخص در این مناطق دانست. در جدول ۵، تراکم بزرگ بی‌مهرگان کف زی در ایستگاه‌های مورد بررسی در خوریات خور موسی بین دو فصل تابستان و زمستان مقایسه شده است. با توجه به داده‌های مورد بررسی تراکم در ایستگاه‌های مورد بررسی در فصل تابستان در مقایسه با فصل زمستان به شکل معنی‌داری بالاتر بود ($P < 0.05$).

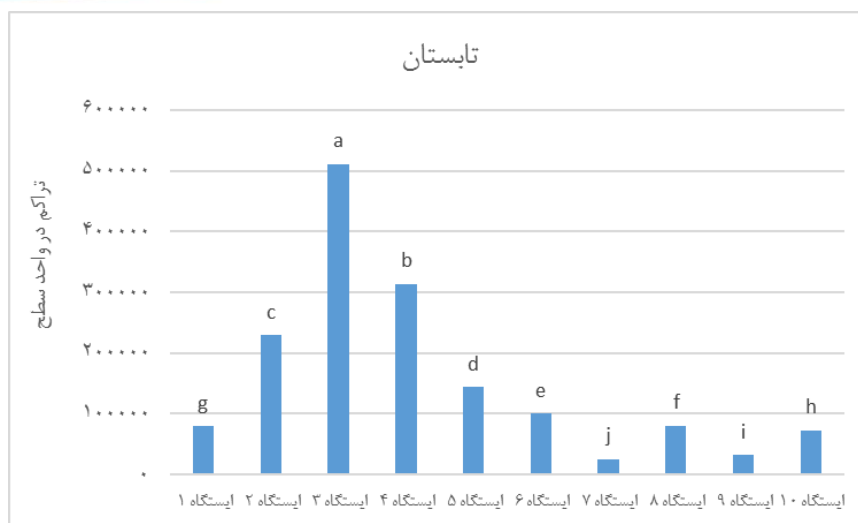
جدول ۵: مقایسه تراکم بزرگ بی‌مهرگان کف زی در ایستگاه‌های مورد بررسی در خوریات خور موسی بین دو فصل

تابستان و زمستان ۱۳۹۷.

| ایستگاه | تراکم | |
|---------|------------------|------------------|
| | تابستان | زمستان |
| ۱ | ۷۵۸/۵۲a ± ۷۹۴۰۰ | ۵۶۹/۶۱b ± ۸۵۲۰ |
| ۲ | ۹۲۳/۷۱a ± ۲۲۹۰۰ | ۴۷۹/۵۸b ± ۱۶۴۴۰ |
| ۳ | ۲۳۶a ± ۵۱۱۴۸۰ | ۹۶۸/۹۴b ± ۲۳۹۹۶۰ |
| ۴ | ۴۹۵/۵۲a ± ۳۱۴۱۲۰ | ۱۳۳/۶۴b ± ۱۲۵۲۰۰ |
| ۵ | ۵۲۳/۱۲a ± ۱۴۴۹۲۰ | ۷۸۹/۳۳b ± ۱۶۵۲۰ |
| ۶ | ۱۲۳/۳۶a ± ۱۰۰۵۲۰ | ۳۲۸/۰۸b ± ۵۹۶۰۰ |
| ۷ | ۹۱۲a ± ۲۵۵۶۰ | ۱۳۶/۵۶b ± ۸۵۶۰ |
| ۸ | ۵۸۲/۶۳a ± ۸۰۶۰۰ | ۷۹۵۲/۲۲b ± ۲۷۷۶۰ |
| ۹ | ۲۰۰/۱۱a ± ۳۱۸۸۰ | ۵۰۴/۶۹b ± ۹۴۸۰ |
| ۱۰ | ۳۲۶/۶۵a ± ۷۳۲۴۰ | ۴۰۲/۱۵b ± ۲۴۹۶۰ |

حروف غیرمشابه به معنی اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ است ($P < 0.05$)

در فصل تابستان (شکل ۳) و زمستان (شکل ۴) ایستگاه ۳ و ۴ پرتراکم‌ترین ایستگاه‌ها از نظر حضور درست بی‌مهرگان کف زی بودند.



شکل ۳: تراکم درشت بی‌مهرگان کف زی در ایستگاه‌های مورد بررسی در خوریات خور موسی (تابستان و زمستان ۱۳۹۷).



شکل ۴: تراکم درشت بی‌مهرگان کف زی در ایستگاه‌های مورد بررسی در خوریات خور موسی (تابستان و زمستان ۱۳۹۷).

جدول ۶: نتایج شاخص‌های شانون-وینر، BMWP و ASPT در ایستگاه‌های خوریات خور موسی (تابستان و زمستان ۱۳۹۷).

| شاخص ایستگاه | شانون- وینر | | BMWP | | ASPT | |
|-----------------|-------------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | تابستان | زمستان | تابستان | زمستان | تابستان | زمستان |
| ۱ | ۱/۲۹ | ۱/۲۷ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| ۲ | ۱/۹۰ | ۱/۵۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| ۳ | ۱/۱۷ | ۰/۸۵ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| ۴ | ۲/۰۰ | ۱/۹۲ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|------|------|----|
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰/۷۴ | ۱/۷۸ | ۵ |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱/۷۶ | ۱/۶۹ | ۶ |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۲/۴۵ | ۲/۰۳ | ۷ |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱/۴۲ | ۱/۹۰ | ۸ |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱/۴۵ | ۱/۶۶ | ۹ |
| ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱/۳۵ | ۲/۵۳ | ۱۰ |

بحث و نتیجه‌گیری

امتیازدهی در سطح خانواده معمولاً نشان‌دهنده‌ی مقدار متوسطی از دامنه‌ی تحمل گونه‌های تشکیل‌دهنده این خانواده است (Varnosfaderany et al., 2010; Armitage et al., 1983). به همین دلیل، شاخص‌های ASPT و BMWP در سطح خانواده امتیازدهی شده‌اند. در مطالعه حاضر مقدار شاخص‌های ASPT و BMWP در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه صفر بود که طبق جدول ۳ آلودگی شدید منطقه را به اثبات می‌رساند.

شاخص شانون سطح استرس را در جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کف زی بررسی می‌کند (Lyoil Kim et al., 2020). نتایج این شاخص، آلودگی متوسط را برای منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که در ایستگاه‌های ۳ و ۵ در فصل زمستان به سمت آلودگی شدید پیش رفته است. علاوه بر این، شاخص تنوع شانون در تابستان در مقایسه با زمستان مقدار بالاتری داشت که این موضوع می‌تواند ناشی از برهم خوردن رسوبات به‌عنوان زیستگاه بزرگ بی‌مهرگان کف زی در اثر سیلاب‌های پاییزه و زمستانه باشد. تراکم بالاتر بزرگ بی‌مهرگان کف زی در تابستان در مقایسه با زمستان در خوریات خور موسی در مطالعه‌ی اسلامی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش شده و عنوان کردند که گونه‌های این منطقه با ساختارهای دمایی خاص قابلیت فیزیولوژیک پدیدآورده و عموماً در محدوده‌های دمایی بالا سوخت‌وساز بدن، تکثیر و قابلیت‌های زیستی دارند و کاهش دما در زمستان، تأثیر منفی بر روی جمعیت این گونه‌ها دارد. در مطالعه‌ی نیکنام و همکاران (۱۳۹۸) نیز کاهش شاخص‌های ASPT و BMWP در زمستان را به دلیل افزایش حجم و سرعت جریان آب دانستند زیرا باعث از بین رفتن زیستگاه قابل‌دسترس و عدم امکان استقرار موجودات می‌شود که با روند مشاهده‌شده در مطالعه‌ی حاضر همخوانی دارد.

با توجه به نتایج جدول ۳، شاخص تنوع شانون در ایستگاه‌های ۷، ۱۰ و ۱۳ که به ترتیب در خور مریموس، دهانه‌ی ورودی به خور و محل تلاقی خور موسی و خلیج فارس هستند، بالاترین مقدار را به خود اختصاص می‌دهد. خور مریموس (ایستگاه ۷) در بخش جنوبی خور موسی، خوری کم‌عمق بوده که قابلیت کشتیرانی ندارد. همچنین به دلیل محدود بودن حرکت آب، ورود نمک از اطراف خور در اثر جزر و مد و نیز شکل این خور میزان شوری در بخش‌های مختلف آن شامل دهانه و بخش بیرونی و بخش داخلی متفاوت است (تقی زاده و همکاران، ۱۳۹۳) و امکان افزایش تنوع بزرگ بی‌مهرگان کف زی را با توجه به میزان تحمل شوری فراهم می‌سازد. همچنین در این خور در حالت مهکشند و کهکشند، تغییرات تراز آب بخصوص در بخش داخل بسیار پایین بوده (تقی زاده و همکاران، ۱۳۹۳) که ثبات بیشتری را برای بزرگ بی‌مهرگان کف زی فراهم می‌سازد. ایستگاه ۱۰ دهانه‌ی ورودی به خور موسی و کنار مجتمع پتروشیمی بندر امام بوده که طی سال‌های اخیر، درختان حرا در این منطقه کاشته شده است که این درختان ضمن به دام انداختن رسوبات و ایجاد بستری باثبات (Aljhadli and Bala Alhassan, 2020)، با جذب آلاینده‌ها در ساختار برگ و ریشه امکان بقای بزرگ بی‌مهرگان کف زی و نیز افزایش تنوع را فراهم می‌سازد (Ma et al., 2020).

ایستگاه ۱۰ که محل ورود آب خور موسی به خلیج فارس هستند بوده و در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها در فاصله‌ی دورتری از منابع آلاینده‌ی موجود منطقه (پتروشیمی و کشتیرانی) قرار دارد، بالاترین تنوع بزرگ بی‌مهرگان کف زی و شاخص شانون – وینر را داشت. ایستگاه ۳ که در بخش انتهایی خورهای منتهی به خور موسی است کمترین شاخص شانون – وینر را دارد که می‌توان به تمرکز آلودگی به علت جریان آب کم در این منطقه مرتبط دانست. دهقان مدیسه و همکاران (۱۳۸۵) در مطالعه‌ی در منطقه خور موسی گروه پرتاران با ۴۹ درصد، نماتود با ۱۷/۹۵ درصد، سخت‌پوستان با ۱۶ درصد و نرم‌تنان با ۱۳ درصد برترین گروه‌ها معرفی کردند که در مقایسه با بزرگ بی‌مهرگان کف زی شناسایی‌شده در مطالعه حاضر، تغییر ساختار جمعیت از پرتاران به دوکفه‌ای را نشان می‌دهد. همچنین شاخص AMBI و تنوع شانون در مطالعه دهقان

مدیسه و همکاران (۱۳۸۵) وضعیت نامتعادل و رو به آلودگی را در این منطقه گزارش کردند که با توجه به مطالعه‌ی حاضر این آلودگی باگذشت زمان به سمت آلودگی متوسط تا شدید پیش رفته است.

منابع

- اسلامی، م.، سبزیقایی، غ.، پورخباز، ح. و سلطانیان، س. ۱۳۹۴. تغییرات زمانی و مکانی جوامع بزرگ بی‌مهرگان کف زی آب‌های خوریات خور موسی بر اساس شاخص‌های اکولوژیک، مجله زیست‌شناسی دریا، جلد ۲۷: صفحات ۶۵-۸۲.
- تقی زاده، ف.، صدری نسب، م. و کعبی، ع. ۱۳۹۴. بررسی جریان جزر و مدی در خور مریموس، صنعت حمل‌ونقل دریایی، جلد ۱: صفحات ۳۵-۲۷.
- دهقان‌مدیسه، س.، سبزی‌علیزاده، س.، اسماعیلی، ف.، خلفه‌نیلساز، م.، اسکندری، غ.، عوفی، ف.، میاحی، ی. و بنی‌طرفی‌زادگان، ج. ۱۳۸۸. شناسایی خورهای منطقه ماهشهر به‌عنوان مناطق حفاظت‌شده، موسسه تحقیقات شیلات ایران، ۱۵۸ صفحه.
- نبوی، س. م. ب. ۱۳۸۷. بررسی بزرگ بی‌مهرگان کف‌ری‌های خوریات ماهشهر با تأکید بر نقش آن‌ها در تغذیه آبزیان شیلاتی. رساله دکترا بیولوژی دریا. دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات. ۱۸۷ ص.
- نبوی، س. م. ب.، یآوری، و.، سید مرتضایی، س.، ر.، دهقان‌مدیسه، س. و جهانیان، ن. ۱۳۸۹. بررسی تغییرات فراوانی و تنوع پرتاران در زیر قفس‌های پرورش ماهی خور غزاله (خور موسی)، مجله اقیانوس‌شناسی، جلد ۱: صفحات ۱-۹.
- نیکنام، ا.، چمنی، ع. ۱۳۹۸. بررسی کیفیت آب رودخانه زاینده‌رود با استفاده از شاخص‌های بی‌مهرگان کف زی در فاصله پانز ۹۶ تا بهار ۹۷. زیست‌شناسی کاربردی، جلد ۳۲: صفحات ۱۶۴-۱۷۵.

Aljahadli, M. and Bala Alhassan, A., 2020. Ecological risk assessment of heavy metal contamination in mangrove habitats, using biochemical markers and pollution indices: A case study of *Avicennia marina* L. in the Rabigh lagoon, Red Sea. *Saudi Journal of Biological Sciences* 4, 1174-1184.

Armitage, P. D., Moss, D., Wright, J. F. and Furse, M., 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* 17 (3), 333-347.

Azazmi, J., Maghsodlo, H., Mira, S. S. and Valikhani, H., 2020. Health evaluation of riverine ecosystems using aquatic macroinvertebrates: a case study of the Mohammad-Abad River, Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology* 17, 2637-2644.

Bellan, A. and Santini, S., 1980. Ecological Indicators for Assessment of Ecosystem Health, Second edited by Sven E. Jørgensen, Liu Xu, Robert Costanza.

Bruyne, R. H., 2003. The complete encyclopedia of shells. REBEO publishers. Bulletin, American soybean Association, Singapore.

Cui, B. S., Yang, Q. C., Yang, Z. F. and Zhang, K. J., 2009. Evaluating the ecological performance of wetland restoration in the Yellow River Delta, China. *Ecological Engineering* 35, 1090-10103.

Dauvin, J. C., Lucas, S., Navon, M., Lesourd, S., Mear, Y., Poizot, E. and Alizier, S., 2017. Does the hydrodynamic, morphometric and sedimentary environment explain the structure of soft-bottom benthic assemblages in the Eastern Bay of Seine (English Channel)? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 189, 156-172.

Donald, T. B., Dance, S. P., Moolenbeek, R. G. and Oliver, P. G., 1995. Seashells of eastern Arabia. Motivine publishing. 95 pp.

- Fauchald, C., 1977.** The polychaete worms definition and keys to the orders families and genera. Black well science. 320pp.
- Foulquler, C., Bails, J., Arraud, A., Damico, F., blanchet, H., Rihouey, D. and Bru, N., 2020.** Hydrodynamic Conditions Effects on Soft-Bottom Subtidal Nearshore Benthic Community Structure and Distribution. *Journal of Marine Sciences* 4674580, 1-16.
- Govenor, H., Krometis, L., Willis, L., Angermeier, P. and Hession, W., 2019.** Macroinvertebrate Sensitivity Thresholds for Sediment in Virginia Streams. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 15: 77-92.
- Grege, W., Rouse, F. and Pleijel, F., 2001.** Polychaetes. Oxford University Press. 42. analyses. *Estuarine, Coastal and shelf science*, 52: 91-102.
- Guntharee, S., 2003.** Benthic macroinvertebrates as a biological index of water quality in the lower Thachin River. *Silpakorn University International Journal* 3, 168-183.
- Jalili, S., 2020.** Water Quality Assessment Based on HFBI& BMWP Index in Karoon River, Khuzestan Province, (Northwest of Persian Gulf). *Anthropogenic Pollution Journal*, 4 (1): 36-49.
- 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.
- Lyeol Kim, S., Lee, H. G., Kang, S. M. and Yu, O. H. 2020.** The Influence of Manila Clam (*Ruditapes philippinarum*) on Macrobenthos Communities in a Korean Tidal Ecosystem. *Sustainability*, 12: 4205-4217.
- Ma, J., Zhou, T., Xu, C., Shen, D., Xu, S. and Lin, C., 2020.** Spatial and Temporal Variation in Microbial Diversity and Community Structure in a Contaminated Mangrove Wetland. *Applied Sciences* 10, 1-15.
- Negishi, J. N., Inoue, M. and Nunokawa, M., 2002.** Effects of channelisation on streamhabitat in relation to a spate and flow refugia for macroinvertebrates in northern Japan. *Freshwater Biology*, 47: 1515–1529.
- 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
- 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.
- Ramesh, C. S. and Jitendra, S. R., 2009.** Monitoring of aquatic macroinvertebrates as bioindicator for assessing the health of wetlands. *Ecological Indicators*, 9: 118-128.
- ROPME, 1999.** Manual of oceanographic observation and pollutant analysis methods (MOOPAM). Regional Organization for the Protection of the Marine Environment, Kuwait.
- Shannon, C. E. and Weaver, A., 1949.** The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, 350 pp.

Surtikani, H., 2017. Uncertainty result of Biotic Index in Analysing the Water Quality of Cikapundung River Catchment Area, Bandung. AIP Conference Proceedings.

Varnosfaderany, M. N., Ebrahimi, E., Mirghaffary, N. and Safyanian, A., 2010. Biological assessment of the Zayandeh Rud River, Iran, using benthic macroinvertebrates. *Limnologica*, 40: 226–232.

Washington, H. G., 1984. Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Research*, 18: 653-694.

ارزیابی کیفیت آب خوریات خور موسی با استفاده از شاخص‌های بزرگ بی‌مهرگان کف زی / یوسفی و همکاران