

## پهنه‌بندی آلودگی رودخانه باهوش اهرم با استفاده از تنوع زیستی ماکروبتوزها (استان بوشهر)

\*فرشاد قنبری<sup>۱</sup>، عبدالرحیم پذیرا<sup>۲</sup>، فاضل امیری<sup>۳</sup>، سعید مغانی<sup>۱</sup> و محمد ساکی انتظامی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران، <sup>۲</sup>استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر، بوشهر، ایران، <sup>۳</sup>باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۶/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۱۹

### چکیده

هدف از این مطالعه تعیین تنوع و تراکم ماکروبتوزهای رودخانه باهوش و ارزیابی وضعیت کیفیت آب توسط شاخص ولج بود. نمونه‌برداری در دو فصل تابستان و زمستان طی سال ۱۳۹۲ انجام شد. در هر ایستگاه سه بار نمونه‌برداری از رسوبات کف انجام شد. نمونه‌های ماکروبتوز توسط غرب و ن وین با سطح مقطع ۰/۰۲۵ مترمربع جمع‌آوری و سپس توسط فرمالین ۵ درصد فیکس و به آزمایشگاه منتقل و شناسایی و شمارش گردید. همچنین خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب از قبیل دما، pH، اکسیژن محلول (DO) و شوری آب نیز در هر ایستگاه اندازه‌گیری شد. شاخص تنوع با استفاده از فرمول شانون-وینر، شاخص غالبیت با استفاده از فرمول سیمپسون، شاخص غنای گونه‌ای با استفاده از فرمول مارگالف و تعیین درجه کیفیت آب هر ایستگاه توسط شاخص ولج مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های شناسایی شده از ۱۳ جنس، ۱۰ خانواده و ۳ رده بودند. بیشترین گونه‌های شناسایی شده در ایستگاه‌های مورد مطالعه از خانواده‌های Chironomidae، Lymnaeidae و Caenidae بودند. نتیجه مطالعه نشان داد که با توجه به گونه‌های شناسایی شده و همچنین شاخص استفاده شده جهت تعیین کیفیت آب (ولج)، ایستگاه‌های مورد مطالعه در رودخانه باهوش دارای آبی با کیفیت متوسطی از آلودگی می‌باشند.

**واژگان کلیدی:** آلودگی، پهنه‌بندی، تنوع زیستی، رودخانه باهوش، شاخص ولج، ماکروبتوز

### مقدمه

یکی از اجزای مهم و حیاتی محیط‌زیست، آب است که به صورت منابع گوناگون آبی از قبیل چشمه، قنات، نهر، رودخانه، دریاچه و غیره در طبیعت جلوه‌گر شده است، ویژگی‌های مختلفی برای مصارف گوناگون دارد. با توجه به اینکه آب محیطی زنده است که در آن موجودات گوناگون زندگی می‌کنند لذا حفظ کیفیت آن امری مهم و حیاتی است. نگرانی برای کیفیت محیط زیست آبی به طور اجتناب‌ناپذیری با مشکلات ایجاد شده از طریق تخلیه جریان

فاضلاب‌های شهری و صنعتی ارتباط دارد. جریان‌های آبی از دیرباز، محلی برای تخلیه و حمل مواد زاید اجتماعات انسانی و واحدهای تولیدی بوده‌اند (خاتمی، ۱۳۹۰). بخش اعظم آب‌های شیرین ایران به صورت آب‌های جاری در رودخانه‌ها جریان داشته و یکی از منابع مهم پایه برای توسعه کشور در ابعاد گوناگون می‌باشند. مصرف آب کشور به ویژه آب‌های سطحی شیرین به دلیل بالا رفتن سطح بهداشت، گسترش فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی و تفریحی از یک سو رو به افزایش بوده و از سوی دیگر با ورود پساب‌های آلوده حاصل از فعالیت‌های گوناگون در

\*نویسنده مسئول: msc.ghanbari@gmail.com

۱۹۸۳). موجودات بنتوز یکی از معتبرترین شاخص‌ها جهت تعیین اثرات مواد سمی روی اکوسیستم‌های آبی به شمار می‌روند. ساختار اجتماعات ماکروبتیک دقیقاً وابسته به فاکتورهای فیزیکی - شیمیایی و کل ترکیبات مکانیکی و شیمیایی رسوبات بستر است، که این امر به مقدار بسیار زیادی تحت تأثیر اثرات منطقه‌ای مانند آلودگی جوی، پساب‌های کشاورزی، و فاضلاب‌ها است. همچنین موجودات ماکروبتیک با داشتن رژیم غذایی گوناگون به‌عنوان یک فیلتر برای آب‌ها عمل کرده و در بهبود کیفیت آبها موثرند (Bubinas و Jagminiene, ۲۰۰۱)

رودخانه باهوش از بلندی‌های کلمه و فاریاب و کوه‌های سیاه و مور تلخی واقع در بوشکان و خورموج، کوه بیرمی (۱۴۱۵ متر) و قلعه دختر (۱۲۲۰ متر) که از بلندترین کوه‌های شهرستان تنگستان و جزء رشته کوه‌های زاگرس به‌شمار می‌آیند سرچشمه می‌گیرد. طول آن حدود ۷۰ کیلومتر و ارتفاع سرچشمه آن ۹۰۰ متر است. این رود از دو شاخه اصلی به نام رود باهوش و رود شیرین تشکیل شده است و سپس وارد اراضی دشت اهرم می‌شود.

مطالعاتی در ایران و جهان توسط (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸۵؛ پذیرا و همکاران، ۱۳۸۷؛ طباطبایی و همکاران، ۱۳۸۸؛ طباطبایی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Maslowski, ۲۰۰۳؛ Jayaraj و همکاران، ۲۰۰۴؛ Jovic و همکاران، ۲۰۰۶؛ Wood Ammons, ۲۰۰۷؛ Tabatabaei و Amiri, ۲۰۱۱) و همکاران، ۲۰۱۳) بر روی اجتماع ماکروبتوزها دریاچه‌های آب شیرین و رودخانه‌ها صورت گرفته است. اما هنوز بسیاری از اکوسیستم‌های آبی وجود دارند که مطالعات جامعی در مورد آنها انجام نشده و یا مربوط به چند سال گذشته می‌باشد. بنابراین این پژوهش به‌منظور شناسایی درشت بی‌مهرگان کفزی و همچنین استفاده از شاخص‌های بیولوژیک و

معرض خطر قرار دارد. از آنجایی که تعداد منابع آبی رودخانه‌ای کشور محدود می‌باشد، لازم است بهره‌وری از آن و فشارهای وارده به آن با شناختی علمی و عمیق صورت پذیرد که لازمه آن پی‌بردن به ظرفیت این منابع و ترمیم طبیعی آن می‌باشد. از این رو شناخت کافی از توان رودخانه‌ها برای پذیرش آلاینده‌ها به‌منظور حفظ و حراست از آنها و استمرار توسعه کشور ضروری می‌باشد (خاتمی، ۱۳۸۶).

مطالعات لیمنولوژیک، سه بخش اصلی و اساسی شامل مطالعات فیزیکوشیمیایی، باکتریولوژیک و بیولوژیک آب‌ها را در بر می‌گیرد. در این میان مطالعات بیولوژیک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است چرا که می‌توان با کمک سایر مطالعات، قضاوتی منطقی و معقول از یک اکوسیستم را ارائه داد. یکی از ویژگی‌های مهم چنین پروژه‌هایی استفاده از آنها برای تعیین شاخص‌های اکولوژیک و آلودگی بوده و به‌طور کلی از نتایج حاصل از تحقیقات هیدرولوژیک 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 زیست‌محیطی و به‌دست آوردن یک شناسنامه اکولوژیکی از منطقه مورد پژوهش استفاده نمود. در میان موجودات آبری گروهی از آنها به‌عنوان شاخص یا نشانگر مطرح می‌باشند. این نوع از گیاهان و جانوران را اندیکاتورهای بیولوژیک می‌گویند. اندیکاتور یک نشانه یا سیگنال است که پیام پیچیده‌ای دارد. این اندیکاتور ممکن است منعکس‌کننده صفات فیزیکی یا شیمیایی اوضاع اکولوژیک باشد. (Bubinas و Jagminiene, ۲۰۰۱)

بنتوزها به‌عنوان مجموعه موجودات پایه زنده اکوسیستم‌های آبی می‌باشند که نقش اساسی در روند کیفی رودخانه‌ها بازی می‌کنند (Holme و Goldman,

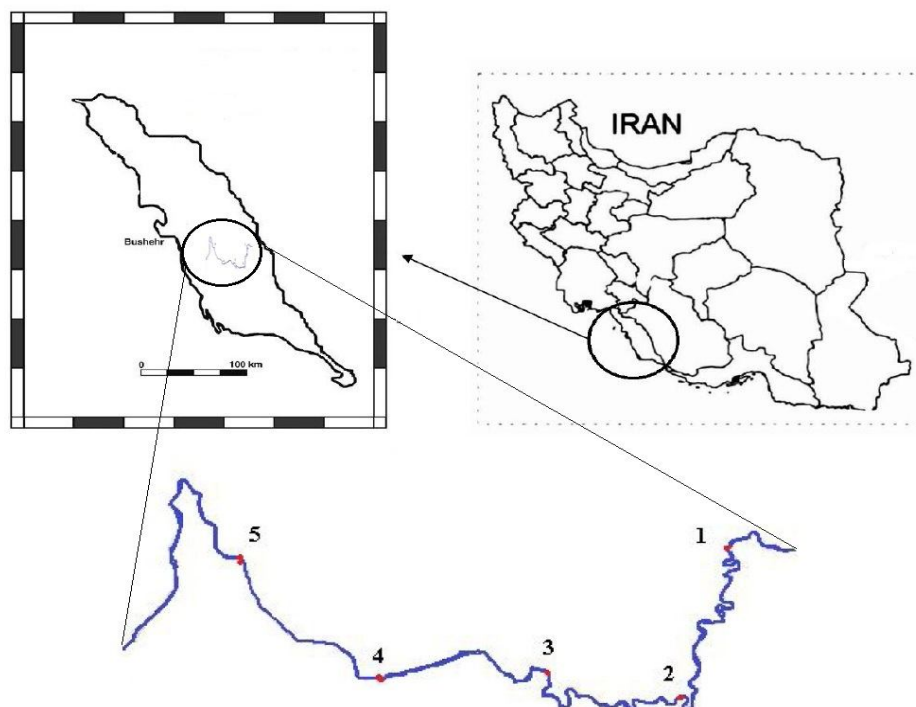
پارامترهای فیزیکوشیمیایی در طبقه‌بندی و تعیین کیفیت آب رودخانه باهوش اهرم انجام پذیرفت.

تنگستان در استان بوشهر و در شرق آن واقع شده است.

رودخانه باهوش از تنگ باهوش در جنوب غرب شهر کلمه در ۳۰ کیلومتری شرق شهر اهرم سرچشمه می‌گیرد، و به همین خاطر به این نام شهرت یافته است، و با برخورد به سطح انحرافی اهرم بین نخیلات اهرم پخش می‌شود. عرض متوسط این رودخانه ۷ متر است. میانگین عمق آن ۶۰ سانتی‌متر و در عمیق‌ترین جا به ۲ متر می‌رسد. دبی آب آن حدود ۱۱/۲۶ لیتر بر ثانیه است. بستر این رودخانه سنگلاخی می‌باشد. این منطقه دارای اقلیم گرم می‌باشد (شکل ۱).

### مواد و روش‌ها

**منطقه مورد مطالعه:** شهرستان تنگستان، در طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۶ دقیقه، و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۵۳ دقیقه، و در ارتفاع ۶۵ متری از سطح دریا قرار دارد. رودخانه باهوش یک رودخانه دائمی است که چند رود فصلی نیز به آن می‌ریزد این رودخانه به‌طور کامل در شهر اهرم مرکز شهرستان



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌ها در محدوده مطالعاتی رودخانه باهوش اهرم

شماره ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	۵۱° ۲۵' ۴۰"	۲۸° ۵۶' ۰۱"
۲	۵۱° ۲۲' ۳۹"	۲۸° ۵۱' ۱۸"
۳	۵۱° ۱۹' ۱۸"	۲۸° ۵۳' ۲۹"
۴	۵۱° ۱۵' ۰۰"	۲۸° ۵۲' ۳۲"
۵	۵۱° ۱۰' ۱۲"	۲۸° ۵۶' ۳۲"

محاسبه گردید (Shannon و Weaver، ۱۹۴۹):

$$H = -\sum P_i \ln P_i \quad (۱)$$

H شاخص شانون (تنوع گونه‌ای)،  $P_i$  فراوانی نسبی افراد گونه  $i$  در نمونه مورد نظر می‌باشد. جهت تعیین شاخص تنوع سیمپسون از معادله ۲ استفاده شد (Krebs، ۱۹۹۴).

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2 \quad (۲)$$

در این معادله  $P_i$  فراوانی نسبی  $i$  امین تاکسون در جامعه،  $S$  تعداد کل تاکسون در جامعه می‌باشد. جهت تعیین غنای گونه‌ای مارگالف از معادله ۳ استفاده شد (Washington، ۱۹۸۴):

$$R = \frac{S-1}{\ln N} \quad (۳)$$

که در این رابطه  $R$  بیانگر غنای گونه‌ای،  $S$  تعداد گونه‌ها و  $N$  تعداد افراد می‌باشد.

### آنالیزهای آماری

جهت بررسی آماری داده‌ها، ابتدا با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنف نرمال بودن داده‌ها بررسی و اختلاف بین ایستگاه‌ها و فصول با استفاده از آنالیز تجزیه واریانس یک‌طرفه، در محیط نرم‌افزار SPSS<sup>®</sup> 16، تعیین گردید. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد (گلدسته و همکاران، ۱۳۷۷؛ Zar، ۱۹۹۹).

**تعیین کیفیت آب منطقه:** پس از تعیین شاخص‌های تنوع به منظور تعیین کیفیت آب منطقه از شاخص ولچ استفاده شد (Welch، ۱۹۹۲).

نمونه‌برداری از رسوبات و تعیین پارامترهای

فیزیکوشیمیایی: نمونه‌برداری از رسوبات رودخانه مورد نظر در دو فصل سرد (زمستان) و گرم (تابستان) در سال ۱۳۹۲ با استفاده از گرب ون وین با سطح مقطع ۰/۰۲۵ انجام گرفت. با توجه به شرایط فیزیکی و شیمیایی و سایر ویژگی‌ها در طول رودخانه ۵ ایستگاه جهت نمونه‌برداری مشخص گردید. در هر ایستگاه ابتدا موقعیت جغرافیایی با استفاده از موقعیت‌یاب (GPS) مشخص شد و سپس نمونه‌برداری از رسوبات ایستگاه‌های تعیین شده در رودخانه و نمونه‌های آب جهت سنجش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی (pH، شوری، دما، اکسیژن محلول) انجام شد. در هر ایستگاه ۳ نمونه رسوب توسط گرب ون وین جهت مطالعه ماکروبتوزها برداشت شده پس از شستشو با الک ۰/۵ میلی‌متر و تثبیت توسط فرمالین ۵ درصد، ابتدا با محلول ۱ گرم در لیتر رز بنگال به صورت هم حجم به مدت ۴۵ دقیقه رنگ‌آمیزی و پس از جداسازی و شناسایی، شمارش گردیدند (Walton، ۱۹۷۴). نحوه نمونه‌برداری، نگهداری و شناسایی بنتوزها از رسوبات، بر اساس دستور مطالعه بنتوزها انجام گرفت (Holme و McIntyre، ۱۹۷۱). جهت سنجش پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب، دما با دماسنج، اکسیژن با DO متر، شوری با شوری‌سنج چشمی و pH توسط pH متر پرتابل در محل اندازه‌گیری شد، در ضمن اندازه‌گیری هر فاکتور در سه نوبت تکرار انجام گرفت. سپس میانگین آنها ثبت شد.

شاخص تنوع شانون - وینر توسط معادله ۱

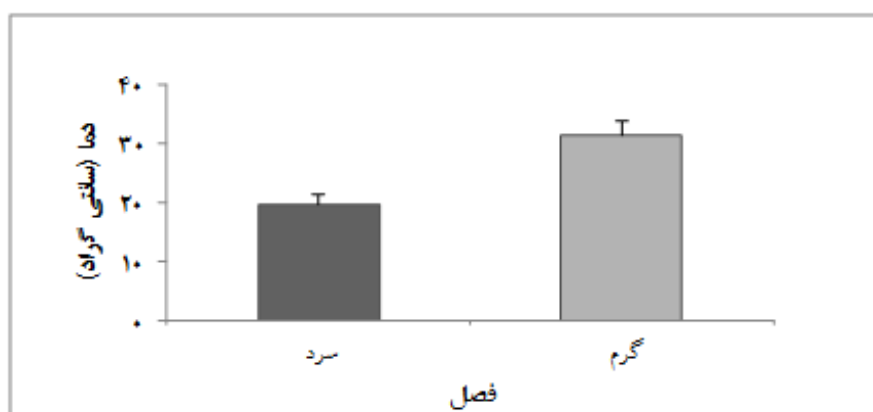
جدول ۳- الگوی ارزیابی آلودگی مناطق

شاخص ولچ (شانون)	طبقه کیفی آب
۳-۵	آب تمیز
۱-۳	آلودگی متوسط
۱ >	آلودگی اساسی

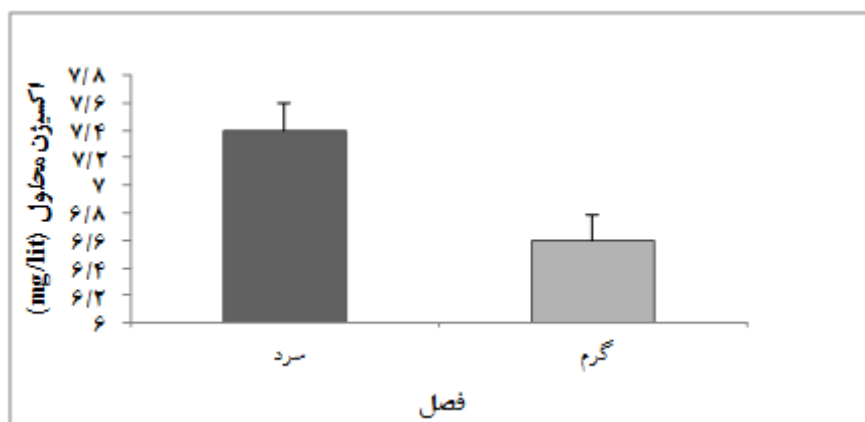
## نتایج

با توجه به بررسی‌های انجام شده مشخص شد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین شوری در ایستگاه‌های پنج‌گانه نمونه‌برداری وجود ندارد ( $P: 0/341$ )، اما اختلاف معنی‌داری بین میانگین میزان شوری در دو فصل سرد و گرم مشاهده شد ( $P: 0/044$ ). میانگین میزان شوری در دو فصل سرد و گرم در شکل ۴ نشان داده شده است. با توجه به بررسی‌های انجام شده مشخص گردید که اختلاف معنی‌داری بین میانگین pH در ایستگاه‌های پنج‌گانه نمونه‌برداری مشاهده نشد ( $P: 0/974$ )، اما بین میانگین pH آب در دو فصل سرد و گرم اختلاف معنی‌داری وجود داشت ( $P: 0/000$ ). میانگین میزان pH در دو فصل سرد و گرم در شکل ۵ نشان داده شده است.

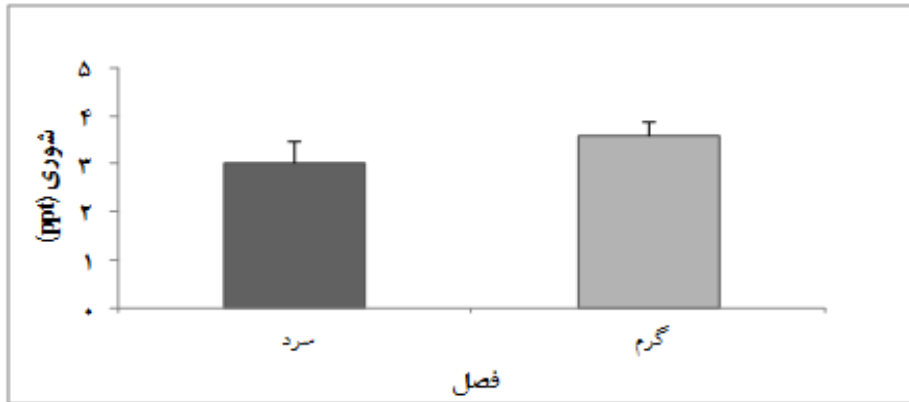
با توجه به بررسی‌های انجام شده مشخص شد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین دمای آب در ایستگاه‌های پنج‌گانه وجود ندارد ( $P: 0/973$ )، اما بین میانگین دمای آب در دو فصل سرد و گرم دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد ( $P: 0/000$ ). میانگین میزان دما در دو فصل سرد و گرم در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجه به بررسی‌های انجام شده مشخص شد که اختلاف معنی‌داری بین میانگین اکسیژن محلول در ایستگاه‌های پنج‌گانه نمونه‌برداری وجود ندارد ( $P: 0/930$ )، اما بین میانگین اکسیژن محلول در دو فصل سرد و گرم اختلاف معنی‌داری وجود دارد ( $P: 0/000$ ). میانگین میزان اکسیژن در دو فصل سرد و گرم در شکل ۳ نشان داده شده است. با



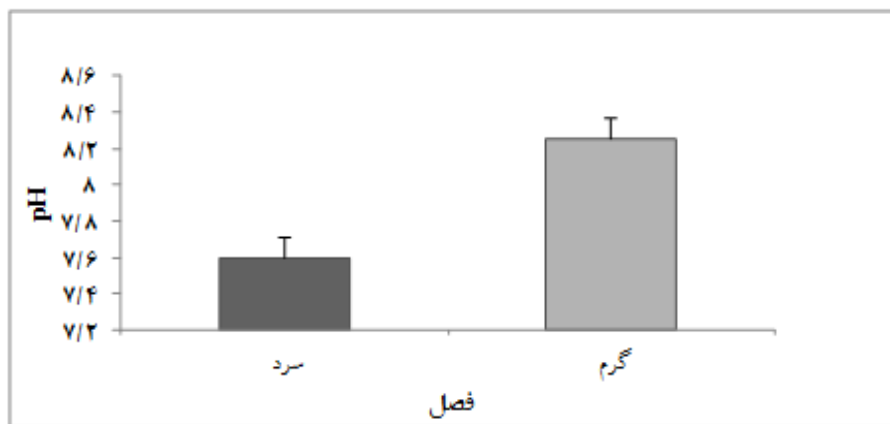
شکل ۲- تغییرات دمای آب رودخانه باهوش اهرم در دو فصل سرد و گرم با فاصله اطمینان ۹۵ درصد.



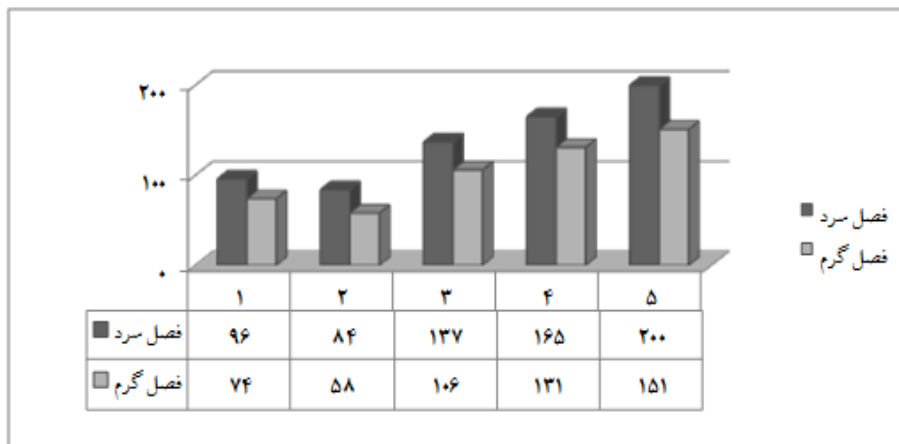
شکل ۳- تغییرات اکسیژن محلول آب رودخانه باهوش اهرم در دو فصل سرد و گرم با فاصله اطمینان ۹۵ درصد.



شکل ۴- تغییرات شوری آب رودخانه باهوش اهرم در دو فصل سرد و گرم با فاصله اطمینان ۹۵ درصد.



شکل ۵- تغییرات pH آب رودخانه باهوش اهرم در دو فصل سرد و گرم با فاصله اطمینان ۹۵ درصد.



شکل ۶- تغییرات فراوانی ماکروبتوزها در ایستگاه‌های نمونه‌برداری رودخانه باهوش اهرم در دو فصل سرد و گرم

که فراوانی و تنوع ماکروبتوزها در فصل سرد نسبت به فصل گرم افزایش دارد. شکل ۶ تغییرات فراوانی درشت بی‌مهرگان کفزی شمارش شده در ایستگاه‌های مختلف را نشان می‌دهد، با توجه به نتایج آنالیز

در طول دوره نمونه‌برداری در مجموع ۱۳ گونه از ۱۰ خانواده از بی‌مهرگان کفزی شناسایی شد (جدول ۲). نتایج فراوانی گروه‌های بنتوزی به تفکیک دو فصل سرد و گرم آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد

تغییرات فراوانی ماکروبتوتوزها در ایستگاه‌های پنج‌گانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت ( $P: ۰/۰۳۱$ ).

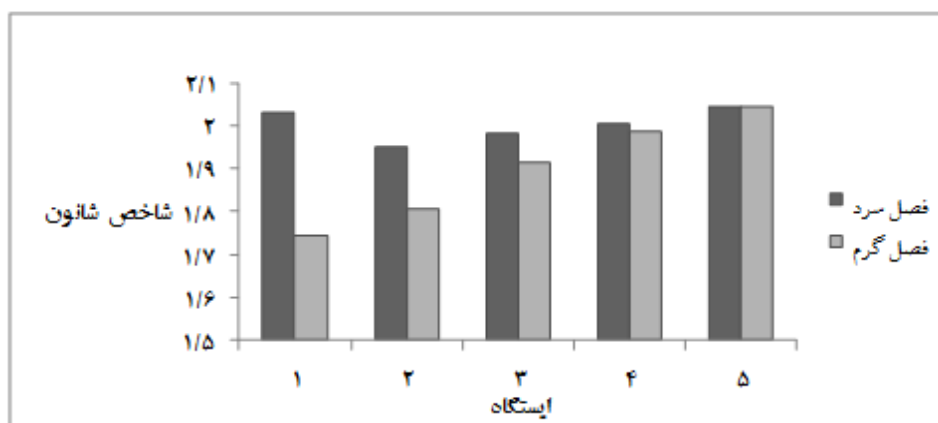
تجزیه واریانس یک‌طرفه بین تغییرات فراوانی ماکروبتوتوزها در دو فصل سرد و گرم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ( $P: ۰/۲۷۴$ )، اما بین

جدول ۲- گونه‌های شناسایی شده در رودخانه باهوش اهرم طی فصل سرد و گرم

رده (Class)	خانواده (Family)	گونه (Speceis)
Crustacea Gastropoda	Gammaridae	<i>Gammarus pulex</i>
	Lymnaeidae	<i>Lymnaea peregra</i> <i>Lymnaea truncatula</i>
Insecta	Tateidae	<i>Potamopyrgus jenkinsi</i>
	Chironomidae	<i>Chironomous sp.</i> <i>Spaniotoma sp.</i>
		Caenidae
	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche instabilis</i>
	Chloroperlidae	<i>Chloroperla torrentium</i>
	Leuctridae	<i>Leuctra hippopus</i>
	Polycentropodidae	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>
Taeniopterygidae	<i>Brachyptera risi</i>	

بین میانگین شاخص شانون در فصول نمونه‌برداری مشاهده نشد ( $P: ۰/۱۱۳$ ) (شکل ۷).

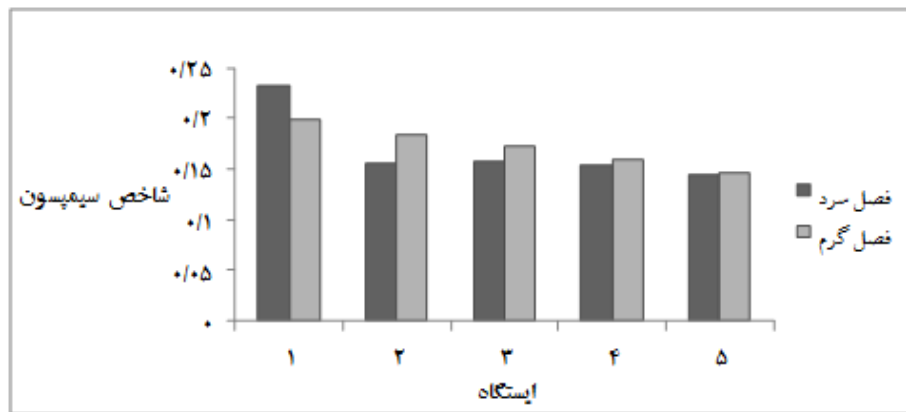
با توجه به نتایج آنالیز واریانس ( $P: ۰/۵۲۴$ ) اختلاف معنی‌دار بین میانگین شاخص شانون در ایستگاه‌های نمونه‌برداری و همچنین اختلاف معنی‌دار



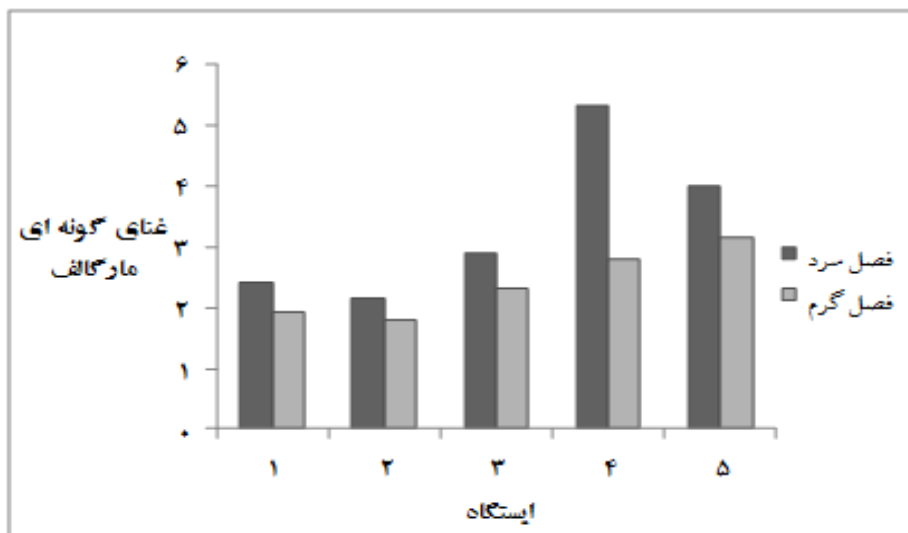
شکل ۷- تغییرات شاخص شانون بین ایستگاه‌های رودخانه باهوش اهرم در فصول سرد و گرم

با توجه به نتایج آنالیز واریانس ( $P: ۰/۰۵۴$ ) اختلاف معنی‌دار بین میانگین شاخص مارگالف در ایستگاه‌های نمونه‌برداری و همچنین اختلاف معنی‌دار بین میانگین شاخص مارگالف در فصول نمونه‌برداری مشاهده نشد ( $P: ۰/۲۱۵$ ) (شکل ۹).

با توجه به نتایج آنالیز واریانس اختلاف معنی‌دار بین میانگین شاخص سیمپسون بین فصول نمونه‌برداری مشاهده نشد ( $P: ۰/۸۷۴$ )، ولی بین میانگین شاخص سیمپسون در ایستگاه‌های نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ( $P: ۰/۰۳۲$ ) (شکل ۸).



شکل ۸- تغییرات شاخص سیمپسون بین ایستگاه‌های رودخانه باهوش اهرم در فصول سرد و گرم



شکل ۹- تغییرات شاخص مارگالف بین ایستگاه‌های رودخانه باهوش اهرم در فصول سرد و گرم

کیفیت آب تعیین می‌گردد (جدول ۳). به‌طور کلی کیفیت آب در این رودخانه دارای سطح متوسطی از آلودگی است (جدول ۴).

تعیین کیفیت آب منطقه: جهت تعیین کیفیت آب از شاخص ولج استفاده گردید. در این شاخص بر اساس میزان تغییرات شاخص تنوع شانون، در هر ایستگاه

جدول ۴- تعیین وضعیت ایستگاه‌ها در رودخانه باهوش اهرم

شاخص	ایستگاه	۱	۲	۳	۴	۵
ولج (شانون)	زمرستان	۲/۰۳۳	۱/۹۵۲	۱/۹۸۲	۲/۰۰۴	۲/۰۴۳
	تابستان	۱/۷۴۵	۱/۸۰۶	۱/۹۱۳	۱/۹۸۶	۲/۰۴۷

رودخانه‌ها دخل و تصرفی نکنند رودخانه‌ها به خودی خود هیچ‌گونه آلودگی را به وجود نمی‌آورند. استفاده نامطلوب و نابجا از آب رودخانه‌ها و فاضلاب صنعتی، شهری و کشاورزی باعث از بین بردن کیفیت

### بحث و نتیجه‌گیری

رودخانه‌ها علیرغم اینکه کمترین میزان آب را در خود دارند از دیرباز به شکل‌های متعددی مورد استفاده انسان قرار گرفته‌اند. تا زمانی که انسان‌ها در



بیان نمود که ایستگاه‌های مطالعاتی از نظر کیفیت، وضعیت مطلوبی ندارند.

نتایج حاصل از شاخص ولج نشان می‌دهد که به‌طور کلی کیفیت آب در این رودخانه از سطح متوسطی از آلودگی برخوردار است. بر اساس این شاخص در دو فصل سرد و گرم کلیه ایستگاه‌ها دارای کیفیت متوسطی از آلودگی می‌باشند. به‌طور کلی بر اساس شاخص شانون و مارگالف می‌توان بیان نمود که در فصل زمستان تنوع زیستی و غنای گونه‌ای بالاتر از فصل تابستان بوده است. این امر بدین صورت قابل توجیه خواهد بود که در فصل زمستان به دلیل دمای مناسب، وجود مواد مغذی، کم‌بودن میزان شوری، افزایش اکسیژن آب و نوع بافت بستر باعث ایجاد شرایط مطلوب برای زیست شده است.

نبوی و سواری (۱۳۸۱)، به بررسی ساختار اجتماعات ماکروبتوزها به عنوان نشانگرهای زیستی در خورموسی پرداختند. نتایج نشان داد که میزان تنوع گونه‌ای در بعضی از خورها مانند غنم که فاقد آلودگی بود، دارای تنوع بالا و در خورهایی مانند خور غزاله که دارای آلودگی می‌باشد از تنوع بسیار کمی برخوردار بود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. رحیمی بشر (۱۳۸۰)، در مطالعه‌ای به بررسی رودخانه پلرود واقع در شرق استان گیلان نیز طی سال‌های ۱۳۷۴-۱۳۷۵ و ۱۳۷۸-۱۳۷۹ در ۶ ایستگاه بر روی ارزیابی توان تولید طبیعی بتتوزی رودخانه با تعیین گونه‌های بتتوزی و بررسی تنوع زیستی کف رودخانه پرداخت که در نتیجه آن ۴ راسته شناسایی شد و رودخانه از لحاظ تقسیم‌بندی ساپروبی، در مناطق بالادست در ناحیه آلودگی کم و در مناطق پایین دست در ناحیه آلودگی متوسط قرار گرفت، ولی در تحقیق حاضر تمامی ایستگاه‌ها در دو فصل دارای آلودگی متوسط بودند. طباطبایی و همکاران (۱۳۸۸)، در

آب رودخانه‌ها می‌شود و این می‌تواند تا جایی ادامه داشته باشد که آب به پایین‌ترین درجه کیفیت خود برسد (American public health Association، ۱۹۸۹). یکی از مهمترین پدیده‌های اکولوژی منابع آبی، مطالعه گروه‌های جانوری موجود در رسوبات می‌باشد که ماکروبتوزها بخش عمده‌ای از این ساختار جانوری را تشکیل می‌دهند. این گروه نسبت به سایر گروه‌های بتتوزی (مایوفونا و میکروفونا) از توده زنده (بیوماس) بیشتری برخوردار هستند. اولین کاربرد اندیکاتورها مشخص نمودن وضعیت فعلی، ردیابی یا پیش‌بینی تغییرات مهم است. یک اندیکاتور اکولوژیک همچنین می‌تواند برای شناسایی استرس‌های مهم اکوسیستم به کار رود. در پایش زیستی اندیکاتورها، از گونه‌ها یا جوامع اندیکاتور استفاده می‌شود. حضور یا عدم حضور یک گونه اندیکاتور منعکس‌کننده شرایط زیست‌محیطی یک منطقه می‌باشد (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱).

نتایج به‌دست آمده از بررسی حاضر نشان داد که ۱۳ گونه متعلق به ۱۰ خانواده از ۳ رده شناسایی شدند، که فراوانترین گروه‌های ماکروبتتوزی در منطقه مورد مطالعه در طول دو دوره نمونه‌برداری رده شکم‌پایان و حشرات بوده‌اند. این دو رده همچنین در دو فصل تابستان و زمستان همچنان غالبیت خود را حفظ کرده‌اند. در بین شکم‌پایان بیشترین فراوانی مربوط به خانواده Lymnaeidae و در بین حشرات بیشترین فراوانی مربوط به خانواده‌های Chironomidae و Caenidae در هر دو فصل می‌باشد. دلیل فراوانی این گونه‌ها در هر دو فصل می‌تواند به دلیل وجود شرایط محیطی مناسب برای زیست و تولید مثل این گونه باشد. به‌دلیل اینکه این گونه‌ها تا حدودی مقاوم به آلودگی هستند می‌توان

تغییرپذیری موقت (گذرا) ماکروفونای مصب دریاچه کم عمق Patos در برزیل پرداختند. نتایج این مطالعه شوری و درجه حرارت بالای آب در تابستان را نشان داد. در کل ۳۸۲۷ عدد به صورت جداگانه که مجموعاً ۱۸ گونه بودند در طی مدت مطالعه جمع‌آوری شد که غالبیت در بین این بی‌مهرگان با دوکفه‌ای‌ها، پلی‌کت‌ها و گاستروپودها بود. بالاترین تراکم در تابستان و کمترین آن در زمستان گزارش گردید که نتایج این مطالعه مطابقت ندارد.

نتایج فاکتورهای فیزیکوشیمیایی نشان می‌دهد در فصل زمستان احتمالاً به دلیل افزایش دبی، آب رودخانه کیفیت بالاتری داشته است. یکی از عوامل مهم در کیفیت آب رودخانه مقدار اکسیژن محلول می‌باشد که در زمستان از تابستان بیشتر بوده است. فعالیت‌های انسانی باعث تغییر در متغیرهای محیطی شده که این امر باعث می‌شود در ترکیب و تنوع گونه‌ای ماکروبتوزها تغییر ایجاد شود (Warwick, 1993). عامل اصلی آلودگی رودخانه پساب‌های کشاورزی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی در حاشیه رودخانه بوده و همچنین در درجه بعدی اهمیت پساب‌های خانگی روستاهای اطراف آن می‌باشد.

### تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل طرح پژوهشی مصوب باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر می‌باشد. لذا از استاد ارجمند جناب آقای دکتر حیدری ریاست محترم باشگاه کمال تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

مطالعه‌ای به پایش ساختار و تنوع اجتماعات ماکروبتیک به‌عنوان شاخص‌های آلاینده‌گی در خور موسی و غنم پرداختند. نتایج نشان داد که در مجموع ۱۴ گونه مربوط به ۶ رده از بی‌مهرگان کفزی آب‌های شور و لب‌شور در منطقه شناسایی گردید. بیشترین درصد فراوانی بی‌مهرگان به ترتیب مربوط به پرتاران، دوکفه‌ای‌ها، شکم‌پایان، ده‌پایان سخت‌پوست، جورپایان و پاروپایان بود. همچنین بر اساس الگوی معرفی ایستگاه‌های مجاور خروجی پساب پتروشیمی تنوع کم‌تر، رسوبات آنها ریز بافت‌تر و درصد مواد آلی بیشتر و برعکس ایستگاه‌هایی که دور از فعالیت‌های صنعت پتروشیمی (ایستگاه‌های واقع در خور غنم) قرار داشتند از تنوع گونه‌ای بیشتر برخوردار بوده و رسوبات آنها دارای بافت درشت بودند. این نتایج بیانگر این موضوع است که با افزایش آلودگی میزان تنوع و غنای گونه‌ای کاهش یافته و گونه‌های مقاوم به آلودگی توانایی زیست بیشتری دارند. طباطبایی و همکاران (۱۳۸۹)، در مطالعه‌ای به بررسی ساختار و تنوع اجتماعات ماکروبتیک رودخانه حله پرداختند که بر اساس نتایج به‌دست آمده از این بررسی در مجموع ۹ گونه مربوط به ۴ رده از بی‌مهرگان کفزی آب‌های شیرین در منطقه شناسایی گردید. بیشترین درصد فراوانی بی‌مهرگان به ترتیب مربوط به (Insecta, Gastropoda, Tubificidae, Hirudina) بود و بیشترین و کم‌ترین شاخص شانون در زمستان ثبت شده است. نتایج وضعیت کیفیت آب بر اساس شاخص‌های آلودگی در بیشتر ایستگاه‌های نمونه‌برداری متوسط است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. Rosa و Bemvenuti (۲۰۰۶)، در مطالعه‌ای به بررسی

## منابع

- ابراهیمی، ع.، متقی، الف.، بیرقदार، ا.، ۱۳۸۵. بررسی پراکنش گاماروس در رودخانه زاینده‌رود (فلاورجان تا پل بزرگمهر). سومین همایش بحران‌های زیست‌محیطی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات اهواز.
- اسماعیلی‌ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. چاپ اول، انتشارات نقش مهر. ۷۶۷ صفحه.
- پذیرا، ع.، امامی، س.م.، کوهگردی، ا.، وطن‌دوست، ص.، اکرمی، ر.، ۱۳۸۷. اثر برخی عوامل محیطی بر تنوع زیستی ماکروبتوزهای رودخانه‌های دالکی و حله بوشهر. مجله شیلات، سال دوم، شماره چهارم، صفحات ۶۵ الی ۷۰.
- خاتمی، ه.، ۱۳۸۶. خودپالایی رودخانه. نشر پرسمان، تهران. ۲۰۵ صفحه.
- خاتمی، ه.، ۱۳۹۰. ارزیابی کیفیت آب (آب‌های سطحی - رودخانه‌ها). کانون تبلیغات نشان برتر. تهران. ۲۳۰ صفحه.
- رحیمی‌بشر، م.ر.، ۱۳۸۰. ارزیابی توان تولید طبیعی بتوزی رودخانه پلرود. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی.
- طباطبایی، ط.، امیری، ف.، پذیرا، ع.، ۱۳۸۸. پایش ساختار و تنوع اجتماعات ماکروبتیک به عنوان شاخص‌های آلاینده‌گی در خورهای موسی و غنام. مجله شیلات، سال سوم، شماره چهارم، صفحات ۲۹ الی ۵۰.
- طباطبایی، ط.، امیری، ف.، پذیرا، ا.، و ممینی، ش.، ۱۳۸۹. مطالعه ساختار و تنوع اجتماعات ماکروبتیک رودخانه حله. مجله بیولوژی دریا، سال دوم، شماره اول، صفحات ۳۷ الی ۴۶.
- گلدسته، ا.، خدارحمی، م.، ترابی، م. و اصغری، ر.، ۱۳۷۷. راهنمای کاربری SPSS. جلد سوم. مرکز فرهنگی انتشارات حامی.
- نبوی، س.م.ب.، و سواری، الف.، ۱۳۸۱. شاخص‌های زیست‌محیطی بحران در خور موسی و رهیافت‌های بهبود آنها، اولین همایش ملی بحران‌های زیست‌محیطی ایران و راهکارهای بهبود آنها، واحد علوم و تحقیقات مرکز اهواز، ۱۲ صفحه.
- American public health Association. 1989. Standard method for the examination of water and wastewater. Washington DC. USA. APHA. 1193 p.
- Bubinas, A., and Jagminiene, I., 2001. Bioindication of ecotoxicity according to community structure of macrozoobenthic fauna. *Acta Zoologica Lituanica* 11(1), 90-96.
- Goldman, C., and Holme, A., 1983. *Limnology*, Mc-graw-Hill publishing company.
- Holme, N.A., and McIntyre, A.D., 1971. *Methods for the study of marine benthos*. IBP handbook No.16, Blackwell Scientific Publications, Oxford & Edinburgh 334 pp.
- Jayaraj, K.A., Jayalakshmi, K.V., and Saraladevi, K., 2004. Influence of environmental properties on macro benthos in the northwest Indian Shelf. *Environmental Monitoring and Assessment* 127(1-3), 459-475.
- Jovic, A., Paunovic, M., Stojanovic, B., Milosevic, S., and Nikolic, V., 2006. Aquatic invertebrates of the Ribnica and Lepenica Rivers: composition of the community and water quality. *Arch. Biol. Sci. Belgrade* 58(2), 115-119.
- Krebs, C.J., 1994. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. 4th ed. Harper Collins, New York.
- Maslowski, J., 2003. Effects of trophic conditions on benthic macrofauna in the vicinity of the river Swina mouth (Pomeranian Bay; Southern Baltica sea). *Oceanologia* 45(1), 41-52.
- Moghdani, S., Amiri, F., Ghanbari, F., Tabatabaei, T., Saki Entezami, M., and Pourkhan, M., 2013. Water quality assessment with biological indicators: Mond protected area, Iran. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences* 3(9), 80-89.
- Rosa, L.C., and Bemvenuti, C. E., 2006. Temporal variability of the estuarine macrofauna of the Patos Lagoon, Brazil. *Revista de Biologias Marinay Oceanografia* 41(1), 1-9.
- Shanon, C.E., and Weaver, W., 1949. *The mathematical theory of communication*. Univer. 11 pres, Urbana 117 pp.
- Tabatabaei, T., and Amiri, F., 2011. Evaluation of the impact of industrial sewage pollution on marine benthic communities. *Journal of Water Supply Research Technology* 60(6), 364-374.

- Walton, S.G., 1974. Hand book of marine science. Vol. 1. CRC Press. Cleveland. Pp: 117-126.
- Warwick, R.M., and Clarke, K.R., 1993. Increased variability as symptom stress in marine communities. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 172(1-2), 215-226.
- Washington, H.G., 1984. Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Research* 18, 653-694.
- Welch, E.B., 1992. *Ecology effect & waste water*-2nd edition. Chapman & Hall. pp 425.
- Wood Ammons, A., 2007. Macrofaunal community structure on the gulf of Mexico continental slope :The role of disturbance and habitat heterogeneity at local and regional scales. Submitted to the Office of Graduate Studies of Texas A & M University in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of physiology.
- Zar, J.H., 1999. *Bio statistical Analysis* (4th ed.), Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.