



Original Research Paper

Study for quality monitoring Shadegan wetland

Hadis Jafar Aghaei *, **Maryam Mohammadi Roozbahani**

Department of Environmental Sciences, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Key Words

Ecological monitoring
Macro invertebrates
Biodiversity indexes
BMWP
HFBI

Abstract

Introduction: The purpose of this study is to investigate the biological indicators in the quality monitoring of Shadgan Wetland.

Materials & Methods: This research was done in 6 stations in Shadegan wetland. Sampling was conducted in spring and summer, from each station, 3 sediment samples for the isolation and identification of benthic macro invertebrates and one sample for grain size analysis and organic matter in sediments measure was taken. Total organic matter and grain size were measured by ignition loss method and sieve method respectively. Physicochemical parameters of water such as temperature, dissolved oxygen, salinity, pH, EC were taken in three times at each stage. Shannon, Simpson, Camargo, Brillouin, N1 indexes were used to assess the biodiversity of macrobenthos in study area and in order to understand the ecological situation in the region in terms of pollution, used of HFBI, BMWP indexes.

Result: During the two seasons sampling, totally 16 species of 5 class macrobenthos were counted and identified. Among the identified group the Gastropoda and then Bivalvia were most common between two seasons. Shannon, N1 have significant difference between two seasons ($P < 0.05$). Maximum amount of Shannon, Brillouin and N1 were in spring that show high diversity of macro invertebrates in spring season. Based on results of the BMWP index, water quality at stations in spring and summer were in poor quality class. Results of statistical analysis of HFBI showed that in spring, the station 4 is significantly different from the other stations ($P < 0.05$). HFBI indicator in the study area in spring and summer be classified as in two classes of poor quality and relatively weak.

Conclusion: The results of this study, the role of sewage discharge into the wetlands and the increasing trend of increasing organic pollution wetlands shows the necessity of taking into account environmental considerations and management of organic contaminants to reduce demand.

* Corresponding Author's email: hgaghae@yahoo.com

Received: 28 February 2021; Reviewed: 2 April 2021; Revised: 4 June 2021; Accepted: 7 July 2021

(DOI): [10.22034/AEJ.2021.283832.2516](https://doi.org/10.22034/AEJ.2021.283832.2516)

مقاله پژوهشی

بررسی شاخص‌های زیستی در پایش کیفی تالاب شادگان

حدیث جعفرآقایی*، مریم محمدی روزبهانی

گروه علوم محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

کلمات کلیدی

چکیده

پایش اکولوژیکی

ماکرو بنتوز

شاخص‌های تنوع گونه‌ای

BMWP

HFBI

مقدمه: هدف از این مطالعه بررسی شاخص‌های زیستی در پایش کیفی تالاب شادگان می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه در سال ۱۳۹۱ در ۶ ایستگاه تعیین شده در تالاب شادگان انجام شد. نمونه‌برداری در دو فصل بهار و تابستان انجام گرفت. عملیات نمونه‌برداری شامل نمونه‌برداری از رسوبات بستر و نمونه‌برداری از آب جهت تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب می‌باشد. درصد مواد آلی و دانه‌بندی رسوبات نیز تعیین گردید. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب نظیر دما، اکسیژن محلول، شوری، pH و هدایت الکتریکی با سه بار تکرار در هر مرحله از نمونه‌برداری انجام گرفت.

نتایج: نتایج نشان داد که در طول دو فصل نمونه‌برداری جمعاً ۱۶ گونه از ۵ رده جانوری ماکروبنتوزها شناسایی و شمارش شد. در بین رده‌های شناسایی شده بیش‌ترین درصد فراوانی مربوط به رده شکم‌پایان و پس از آن رده دوکفه‌ای‌ها در دو فصل بوده است. هم‌چنین نتایج حاصل از بررسی‌های پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب نشان داد که بین ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری در فصول بهار و تابستان از نظر شوری اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ($P > 0/05$). درحالی‌که پارامترهای دما، DO، EC، pH و هدایت الکتریکی در بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری و بین دو فصل دارای اختلاف معنی‌داری بودند ($P < 0/05$). براساس نتایج حاصل از درصد مواد آلی، بیش‌ترین مقدار درصد مواد آلی رسوبات مربوط به فصل تابستان ($10/77 \pm 2/13$) و پس از آن مربوط به فصل بهار ($0/99 \pm 0/87$) می‌باشد. نتایج آنالیز آماری نشان داد بین میانگین درصد مواد آلی رسوبات در دو فصل اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0/05$). جهت ارزیابی تنوع زیستی بی‌مهرگان از شاخص‌های تنوع زیستی شانون' H، شاخص سیمپسون (λ)، کامارگو، بریلیون و N1 و نیز به‌منظور پی بردن به وضعیت اکولوژیکی منطقه از نظر میزان آلودگی، از شاخص‌های BMWP و HFBI استفاده گردید. نتایج حاصل از آنالیز آماری نشان داد که شاخص‌های تنوع زیستی N1 و شانون در بین دو فصل اختلاف معنی‌داری دارند ($P < 0/05$). بیش‌ترین مقدار شاخص سیمپسون و کامارگو در فصل تابستان به ثبت رسید که بیانگر تنوع بیش‌تر ماکروبنتوزها در فصل بهار است. هم‌چنین بالاترین میزان شاخص‌های شانون، بریلیون و N1 در فصل بهار بوده است که نشان‌دهنده تنوع بالای ماکروبنتوزها است. براساس نتایج شاخص BMWP کیفیت آب ایستگاه‌های مورد نظر در فصول بهار و تابستان در طبقه کیفی ضعیف قرار گرفت. نتایج آنالیز آماری شاخص هیلسنهوف نشان داد که در فصل بهار، ایستگاه ۴ اختلاف معنی‌داری با سایر ایستگاه‌ها دارد ($P < 0/05$). شاخص HFBI محدوده مورد مطالعه در دو فصل بهار و تابستان در دو طبقه کیفی ضعیف و نسبتاً ضعیف طبقه‌بندی شد.

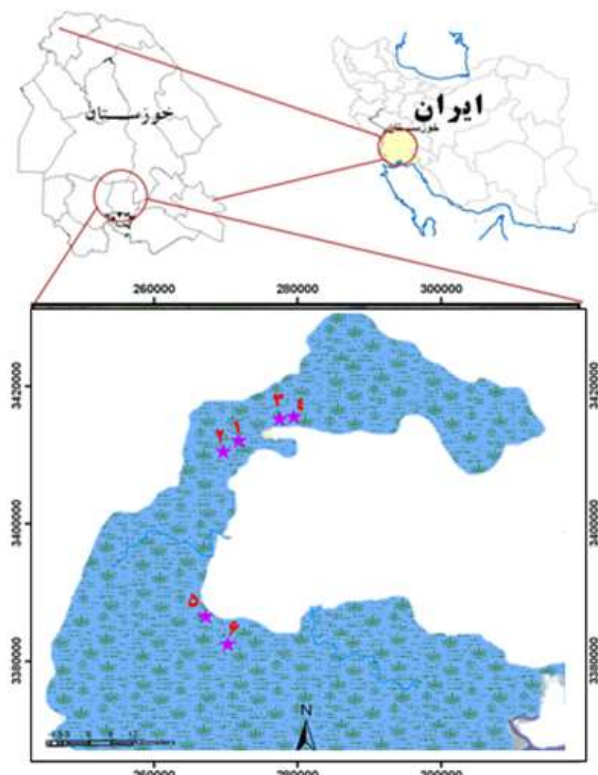
بحث و نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این بررسی نقش ورود فاضلاب‌ها را در افزایش بارآلودگی‌های آلی به تالاب و افزایش روند آلودگی تالاب را نشان می‌دهد که لزوم در نظر گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی و مدیریت هماهنگ در کاهش آلودگی‌های آلی را طلب می‌کند.

مقدمه

تحقیقات هیدروبیولوژیک پیرامون اقیانوس‌ها، تالاب‌ها، دریاها و رودخانه‌ها از اواسط قرن حاضر به صورت گسترده‌ای آغاز شده و در دو دهه اخیر رشد روزافزونی داشته است. این تحقیقات، به‌ویژه در آبراهه‌ها از زمانی رو به تزاید گذاشت که منابع غذایی موجود در خشکی هم‌زمان با رشد جمعیت سیر نزولی داشته است. جمعیت‌های انسانی برای بهره‌برداری بیش از پیش از این منابع ارزشمند، نیازمند چنین تحقیقاتی می‌باشند تا ضمن شناخت قابلیت‌ها و پتانسیل‌ها نهفته در این اکوسیستم‌ها، طبقه‌بندی کیفی منابع آب را بر مبنای نحوه تأثیر آلاینده‌ها بر نوع و فراوانی موجودات آبی و اجتماعات زیستی تعیین نمایند. یکی از ویژگی‌های مهم چنین پروژه‌هایی استفاده از آن‌ها برای تعیین شاخص‌های اکولوژیک و آلودگی بوده و به‌طور کلی از نتایج حاصل از تحقیقات هیدروبیولوژیک می‌توان در زمینه شناخت موجودات زنده یک اکوسیستم آبی و استفاده از آن‌ها در تخمین شاخص‌های تنوع زیستی و هم‌چنین قضاوت درباره وضعیت اکولوژیکی آب‌ها به‌ویژه از نقطه نظر زیست محیطی و به‌دست آوردن یک شناسنامه اکولوژیکی از منطقه مورد پژوهش استفاده نمود. تأثیر 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 (۱). برای مشخص کردن آب آلوده و غیر آلوده روش‌های گوناگونی وجود دارد. یک روش اندازه‌گیری عوامل فیزیکی و شیمیایی مانند DO، pH، BOD، COD و غیره است (۲). راه دیگر که در چند دهه اخیر بر کارایی آن تأکید شده است، ارزیابی و پایش بیولوژیکی می‌باشد (۳). ارزیابی زیستی روش کم هزینه‌ای است و به وسایل آزمایشگاهی کمی نیاز دارد و نسبت به ارزیابی فیزیکوشیمیایی نتایج معقول و قابل قبول‌تری ارائه می‌دهد (۴). بزرگ بی‌مهرگان کفزی از طریق تغییر در تنوع یا تراکم خود اثرات ناشی از آلودگی‌های محیطی را نشان می‌دهند، به‌همین دلیل، در سال‌های اخیر در مطالعات پایش زیستی بیش‌تر مورد توجه قرار گرفته‌اند (۵). این ارگانیزم‌ها به‌دلیل تنوع و غنای گونه‌ای بالا، ساکن بودن، شناسایی آسان در سطح خانواده نسبت به جوامع پریفیتون، نمونه‌برداری آسان و چرخه‌زندگی طولانی، بیش از دیگر جانداران آبی در ارزیابی بوم‌شناختی اکوسیستم‌های مورد توجه قرار می‌گیرند (۶). آن‌ها مقاومت متفاوتی نسبت به آلودگی‌ها از خود نشان می‌دهند و قادر هستند اثرات زیست محیطی پنهان را منعکس کنند. به این دلیل بی‌مهرگان کفزی به‌عنوان بهترین نشانگر تغییرات کیفی و سلامت منابع آبی تلقی می‌شوند. عوامل متفاوتی بر تراکم، پراکنش و تنوع درشت بی‌مهرگان کفزی دخیل هستند که از

جمله می‌توان به ساختار بستر و میزان مواد آلی موجود در بستر، دما، شوری، اکسیژن محلول و pH اشاره نمود (۷). از آن‌جا که هر گونه آلودگی در منابع آبی به‌طور مستقیم روی موجودات آبی تأثیر می‌گذارد می‌توان با در نظر گرفتن موجودات آبی در هر زیستگاه کیفیت آب را براساس آلودگی‌های آلی مورد ارزیابی قرارداد (۸). برای تعیین کیفیت آب با استفاده از شاخص‌های زیستی روش‌های مختلفی وجود دارد که اساس کار در همه این روش‌ها حساسیت گونه‌های مختلف نسبت به تغییرات کیفیت آب می‌باشد (۹). سیستم امتیازی BMWP متداول‌ترین شاخص زیستی است که باید نسبت به شرایط خاص زیست محیطی منطقه مورد نظر یا انواع آلودگی‌های آن سازگار شود. در این شاخص موجودات تا سطح خانواده شناسایی می‌شوند و به هر خانواده براساس میزان مقاومت به آلودگی یک نمره تعلق می‌گیرد و در نهایت با جمع نمره‌های به‌دست آمده کیفیت آب را می‌توان طبقه‌بندی کرد (۱۰). شاخص دیگر، شاخص زیستی هیلسنهوف (HFBİ) می‌باشد که به‌دلیل هزینه کم و برآورد آسان نسبت به شاخص‌های دیگر زیستی مناسب‌تر بوده و ارزیابی سریع‌تری را انجام می‌دهد (۱۱). هیلسنهوف نمونه‌برداری متناوب از بند پایان زیستگاه‌های آبی و اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی و در نهایت استفاده از فرمول ضریب زیستی اعدادی را به منزله شاخص کیفیت آلی آب برای زیستگاه‌های مورد مطالعه ارائه داد (۱۲). شاخص زیستی هیلسنهوف آلودگی‌های ناشی از مواد مغذی را نشان داده و امکان ارزیابی از تغییرات کیفیت آب یک اکوسیستم آبی را با استفاده از میزان مقاومت هر تاکسون نسبت به آلودگی فراهم می‌کند (۱۳). مطالعات متعددی در کشورهای دیگر این شاخص‌ها را به‌عنوان ابزار ارزیابی کیفی اکوسیستم‌های آبی مختلف برگزیده‌اند (۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷). تالاب شادگان در انتهای جنوب‌غربی ایران و دارای وسعتی برابر ۵۳۷۷۰۰ هکتار و متشکل از عرصه‌های آب‌شیرین، شور و لب‌شور است. آب‌شیرین تالاب توسط رودخانه جراحی (۹۰٪) و کارون (۱۰٪) تامین می‌شود. تالاب شادگان بزرگ‌ترین تالاب ایران و سی و چهارمین تالاب از ۱۳۲۸ تالاب ثبت شده در فهرست معاهده رامسر و نیز وسیع‌ترین تالاب ساحلی خلیج فارس است. این تالاب به مساحت ۵۳۷۷۳۱ هکتار در منتهی‌الیه مسیر رودخانه جراحی در ابتدای خلیج فارس در جنوب‌غربی ایران واقع شده است. مساحت حوضه آبریز آن ۲۴۳۱۰ کیلومتر مربع می‌باشد که بیش از ۵۴٪ آن در چارچوب قوانین کشور به‌عنوان پناهگاه حیات وحش تحت حفاظت قرار دارد. به سبب گوناگونی و گستردگی زیستگاه‌ها، تالاب از تنوع زیستی بسیار غنی برخوردار است و دارای عملکردهای متنوع هیدروبیولوژیکی و ژئومورفولوژیکی از جمله کنترل سیلاب، حفاظت سواحل، کاهش رسوب، جذب مواد مغذی و سموم محلول در آب رودخانه و تعدیل آب و هوا می‌باشد. تالاب شادگان هنوز تا حد زیادی وضعیت طبیعی خود را حفظ کرده و

گردید (۲۳، ۲۴، ۲۵). هم چنین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب نظیر دما، DO، pH، EC و شوری با سه تکرار انجام شد.



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه در تالاب شادگان ۱۳۹۱

مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه برداری		شماره ایستگاه
N	E	
۳۰ ۵۱ ۵۹.۳	۴۸ ۳۳ ۱۴.۳	ایستگاه (۱) پساب نیشکر
۳۰ ۵۱ ۵۸	۴۸ ۳۳ ۱۵.۵	ایستگاه (۲) پساب نیشکر
۳۰ ۵۰ ۲۷.۷	۴۸ ۴۰ ۳۶.۷	ایستگاه (۳) فاضلاب فولاد
۳۰ ۵۰ ۲۵.۵	۴۸ ۴۰ ۳۷.۴	ایستگاه (۴) فاضلاب فولاد
۳۰ ۳۷ ۵۲.۵	۴۸ ۳۸ ۵۹.۳	ایستگاه (۵) فاضلاب خانگی
۳۰ ۳۴ ۱۱.۷	۴۸ ۳۹ ۴.۷	ایستگاه (۶) فاضلاب خانگی

شاخص BMWP: متداول ترین شاخص زیستی که اولین بار در مارس ۱۹۷۸ توسط کارگروه پایش بیولوژیک اداره محیط زیست انگلستان ارائه شد، شاخص BMWP (Biological monitoring working party) است (۲۶). این شاخص در سال‌های ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ توسط Wally و Hawkes (۱۰). در این سیستم براساس مقاومت هر خانواده به آلودگی آلی امتیازدهی صورت می‌گیرد. خانواده‌هایی که کمترین مقاومت را در برابر آلودگی دارند، بیشترین امتیاز را به خود اختصاص می‌دهند. در نهایت نمره‌های خانواده‌ها با هم جمع شده و امتیاز BMWP آن ایستگاه به دست می‌آید. با استفاده از جدول ۲ امتیازهای مربوط به هر خانواده در هر تکرار با هم جمع می‌شود، در نهایت با توجه به جدول ۳ کیفیت آب ایستگاه مورد نظر حاصل می‌شود.

زیستگاه‌های آن کم‌تر دست خورده است. اما احداث سد مخزنی مارون و به موازات آن طرح‌های توسعه آبیاری در دشت‌های بالادست و تداوم ورود زهاب واحدهای توسعه نیشکر، رژیم طبیعی آن را تغییر خواهد داد (۱۸). تغییرات اقلیمی چند سال گذشته موجب خشکی زیادی در تالاب شادگان شده است که تأثیرات بسیار مخربی روی محیط زیست آن داشته است. علاوه بر تحمل رنج شدید خشکسالی، ورود فاضلاب‌ها، آلودگی‌های نفتی، کاهش سطح آب، افزایش میزان فلزات سنگین و تجمع مقادیر زیادی از زباله‌های غیرقابل تجزیه باعث ایجاد مشکلاتی در روند طبیعی اکوسیستم این تالاب شده است (۱۹). عمده‌ترین مشکل تالاب شادگان، ورود شش میلیون مترمکعب آب آلوده به تالاب است که ۴۰ تا ۶۰ هزار مترمکعب آن، آب آلوده صنایع فولاد و ۲۰ تا ۲۵ هزار مترمکعب آن پساب نیشکر و هم چنین ورود فاضلاب خانگی به تالاب است. هدف از این مطالعه بررسی شاخص‌های زیستی در پایش کیفی تالاب شادگان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال ۱۳۹۱ در دو فصل بهار و تابستان در ۶ ایستگاه تعیین شده براساس منابع آلاینده ورودی به تالاب شادگان شامل ۲ ایستگاه در محل ورود زه آب صنایع نیشکر سلمان فارسی و فارابی، ۲ ایستگاه از نهر مالچ (روستای خزعلیه) و ۲ ایستگاه از انتهای روستای عبودی (بخش خنافه) که ورود فاضلاب شهری به تالاب است در نظر گرفته شد. در شکل ۱ موقعیت ایستگاه‌های مورد نظر بر روی شکل مشخص شده است. در هر ایستگاه نمونه برداری با چهار تکرار صورت گرفت. نمونه برداری با استفاده از گرب پترسون با سطح مقطع ۲۲۵ سانتی مترمربع انجام شد. از سه تکرار برای شناسایی و شمارش ماکروبن‌توزها و از یک تکرار برای تعیین دانه بندی و درصد مواد آلی رسوبات استفاده شد. نمونه‌های مربوط به ماکروبن‌توز به وسیله الک ۰/۵ میلی متری شستشو داده شده و به وسیله فرمالین ۵ درصد فیکس شدند. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه از الک اتانول ۷۰٪ برای نگهداری نمونه‌ها استفاده گردید. جهت رنگ آمیزی نمونه‌ها از روش Walton استفاده شد (۲۰). بدین صورت که از محلول ۱ گرم در لیتررزینگال برای رنگ آمیزی نمونه‌ها استفاده شد. گروه‌های جانوری مختلف با کمک استریومیکروسکوپ و کلیدهای شناسایی فون بنتیک در حد خانواده، جنس و تا حد ممکن گونه دسته بندی و شناسایی شدند. جهت تعیین درصد مواد آلی رسوبات از روش استاندارد معرفی شده Holme و McIntyre (۲۱)، جهت آنالیز دانه بندی رسوبات با استفاده از روش معرفی شده Buchanan (۲۲) استفاده شد. جهت شناسایی نمونه‌های ماکروبن‌توز از کلیدهای شناسایی فون بنتیک استفاده

جدول ۲: جدول استاندارد BMWP (۲۷)

امتیاز	خانواده
10	Ameletidae Glossosomatidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae Leptoceridae, Blephariceridae, Thaumaleidae Ephemeroptera Trichoptera Diptera
9	Behningiidae Taeniopterygidae Cordulegastridae Goeridae, Lepidostomatidae Ephemeroptera Plecoptera Odonata Trichoptera
8	Astacidae Oligoneuriidae, Heptageniidae (only genus Epeorus and Rhitrogena) Capniidae, Perlidae, Chloroperlidae Philopotamidae Athericidae Crustacea Ephemeroptera Plecoptera Trichoptera Diptera
7	Siphonuridae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemerellidae, Ephemeridae, Caenidae Perlodidae, Leuctridae Calopterygidae, Gomphidae Rhyacophilidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, Limnephilidae Elmidae Aphelocheiridae Viviparidae Unionidae, Dreissenidae Ephemeroptera Plecoptera Odonata Trichoptera Coleoptera Heteroptera Gastropoda Bivalvia
6	Piscicolidae Gammaridae, Corophiidae Baetidae, Heptageniidae (except for genus Epeorus and Rhitrogena) Nemouridae Platycnemididae, Coenagrionidae Hydroptilidae, Polycentropodidae, Ecnomidae Limoniidae, Simuliidae, Empididae Neritidae, Bithyniidae Hirudinea Crustacea Ephemeroptera Plecoptera Odonata Trichoptera Diptera Gastropoda
5	Cambaridae Hydropsychidae, Psychomyidae Gyrinidae, Dytiscidae, Haliplidae, Hydrophilidae Mesoveliidae, Veliidae, Nepidae, Naucoridae, Notonectidae, Pleidae Corixidae Tipuliidae Hydrobiidae Crustacea Trichoptera Coleoptera Heteroptera Diptera Gastropoda
4	Ceratopogonidae Valvatidae, Planorbidae Sphaeriidae Diptera Gastropoda Bivalvia
3	Glossiphonidae, Erpobdellidae, Hirudinidae Asellidae Sialidae Chironomidae Ancylidae, Physidae, Lymnaeidae Hirudinea Crustacea Megaloptera Diptera Gastropoda
2	All Oligochaeta Culicidae Oligochaeta Diptera
1	Syrphidae, Psychodidae Diptera

جدول ۳: طبقه‌بندی کیفی آب براساس امتیاز کلی شاخص BMWP (۲۷)

توضیح	طبقه کیفی	امتیاز کلی شاخص
آلودگی شدید	خیلی بد	۱۰-۰
آلوده یا تحت تاثیر قرار گرفته	بد	۴۰-۱۱
به طور متوسط تحت تاثیر قرار گرفته	متوسط	۷۰-۴۱
تمیز ولی کمی تحت تاثیر قرار گرفته	خوب	۱۰۰-۷۱
غیر آلوده	خیلی خوب	۱۰۰ <

شاخص HFBI: شاخص زیستی هیلسنهوف (Hilsenhoff family)

از رایج‌ترین شاخص‌های زیستی است که با شناسایی بزرگ بی‌مهرگان آبی در حد خانواده و تعیین میزان بردباری آن‌ها نسبت به آلودگی آب برآورد می‌شود. امتیاز صفر بیانگر عدم مقاومت

خانواده به آلودگی و در نتیجه پاکیزگی آب و امتیاز ۱۰، مقاومت بالای خانواده را به آلودگی نشان می‌دهد. در این روش آب‌ها از نظر آلودگی به مواد آلی طبقه‌بندی شده و میزان شاخص با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$TV = \text{ارزش تحمل آلودگی در هر خانواده, } n = \text{تعداد افراد هر خانواده و } N = \text{فراوانی کل می‌باشد.}$$

$$HFBI = \frac{\sum[(TV)n]}{N}$$

در جدول ۴ امتیاز مقاومت به آلودگی در سطح خانواده و در جدول ۵ طبقه‌بندی کیفیت آب نه‌رها و رودخانه‌ها براساس این شاخص معرفی شده است.

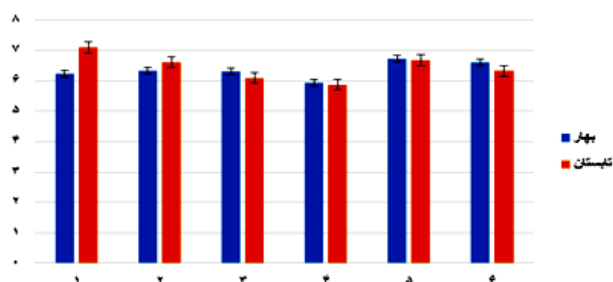
جدول ۴: امتیاز مقاومت به آلودگی در سطح خانواده برای شاخص زیستی هیلسنهوف (۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱)

Capniidae 1, Chloroperlidae 1, Leuctridae 0, Nemouridae 2, Perlidae 1, Perlodidae 2, Pteronarcyidae 0, Taeniopterygidae 2	Plecoptera
Baetidae 4, Baetiscidae 3, Caenidae 7, Ephemerellidae 1, Ephemeridae 4, Heptageniidae 4, Leptophlebiidae 2, Metretopodidae 2, Oligoneuriidae 2, Polymitarcyidae 2, Potomanthidae 4, Siphonuridae 7	Ephemeroptera
4	Tricorythidae
Aeshnidae 3, Calopterygidae 5, Coenagrionidae 9, Cordulegastridae 3, Corduliidae 5, Gomphidae 1, Lestidae 9, Libellulidae 9, Macromiidae 3	Odonta
Brachycentridae 1, Glosomatidae 0, Helicopsychidae 3, Hydropsychidae 4, Hydroptilidae 4, Lepidostomatidae 1, Leptoceridae 4, Limnephilidae 4, Molannidae 6, Odontoceridae 0, Philopotamidae 3, Phryganeidae 4, Polycentropodidae 6, Psychomyiidae 2, Rhyacophilidae 0, Sericostomatidae 3	Trichoptera
Corydalidae 0, Sialidae 4	Megaloptera
Pyrilidae 5	Lepidoptera
Dryopidae 5, Elmidae 4, Psephenidae 4	Coleoptera
Athericidae 2, Blephariceridae 0, Ceratopogonidae 6, Blood-red Chironomidae (Chironomini) 8, Other (including pink) Chironomidae 6, Dolichopodidae 4, Empididae 6, Ephydriidae 6, Psychodidae 10, Simuliidae 6, Muscidae 6, Syrphidae 10, Tabanidae 6, Tipulidae 3	Diptera
Gammaridae 4, Talitridae 8	Amphipoda
Asellidae 8	Isopoda
4	Acariformes
6	Decapoda
Amnicola 8 Bithynia 8, Ferrissia 6, Gyraulus 8, Helisoma 6, Lymnaea 6, Physa 8, Sphaeriidae 8	Gastropoda
Chaetogaster 6, Dero 10, Nais barbata 8, Nais behningi 6, Nais bretscheri 6, Nais communis 8, Nais elinguis 10, Nais pardalis 8, Nais simples 6, Nais variabilis 10, Pristina 8, Stylaria 8, Tubificidae: Aulodrilus 8, Limnodrilus 10	Oligochaeta
Helobdella 10	Hirudinea
4	Turbellaria

نتایج

نتایج حاصل از آنالیز آماری نشان داد که شاخص های تنوع زیستی (سیمپسون، شانون، کامارگو، بریلیون و N1) در ایستگاه های مورد مطالعه فصل بهار و تابستان اختلاف معنی داری ندارند ($P > 0.05$). شاخص های N1 و شانون در بین دو فصل اختلاف معنی داری دارند ($P < 0.05$) اما شاخص های کامارگو، سیمپسون و بریلیون در بین دو فصل اختلاف معنی داری ندارد ($P > 0.05$). براساس نتایج حاصل از شاخص HFBI، کیفیت آب ایستگاه های مورد نظر نسبتاً آلوده تا آلوده است (شکل ۲). نتایج آنالیز واریانس یک طرفه نشان داد که در فصل بهار ایستگاه ۴ اختلاف معنی داری با سایر ایستگاه ها دارد ($p < 0.05$).

شاخص HFBI



شکل ۲: مقایسه شاخص تنوع HFBI در ایستگاه های

نمونه برداری تالاب شادگان (بهار و تابستان ۹۱)

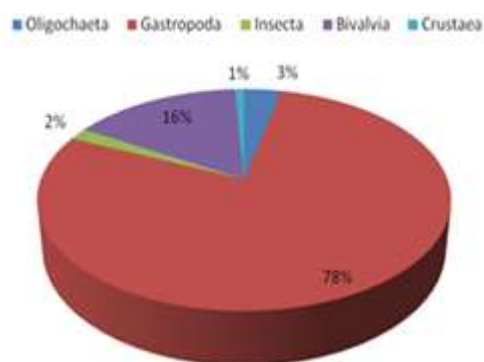
برای محاسبه شاخص های شانون (H')، شاخص سیمپسون ($1/N$)، کامارگو، بریلیون، N1 از نرم افزار Ecological Methodology استفاده شد. جهت بررسی آماری داده ها، ابتدا با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرنف نرمال بودن داده ها بررسی شد. جهت بررسی این شاخص در ایستگاه های مورد مطالعه، از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و جهت مقایسه میانگین ها در فصول بهار و تابستان از آزمون t-مستقل استفاده شد. جهت بررسی همبستگی پارامترها نیز از آزمون همبستگی پیرسون با سطح معنی داری ۰/۰۵ و ۰/۰۱ استفاده شد.

جدول ۵: ارزیابی کیفیت نهرها و رودخانه ها با استفاده از شاخص

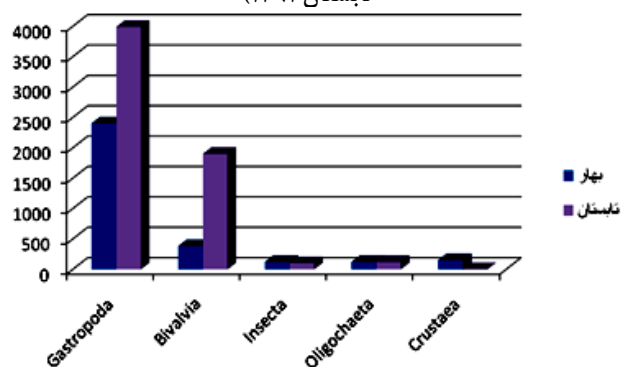
زیستی هیلسنهوف در سطح خانواده (۱۳، ۳۲)

شاخص زیستی در سطح خانواده	کیفیت آب	درجه آلودگی آلی
۳-۰/۷۵	عالی	آلودگی آلی وجود ندارد
۳/۴-۷۶/۲۵	خیلی خوب	امکان آلودگی آلی بسیار اندک
۴/۵-۲۶	خوب	احتمال مقدار آلودگی آلی
۵/۵-۱/۷۵	مناسب	آلودگی آلی نسبتاً قابل ملاحظه
۵/۶-۷۶/۵۰	نسبتاً ضعیف	آلودگی آلی قابل ملاحظه
۶/۷-۵۱/۲۵	ضعیف	آلودگی آلی بسیار قابل ملاحظه
۷/۱۰-۲۶	بسیار ضعیف	آلودگی آلی شدید

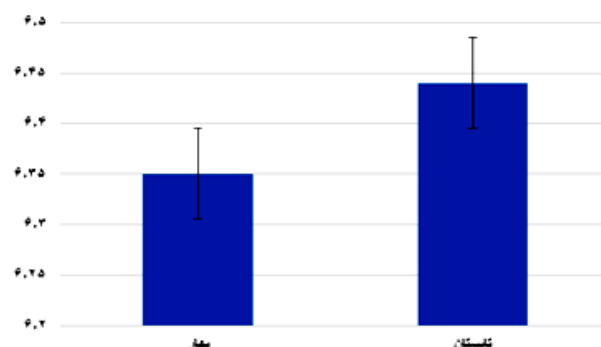
جمع‌آوری شد. درصد فراوانی گروه‌های مختلف در شکل ۶ آورده شده است. میانگین فراوانی فصلی گروه‌های ماکروبنتوز در شکل ۷ نشان داده شده است. فراوانی ماکروبنتوزها در فصل تابستان نسبت به فصل بهار بیش‌تر بوده است. بیش‌ترین درصد فراوانی در هر دو فصل به ترتیب شکم‌پایان و سپس به دوکفه‌ای‌ها اختصاص داشت. با توجه به نتایج آنالیز آماری مشخص گردید که در فصل بهار برای فراوانی ماکروبنتوزها اختلاف معنی‌داری در بیش‌تر ایستگاه‌ها وجود دارد ($P < 0.05$) اما در فصل تابستان اختلاف معنی‌داری در ایستگاه‌های مورد مطالعه وجود ندارد ($P > 0.05$). بین دو فصل برای پارامتر فراوانی ماکروبنتوزها اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P < 0.05$). با توجه به آنالیز همبستگی پارامترها مشخص است که در فصل بهار همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح 0.05 بین شوری، EC، Insecta و pH و DO وجود دارد که نشان می‌دهد بالارفتن EC بر میزان شوری موثر است، بنابراین این دو عامل بر فراوانی Insecta تأثیر مثبت دارد. میزان جامدات محلول در آب در واحد حجم بالاتر رفته که این امر موجب بالارفتن هدایت الکتریکی آب می‌شود و به موجب آن زیاد شدن pH و فراوانی خانواده حشرات می‌شود. در فصل تابستان همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح 0.01 بین Crustacea، Bivalvia و Insecta وجود دارد که نشان دهنده تأثیر مثبت ماکروبنتوزها بر فراوانی یکدیگر می‌باشد.



شکل ۶: درصد فراوانی کل ماکروبنتوزها در تالاب شادگان (بهار و تابستان ۱۳۹۱)



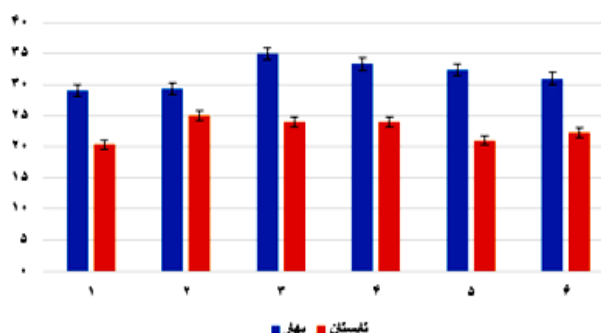
شکل ۷: میانگین فراوانی فصلی گروه‌های ماکروبنتوز در تالاب شادگان (بهار و تابستان ۹۱)



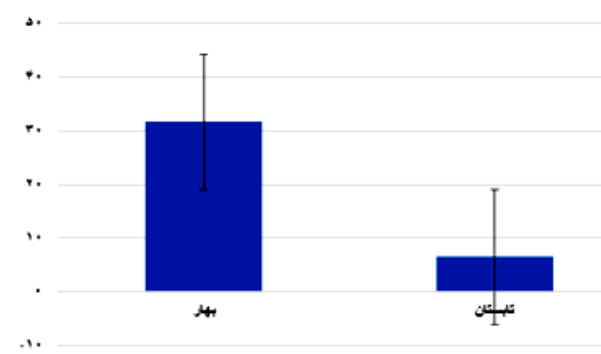
شکل ۳: مقایسه میانگین شاخص HFBI در دو فصل مورد مطالعه تالاب شادگان (بهار و تابستان ۹۱)

براساس نتایج حاصل از شاخص BMWP کیفیت آب ایستگاه‌های مورد نظر در فصل بهار و تابستان بد بوده است (شکل ۴). نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان داد که شاخص BMWP در بین دو فصل اختلاف معنی‌داری ندارد ($p > 0.05$).

شاخص BMWP



شکل ۴: مقایسه شاخص تنوع BMWP در ایستگاه‌های نمونه‌برداری تالاب شادگان (بهار و تابستان ۹۱)



شکل ۵: مقایسه میانگین شاخص BMWP در دو فصل مورد مطالعه تالاب شادگان (بهار و تابستان ۹۱)

در طول دو فصل نمونه‌برداری جمعاً ۱۶ گونه از ۱۴ خانواده و ۵ رده ماکروبنتیک شناسایی و شمارش شد (جدول ۶). در کل دوره مطالعاتی در مجموع تعداد ۱۵۴۸۹ فرد ماکروبنتوز در مترمربع

جدول ۶: گونه‌های ماکروبتوز شناسایی شده در تالاب شادگان (بهار و تابستان ۹۱)

شاخه	Class (رده)	Order (راسته)	Family (خانواده)	Species (گونه)
Mollusca	Gastropoda	Pulmonata	Ancylidae	<i>Ferrisia sp.</i>
			Planorbidae	<i>Planorbis carinatus</i>
			Physidae	<i>Physa fontinalis</i>
			Lymnae	<i>Stagnicola emarginata</i>
				<i>Lymnae peregra</i>
	Prosobranchia		Hydrobiidae	<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>
			Valvatidae	<i>V. Cristata</i>
				<i>V. Piscinalis</i>
				<i>V. Stenotrema</i>
			Pleuroceridae	
Arthropoda	Bivalvia	Cyrenodonata	Thairidae	<i>Melanoides tuberculata tuberculata</i>
			Sphaeriidae	<i>Sphaerium corneum</i>
			Chironomidae	<i>Chironomus sp.</i>
				<i>Spaniotoma sp.</i>
	Insecta	Diptera	Tipulidae	
			Tabanidae	
			Gammaridae	<i>Pseudomma roseum</i>
			Tubificidae	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>
				<i>Tubifex Tubifex</i>
	Crustacea	Amphipoda		
Annelida	Oligochaeta	Tubificida		

بحث

فراوان ترین گروه‌های درشت بی‌مهرگان کفزی شناسایی شده در این مطالعه شامل شکم‌پایان می‌باشد. دلیل فراوانی این گروه در هر دو فصل می‌تواند به دلیل وجود شرایط محیطی مناسب برای زیست و تولید مثل این رده باشد. طبق تحقیق Saunders و همکاران افزایش آلودگی باعث کاهش تنوع و فراوانی گونه‌های درشت بی‌مهرگان کفزی می‌شود، در حالی که در این مناطق آلوده، گونه‌های فرصت طلب که شاخصی برای بیان آلودگی هستند غالب می‌شوند (۳۳). نتایج فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی نشان می‌دهد در فصل بهار احتمالاً به دلیل افزایش دبی، آب تالاب کیفیت بالاتری داشته است. یکی از عوامل مهم در کیفیت آب تالاب مقدار اکسیژن محلول می‌باشد که در بهار از تابستان بیش تر بوده است. وجود همبستگی معنی دار ما بین میزان اکسیژن محلول در آب و اکثر شاخص‌های زیستی مورد بررسی در مطالعه طی دو فصل نمونه برداری بیانگر ارتباط تنگاتنگ این فاکتور محیطی با درشت بی‌مهرگان شاخص کفزی در منطقه مورد مطالعه بوده است (۱۵). در برخی از مطالعات مشابه به منظور سنجش کیفیت آب، فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی اندازه گیری شده است، زیرا این امر سبب کشف رابطه احتمالی این فاکتورها با تغییرات تنوع بزرگ بی‌مهرگان کفزی و نتیجه گیری موثق تر خواهد شد (۳۴). در منطقه مورد مطالعه، ورود فاضلاب شهری، فاضلاب صنایع فولاد و صنایع نیشکر به تالاب شادگان با هم زدن بستر، باعث آشفته گی در زیستگاه و اثر بر روی جوامع ماکروبتوز می‌شود. در شرایط آلودگی و بحرانی و از بین رفتن

گونه‌های حساس اکوسیستم، در نهایت گونه‌های مدارا کننده باقی خواهند ماند و تنوع گونه‌ای کاهش می‌یابد. به طور کل می‌توان بیان نمود که در منطقه مورد مطالعه در فصل بهار تنوع گونه‌ای بالاتر از فصل تابستان بوده است. این امر بدین صورت قابل توجیه خواهد بود که در فصل بهار به دلیل مناسب بودن شرایط محیطی، دمای مناسب، وجود مواد مغذی، کم بودن میزان شوری و نوع بافت بستر باعث ایجاد شرایط مطلوب برای زیست گونه‌های بیش تری شده است. نتایج مطالعه Tabatabaei و همکاران (۱) و Mombeini (۳۵) نیز با نتایج حاضر هم سو بود. رده کم تاران از گروه‌های مقاوم به آلودگی هستند که بالا رفتن تراکم کم تاران شاخص خوبی جهت نشان دادن آلودگی‌های آلی است (۳۶). با افزایش بار آلودگی، میزان اکسیژن محلول دارای نوساناتی می‌شود که این خود بسته به میزان آلودگی باعث حذف گروه‌های حساس و نیمه حساس به آلودگی خواهد شد. در نتیجه گروه‌های مقاوم به آلودگی غالب خواهند شد (۳۷، ۳۸). در مطالعه حاضر بیش ترین تراکم کم تاران در فصل بهار مربوط به ایستگاه ۲ (پساب صنایع نیشکر) و در فصل تابستان مربوط به ایستگاه ۶ (فاضلاب شهری) می‌باشد که این نشان دهنده ورود فاضلاب‌ها به تالاب و افزایش تراکم گروه‌های مقاوم به آلودگی و بالا رفتن بار آلودگی تالاب است در نتیجه عامل اصلی آلودگی تالاب شادگان ورود پساب‌های خانگی روستاهای اطراف تالاب و همچنین در درجه بعدی اهمیت زه‌آب‌های صنایع نیشکر و فولاد می‌باشد. بر اساس نتایج حاصل، شاخص BMWP در ایستگاه‌های فصل بهار و تابستان و در دو فصل کیفیت بد آب را نشان داد. Tabatabaei و همکاران در

آن در فصل تابستان و کم‌ترین مقدار آن در فصل بهار مشاهده شد که بیانگر تنوع بیش‌تر ماکروبن‌توزها در فصل بهار است. اما باید توجه داشت که در مورد شاخص‌های شانون، بریلیون و N1 بالا بودن مقدار شاخص نشان‌دهنده بالا بودن تنوع و نزدیک بودن مقدار شاخص به صفر نشان‌دهنده کم بودن تنوع می‌باشد که در مطالعه حاضر بالاترین میزان شاخص‌های شانون، بریلیون و N1 در فصل بهار بوده است که نشان‌دهنده تنوع بالای ماکروبن‌توزها است. نتایج شاخص‌های زیستی در منطقه مورد مطالعه نشان‌دهنده نوسانات در مقادیر آن‌ها در فصول مختلف و ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری می‌باشد. شاخص BMWP صرف امتیاز میزان تحمل گونه‌ها به آلاینده‌ها است اما شاخص هیلسنهوف علاوه بر امتیازدهی براساس مقاومت کفزیان، داده‌های کمی جمعیت را نیز مد نظر قرار می‌دهد، لذا قابلیت بهتری جهت ارزیابی دارند. توجه به این نکته ضروری است که این شاخص‌ها تنها یک تخمین کلی از وضعیت جامعه مورد مطالعه را ارائه می‌دهد. طی یک نتیجه‌گیری کلی این نتیجه به‌دست آمد که ایستگاه‌های مورد مطالعه در وضعیت کیفی بدی دارند. امید است که نسبت به کاهش آلودگی ناشی از فعالیت‌های ذکر شده اطراف تالاب تدبیری سازنده و موثر از طرف تصمیم‌گیران و مدیران مرتبط اتخاذ گردد.

منابع

1. **Tabatabaei, T., Amiri, F., and Pazira, A., 2010.** Monitoring the structure and diversity of macrobenthic communities as indicators of pollution in Musa and Ghannam estuaries. *Journal of New Technologies in Aquaculture Development*. 3(4): 29-41. (In Persian)
2. **Jafari, A., Karami, M., Abdoli, A., Esmaili Sari, A. and Mortezaei, Gh., 2011.** Macroinvertebrate population structure of the Kselian River-Mazandaran. *Journal of New Technologies in Aquaculture Development*. 5(2): 101-112. (In Persian)
3. **Lental, D., 1993.** A biotic index for southeastern united Sataes: derivation and list of tolerance values, with criteria for assessing water quality ratings. *Journal of the north american benthological society*. 12: 279-290.
4. **Azami, J., 2015.** The possibility of using fishes and large invertebrates in the correct assessment of Tajen River and their relationship with habitat parameters. PhD Thesis, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University. 80 p. (In Persian)
5. **Wlosarska, M. and Weslawski, J.M., 2001.** Impact of climate warming on arctic benthic biodiversity: a case study of two arctic glacial bays. *Journal of climate research*. 18: 127-132.

رودخانه حله به بررسی شاخص BMWP پرداختند (۱) که در بررسی انجام شده نتایجی هم‌سو با نتایج این مطالعه گزارش شده است. Shokri و همکاران، کیفیت رودخانه تجن را با استفاده از شاخص BMWP بررسی کردند (۳۹) و نتایج مطالعه آن‌ها به این صورت بوده است که ایستگاه‌های مورد مطالعه دارای کیفیت بد می‌باشند که با نتایج مطالعه حاضر مشابه است. از آن‌جا که در محاسبه شاخص BMWP خانواده‌های با مقاومت بیش‌تر نسبت به آلودگی امتیاز کم‌تری می‌گیرند، کاهش این شاخص به معنی افزایش گروه‌های مقاوم به آلودگی و نشان‌دهنده کاهش کیفیت آب است. غالبیت موجودات مقاوم مانند خانواده شیرونومیده و خانواده‌های متعلق به رده اولیگوکیت‌ها و جوامع شکم‌پا نشانگر اثرات شدید فاضلاب‌های کشاورزی، انسانی و صنعتی در ایستگاه‌های مورد نظر در تالاب شادگان بوده است. ارزیابی شاخص‌های تنوع بر این فرض استوار است که ساختار جوامع کفزی همراه با آشفته‌گی‌های محیطی تغییر می‌کند زیرا برخی گونه‌های بیش‌از سایرین تحت تأثیر فشار حاصله قرار می‌گیرند هم‌چنین براساس وجود گونه‌هایی مثل شیرونومیده که تا حدودی مقاوم به آلودگی هستند (۴۰)، می‌توان بیان نمود که ایستگاه‌های مطالعاتی در دو فصل از نظر کیفیت وضعیت مطلوبی ندارند. شاخص HFBI در فصل بهار در چهار ایستگاه اول (دو ایستگاه صنایع نیشکر و فولاد) و در فصل تابستان در ایستگاه‌های فولاد و یک ایستگاه فاضلاب شهری (۳، ۴ و ۶) کیفیت آب نسبتاً ضعیف و از نظر درجه آلودگی، وجود آلودگی اساسی را نشان داد. در فصل تابستان در دو ایستگاه نیشکر و یک ایستگاه فاضلاب شهری (۱، ۲ و ۵) و در فصل بهار در ایستگاه‌های فاضلاب شهری (۵ و ۶) کیفیت آب ضعیف و وجود چندین آلودگی اساسی مشخص شد. به دلیل حجم زیاد آلاینده‌های وارده در ایستگاه‌های ۱، ۲ و ۵ در فصل تابستان و ایستگاه‌های ۵ و ۶ در فصل بهار جوامع کفزی بازتاب‌های شدیدتری نسبت به سایر ایستگاه‌ها نشان می‌دهند و می‌توان اظهار داشت تالاب شادگان حاوی آلودگی آلی بسیار قابل ملاحظه است. در بررسی که Dadgar و همکاران، بر روی رودخانه شاهرود با استفاده از شاخص هیلسنهوف انجام دادند (۴۱)، نتایجی مشابه با مطالعه حاضر به‌دست آمد و کیفیت آب در ایستگاه‌های مورد مطالعه ضعیف تا بد برآورد شد. هم‌چنین در مطالعه‌ای که Malvandi و همکاران، بر رودخانه دهبار با استفاده از شاخص‌های زیستی هیلسنهوف و BMWP انجام دادند (۳۴) نتایجی هم‌سو با نتایج این مطالعه حاصل شد. نشانگرهای تنوع زیستی (سیمپسون، شانون، بریلیون، N1، کامارگو) در ایستگاه‌های مورد مطالعه هر فصل با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نشان ندادند که این امر نشان‌دهنده تشابه ویژگی‌های بیولوژیک در جوامع بنتیک هر فصل می‌باشد. در مورد شاخص سیمپسون و کامارگو بالاترین مقدار

- Minister of Water and Soil, Irrigation Improvement Project, Pandam Consulting Engineers. (In Persian)
19. **Bagheri, S. and Abdolmalaki, Sh., 2009.** Distribution pattern and biomass estimation of benthic invertebrates in Aras reservoir. Iranian Scientific Fisheries Journal .11(4): 1-10. (In Persian)
20. **Walton, S.G., 1984.** Hand book of marine science. CRC Press. Cleveland. 1: 117-126.
21. **Holme, N.A. and McIntyre, A.D., 1984.** Method for study of marine benthos, second edition, Oxford Blackwell Scientific publication. 387 p.
22. **Buchanan, J.B., 1984.** Sediment analysis in: Methods for the study of marine benthos. N.A.
23. **Barnes, R.D., 1987.** Invertebrate zoology. Fifth Edition, Saunders College Publishing. 893 p.
24. **Jones, D.A., 1986.** A field guide to the seashores of Kuwait and the Arabian Gulf. University of Kuwait, Bland ford Press. 182 p.
25. **Carpenter, K.E. and Neim, V.H., 1998.** Crabs: FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Cephalopods, crustaceans, holothuridians and sharks. FAO, Rome. 2: 1045-1155.
26. **Pescador, M., Rasmussen, A. and Harris, S., 2004.** Identification Manual for Caddisfly (Tricoptera) Larvae of Florida". Florida: Department of Environmental Protection Florida, Tallahassee. Florida. 187 p.
27. **Mandaville, S.M., 2002.** Benthic Macroinvertebrates in Freshwater- Taxa Tolerance Values, Metrics, and Protocols. Chapter III. Project H-1. (Nova Scotia: Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax).
28. **Bode, R.W., 1988.** Quality assurance workplan for biological stream monitoring in New York.
29. **Hilsenhoff, W.L., 1988.** Seasonal correction factors for the biotic index. Great Lakes Entomologist. 21: 9-13.
30. **Hilsenhoff, W.L., 1988.** Rapid field assessment of organic pollution with a family level biotic index.
31. **Lehmkuhl, M., 1979.** How to know the aquatic insects. Wm. C. Brown Co., Dubuque, Iowa.
32. **Rosenberg, D.M., 1999.** Protocoles for Masuring Biodiversity: Benthic Macroinvertebrates in Fresh waters,,Department of fisheries and Oceans,Fresh water Institute,Winnipeg,Manitoba. 42 p.
33. **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.
34. **Malvandi, H., Moghanizade, R. and Abdoli, A., 20018.** Assessment of water quality in the Dehbar River using biological indicators. Journal of Animal Environment. 10(1): 381-390. (In Persian)
35. **Mombeini, Sh., 2008.** Study of the macrobenthic community structure as pollution indicators in the Sarahi
6. **Balderas, E.C.S., Grac, C., Berti-Equille, L. and Hernandez, M.A.A., 2016.** Potential application of macroinvertebrates indices in bioassessment of Mexican streams. Ecological indicators. 61: 558-567.
7. **Mclusky, D.S., 1990.** The estuarine ecosystem.Blackie, Glscow and London. 161-182.
8. **Cairns, J., and Dickson, K.L., 1973.** Biological methods for the assessment of water quality. STP528. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA. 262 p.
9. **Galbrand, C., Lemieux, I.G., Ghaly, A.E., Cote, R. and Verma, M., 2007.** Assessment of Constructed Wetland Biological Integrity Using Aquatic Macroinvertebrates. Science Publications. 7: 52-65.
10. **Wally, W.J. and Hawkes, H.A., 1997.** A computer based development of the biological monitoring working party score system incorporating abundance rating, site type and indicator value. Water Research. 31(2): 201-210.
11. **Hilsenhoff, W.L., 1977.** Use of arthropods to evaluate water quality of streams. Journal of Technical Bulletin Wisconsin Dept. 100: 1-15.
12. **Hafezieh, M., 2000.** Aquatic insects as indicators of water organic pollution. Iranian Scientific Fisheries Journal. 10(1): 19-36. (In Persian)
13. **Hilsenhoff, W.L., 1988.** Rapid Field Assessment for Organic Pollution with a Family Level Biotic Index, J.North American Benthological Society. 7(1): 65-68.
14. **Aazami, J., KianiMehar, N. and Zamani, A., 2019.** Ecological water health assessment using benthic macroinvertebrate communities (case study: The Ghezel Ozan River in Zanjan Province, Iran). Environmental monitoring and assessment. 191(11): 689.
15. **Ghani, W.M.H.W.A., Kutty, A.A., Mahazar, M.A., Al-Shami, S.A. and Hamid, S., 2018.** Performance of biotic indices in comparison to chemical-based Water Quality Index (WQI) in evaluating the water quality of urban river. Environmental monitoring and assessment. 190(5): 297.
16. **Bhat, G.A., Jauhari, R.K., Paray, M.A. and Devi, N.P., 2017.** Study the wetland water quality using biotic indexes: A case study of Asan wetland of central Himalaya. International Journal of Zoology Studies. 2(6): 233-238.
17. **Etemi, F.Z., Bytyçi, P., Ismaili, M., Fetoshi, O., Ymeri, P., Shala-Abazi, A., Muja-Bajraktari, N. and Czikkely, M., 2020.** The use of macroinvertebrate based biotic indices and diversity indices to evaluate the water quality of Lepenci river basin in Kosovo. Journal of Environmental Science and Health, Part A.
18. **Lotfi, A., 2002.** Shadgan Wetland Environmental Management Plan. Report No. 1: Shadgan Wetland Ecological Environment, Ministry of Agricultural Deputy

- River near Sayed Ashurata tomb at the entrance of Shadgan city. Master's Thesis, Islamic Azad University of Ahvaz Science and Research Branch. (In Persian)
36. **Yap, C.K., Rahim Ismail, A., Ismail, A. and Tan, S. G., 2003.** Species Diversity of Macrobenthic Invertebrates in the Semenyik River, Peninsular Malaysia. *Pertanika. J. Agric.* 26: 139-146.
 37. **Pazira, A., Emami, S.M., Kouhgardi, E., Vatandoost, S. and Akrami, R., 2009.** The effect of the environmental parameters on biodiversity of macrobenthose in Dalaki and Helle river of Boushehr. *New technologies in aquaculture development.* 2(4): 66-72. (In Persian)
 38. **Nouripour, M., 2012.** Measuring the species diversity and population structure of Dez River macrobenthos in the area between Old Bridge and Hamid Abad Bridge, Dezful. Master's Thesis in Environment, Islamic Azad University, Khuzestan Research Science Branch. (In Persian)
 39. **Shokri, M., Ahmadi, M.R., Rahmani, H. and Kamrani, E., 2015.** Investigation of Tajan River Quality with Using Population Structure of Benthic Invertebrates and BMWP Index. *Journal of Animal Environment.* 6(4): 221-230. (In Persian)
 40. **Khatami, H., 2004.** Aquatic Invertebrates of Fresh Waters (Key to Identification and Sensitivity to Pollution). Publications of Environmental Protection Organization. 205 p. (In Persian)
 41. **Dadgar, Sh., Chehrzad, F. and Razmi, K., 2014.** Study of qualitative effects of Rainbow Trout farms on Shahroud River using Hilsenhoff macrobenthic rapid bioassessment index. *Journal of Animal Environment.* 6(3): 143-153. (In Persian)