



## فن آوری استفاده از حشرات آبی برای تشخیص آلودگیهای آب

دکترهادی استوان

دانشیار گروه تخصصی حشره شناسی کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات فارس، مرودشت

### چکیده

گونه های مختلف بی مهرگان بزرگ (از جمله حشرات) که در کف آبها زندگی می کنند از نظر حساسیتشان به فاکتورهای زنده و غیرزنده متفاوت عمل می کنند. شاخص زیستی (Biotic Index) که توسط Hilsenhoff (1988) ارائه شده است براساس شناسایی بندپایان، ناجورپایان (Amphipods) و جورپایان (Isopods) آبی در سطح خانواده عمل می نماید و در این ارتباط یکی از استدلالهای اصلی برای مطالعه حشرات آبی پی بردن به کیفیت محیط زیست آنها در آبهای مختلف (رودخانه ها، دریاچه ها، چشمه ها و غیره) می باشد. فن آوری بکارگیری جمعیت حشرات آبی برای نشان دادن درجه آلودگی توده آبهای مختلف بیش از نیم قرن است که وجود دارد و این موضوع براساس توانمندیهای زیستی موجودات زنده ای که به عنوان شاخص آلودگی و سطوح مختلف آن بکار می روند بنا

شده است. در این فن آوری پس از شناسایی حشرات آبی با استفاده از فرمول Hilsenhoff یعنی  $BI = \frac{\sum n_i a_i}{N}$ ، شاخص زیستی آبهای مختلف محاسبه می گردد. در این فرمول  $n_i$  تعداد نمونه در هر خانواده از حشرات،  $a_i$  رتبه تحمل به آلودگی هر خانواده (از جداول بدست می آید) و  $N$  مجموع کل نمونه های جمع آوری شده می باشد. تحمل حشرات آبی به آلودگیها ( $a_i$ ) بر اساس تحقیقات Hilsenhoff (1987) بین عدد 0 تا 10 رتبه بندی شده است که این اعداد بر اساس عکس العملهای این موجودات به مواد آلی آلوده کننده آب در شرایط مختلف آزمایشگاهی و صحرایی بدست می آید. عدد صفر نشان دهنده تحمل ناپذیری یا حساسیت شدید موجود زنده به غلظتهای پائین اکسیژن محلول در آب، اعداد بین 2 تا 9 درجه های متفاوت تحمل موجود زنده را به غلظت اکسیژن محلول در آب و عدد 10 تحمل بالا و بقای موجود زنده را در آلودگیهای بالای آب نشان می دهد. در نهایت پس از مشخص شدن شاخص زیستی آبهای مورد مطالعه با استفاده از جدول (1) کیفیت آب مشخص خواهد شد.

واژه های کلیدی: شاخص زیستی، کیفیت آب، حشرات آبی

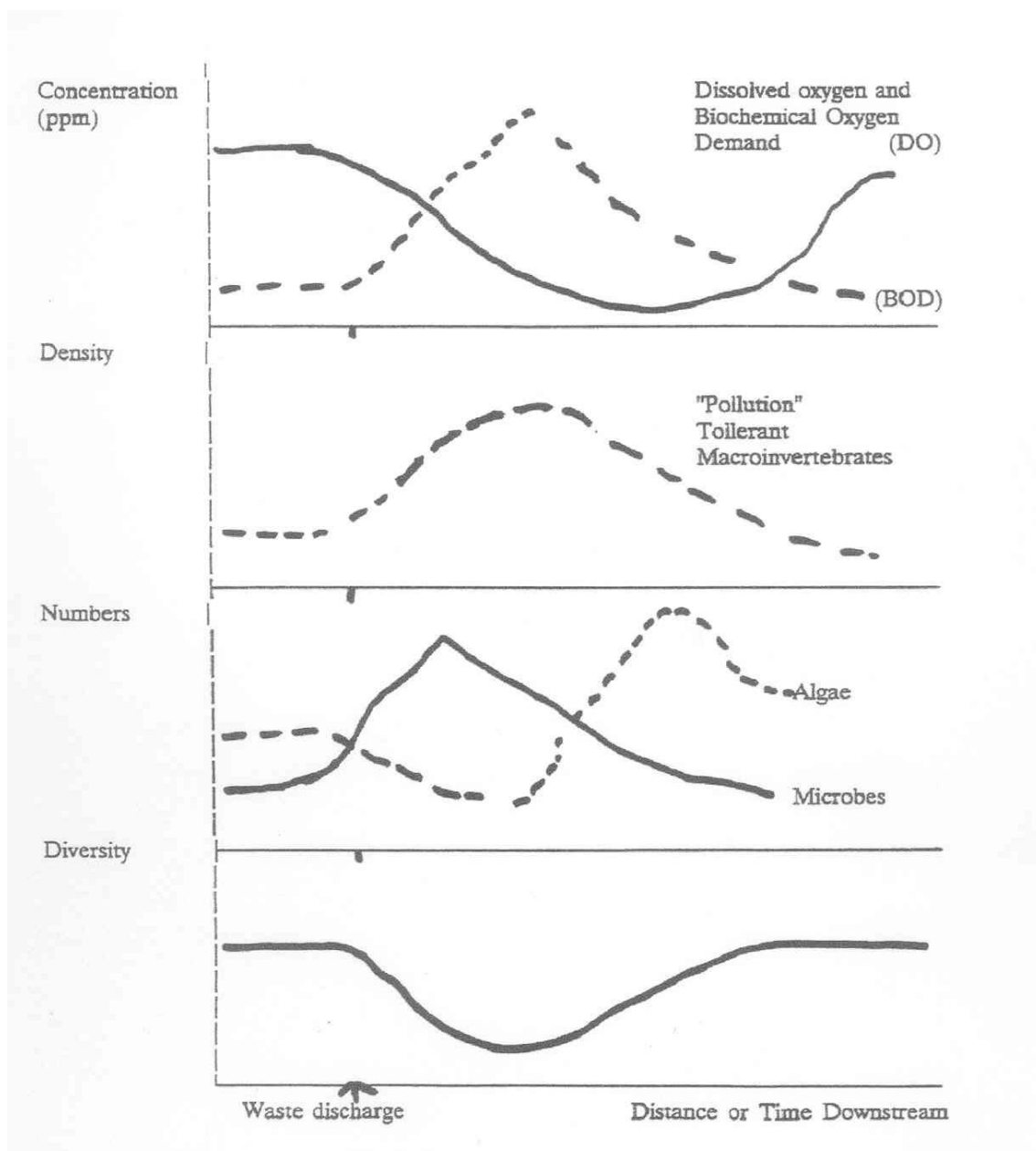
### مقدمه

از بین گونه های شناخته شده حشرات، تنها حدود 3% آبی یا نیمه آبی هستند (Merritt & Cummins, 1996)، که این تعداد (حدود 42.000 گونه) با جمعیتهای زیادی در اکوسیستمهای آبی مشخصی نظیر رودخانه ها و دریاچه ها زندگی می کنند و در بین بی مهرگان بزرگ بنتوزی (Benthic Macroinvertebrate) حشرات آبی اهمیت بیشتری دارند. حشرات آبی از نظر حساسیتشان به فاکتورهای مختلف زنده و غیر زنده بخصوص آلوده کننده های آب متفاوت عمل می کنند و فن آوری بکارگیری آنها برای نشان دادن میزان آلودگی و کیفیت آبها بیش از نیم قرن است که وجود دارد. امروزه استفاده از فون حشرات آبی برای مشخص نمودن شاخص زیستی (Biotic Index) و کیفیت آب ارزش زیادی پیدا کرده است و در این ارتباط تحقیقات پایه ای Hilsenhoff (1988) و تکمیل آن توسط



Hauer & Lamberti (1996) و Fox (2004), Barbour et al; (1999), Bode et al; (1996 & 2002) در این زمینه است. بطور کلی بی‌مهرگان آبی از جمله حشرات نسبت به تغییرات اکسیژن محلول در آب (Dissolved Oxygen) یا همان DO حساسیت نشان می‌دهند، اما اکسیژن فقط اندکی در آب حل می‌شود بطوریکه غلظت اکسیژن در هوا 200.000 ppm ولی در آبهای سرد حدود 15 ppm می‌باشد. وجود اکسیژن برای بقای اکثر جانوران آبی، حیاتی است و مورد استفاده باکتریهای هوازی و سایر میکروارگانیسمهایی که آلاینده‌ها و مواد آلی موجود در آب را به شکل فرآیند اکسیداسیون از بین می‌برند نیز قرار می‌گیرد، تجزیه این مواد باعث مصرف اکسیژن محلول در آب می‌شود که به این نوع اکسیژن، اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی (Biochemical Oxygen Demand) یا همان BOD می‌گویند و در صورتیکه ورود مواد آلاینده و آلی بیش از حد تعادل بین DO و BOD باشد تمامی اکسیژن محلول در آب مورد مصرف میکروارگانیسمها قرار می‌گیرد و این آبها از فاز هوازی وارد فاز بی‌هوازی می‌شوند که در نتیجه پدیده خودپالایی در آب از بین رفته و آلودگی آب شدید می‌شود (شکل 1). در چنین آبهایی فقط موجودات آبی متحمل به آلودگی زندگی می‌کنند و در نتیجه تنوع زیستی حشرات آبی و نوع گونه‌هایی که در آب زندگی می‌کنند تغییر می‌یابد (Zimmerman, 1993). تحقیقات صورت گرفته توسط استوان و نیاکان (1383 و 1384) نشان دهنده تنوع گونه‌ای کم نظیر سخت بالپوشان آبی در دریاچه پریشان استان فارس می‌باشد که می‌تواند برای مطالعات مربوط به نقش حشرات آبی در اکوسیستم و آلودگیهای آب این دریاچه نقش پایه ای داشته باشد.

تحمل حشرات آبی مختلف به آلودگیهای متفاوت آب توسط Hilsenhoff (1987) بین عدد 0 تا 10 ارزیابی و رتبه بندی شده است که این اعداد براساس عکس العمل های این موجودات به مواد آلی آلوده کننده آب در شرایط مختلف آزمایشگاهی و صحرایی بدست می‌آید. عدد صفر نشان دهنده تحمل ناپذیری یا حساسیت شدید موجود زنده به غلظتهای پائین اکسیژن محلول در آب، اعداد بین 2 تا 9 درجه‌های متفاوت تحمل موجود زنده را به غلظت اکسیژن محلول در آب و عدد 10 تحمل بالا و بقای موجود زنده را در آلودگیهای بالای آب نشان می‌دهد. کیفیت آب نیز براساس به دست آوردن شاخص زیستی و تغییرات آن در جداول مخصوص مشخص می‌شود (Hilsenhoff, 1977 & 1988). در تحقیقاتی که توسط استوان و نیاکان در سالهای 1383 و 1384 جهت بدست آوردن شاخص زیستی رودخانه شاپور منطقه کازرون با استفاده از فون حشرات آبی صورت گرفت شاخص زیستی این رودخانه عدد 3/79 بدست آمد که نشان دهنده کیفیت خیلی خوب آب این رودخانه با امکان کم آلودگی به مواد آلی بود (مقاله در دست چاپ).



شکل 1: تغییرات میزان اکسیژن در آب و اثر آن روی جمعیت موجودات آبی.

#### مواد و روشها:

در طی سالهای 1384 و 1385 برای برآورد شاخص زیستی دریاچه پریشان منطقه کازرون با استفاده از فون حشرات آبی، مناطق مشخصی از دریاچه در سواحل شمالی، جنوبی، شرقی و غربی دریاچه انتخاب شد، سپس در تاریخهای مشخصی به شرح جدول (2) و از 30 کد زیستگاهی متفاوت همراه با ثبت درجه حرارت، pH، رنگ و عمق آب نمونه بردای صورت گرفت. جهت جمع آوری حشرات آبی از تورهای فلزی مخصوص جمع آوری این حشرات و الکهای مناسب استفاده گردید بطوریکه عمقهای مختلف آب و کنار پوششهای گیاهی بیشتر مورد توجه قرار می گرفت (شکل 2 و 3). سپس نمونه ها با به کارگیری منابع علمی مختلف شامل Merritt & Cummins



(1996) و Bouchard(2004) و طبق روش Hilsenhoff (1977&1988) تا سطح خانواده شناسایی شدند و با بکارگیری فرمول ارائه شده توسط ایشان یعنی  $BI = \frac{\sum n_i a_i}{N}$ ، شاخص زیستی دریاچه پریشان مشخص گردید. در این فرمول  $n_i$  تعداد نمونه در هر خانواده از حشرات،  $a_i$  رتبه تحمل به آلودگی هر خانواده بین اعداد 0 تا 10 (از جدول بدست می آید) و  $N$  مجموع کل نمونه های جمع آوری شده می باشد. پس از محاسبه شاخص زیستی با استفاده از جدول کیفیت آب که توسط Hilsenhoff (1987) ارائه گردیده است (جدول 1)، کیفیت آب دریاچه پریشان در منطقه مورد مطالعه مشخص شد.

جدول 1: حدود شاخصهای زیستی تعیین کننده میزان آلودگی آب (Hilsenhoff, 1987).

Biotic Index	Water Quality	Degree of Organic Pollution
0.00-3.50	Excellent	No apparent organic pollution
3.51-4.50	Very good	Possible slight organic pollution
4.51-5.50	Good	Some organic pollution
5.51-6.50	Fair	Fairly significant organic pollution
6.51-7.50	Fairly poor	significant organic pollution
7.51-8.50	Poor	Very significant organic pollution
8.51-10.00	Very poor	Severe organic pollution



جدول 2: اطلاعات زیستی مربوط به کدهای مناطق نمونه بردای از دریاچه پریشان

کد	تاریخ نمونه برداری	درجه حرارت آب به درجه سانتی گراد	عمق آب به سانتیمتر	pH	رنگ آب
1	1384/12/20	14	0-70	7/6	روشن
2	1384/12/29	12	0-70	7/5	روشن
3	1385/1/10	15	0-60	7/3	روشن
4	1385/1/20	14	0-80	7/5	نیمه روشن
5	1385/1/30	15	0-100	7/2	روشن
6	1385/2/10	15	0-80	7	روشن
7	1385/2/20	14	0-70	7/2	روشن
8	1385/2/30	16	0-80	7/4	نیمه روشن
9	1385/3/10	17	0-70	8	روشن
10	1385/3/20	16	0-90	7/8	روشن
11	1385/3/30	16	0-80	8/2	روشن
12	1385/4/10	17	0-70	7/5	روشن
13	1385/4/20	16	0-90	8	روشن
14	1385/4/30	16/5	0-90	7/8	روشن
15	1385/5/10	17	0-100	8/2	روشن
16	1385/5/20	18/5	0-100	8	روشن
17	1385/5/30	16	0-120	7/2	روشن
18	1385/6/10	19	0-80	7/3	روشن
19	1385/6/20	17	0-100	7/1	روشن
20	1385/6/30	17/5	0-150	7/2	روشن
21	1385/7/10	18	0-70	7/7	روشن
22	1385/7/20	19	0-80	8	روشن
23	1385/7/30	17	0-80	7/4	روشن
24	1385/8/10	17/5	0-90	7/2	روشن
25	1385/8/20	17	0-80	7/6	روشن
26	1385/8/30	16	0-100	7/9	روشن
27	1385/9/10	15	0-120	8/4	روشن
28	1385/9/20	14	0-100	7/6	نیمه روشن
29	1385/9/30	12/5	0-90	7/7	روشن
30	1385/10/10	12	0-120	8	نیمه روشن



شکل 2: نمایی از ساحل شمالی دریاچه پریشان (تابستان 1385).



شکل 3: نحوه جمع آوری حشرات آبی در کنار پوشش گیاهان آبی دریاچه پریشان

#### نتایج:

در این تحقیق جمعاً 38 خانواده از حشرات آبی از 30 کد زیستگاهی مشخص شده در دریاچه پریشان منطقه کازرون جمع آوری و شناسایی گردید که پس از بدست آوردن جمع تعداد نمونه ها در هر خانواده ( $n_i$ ) و رتبه



تحمل به آلودگی در هر خانواده ( $a_i$ ) و جمع کل نمونه‌ها ( $N$ ) به شرح جدول (3)، شاخص زیستی این دریاچه در مناطق مورد مطالعه بر اساس فرمول Hilsenhoff (1977&1988) عدد 5/62 بدست آمد که با منابعه به جدول (1)، کیفیت آب این دریاچه در حد متوسط و آلودگی آب به مواد آلی نسبتاً معنی دار می باشد.

جدول 3: نتایج مربوط به برآورد شاخص زیستی (BI) دریاچه پریشان با توجه به تعداد حشرات آبی جمع آوری شده در سالهای 1384 و 1385.

خانواده و راسته حشرات	کدهایی که در آن نمونه جمع آوری شده	تعداد نمونه ها به ترتیب در هر کد	$n_i$	$a_i$
<b>Coleoptera</b>				
Amphizoidae	1,3,4,9,10,20,22,30	2,5,9,10,9,8,11,7	61	1
Chrysomelidae	4,20,22,30	5,3,2,6	16	6
Dryopidae	1,2,3,4,5,10,15,17,18,28,29,30	50,12,14,9,8,5,22,21,3,10,14,22	190	5
Dytiscidae	1,2,3,4,5,6,14,17,23,24,25,26,27,28,29,30	12,65,50,42,32,10,11,8,21,23,29,40,45,4,9,8	409	5
Elmidae	8,9,11,27,29	15,12,8,30,21	86	4
Gyrinidae	17,19,22,23,25	12,10,26,13,15	76	5
Haliplidae	13,26,28	2,9,4	15	5
Hydraenidae	1,3,4,5,6,12,15,17,18,23,25,29,30	20,22,15,12,10,8,6,50,11,26,30,2,9	221	4
Hydrophilidae	1,7,9,10,15,17,21,22,23,24,25,26,27,28	40,22,21,17,15,4,50,62,30,21,8,6,4,9	309	5
Noteridae	29,30	8,4	12	4
Psephenidae	1,8,16,19,27	2,2,5,4,8	21	4
Ptilodactylidae	9,21	4,6	10	5
Scirtidae	1,6,21,27,28,29,30	5,4,10,6,7,4,9	45	4
Staphylinidae	14,17,22,23,24,29	12,14,22,5,6,9	68	5
<b>Diptera</b>				
Empididae	1,4,9,21,24,25,26	3,4,9,12,2,3,12	45	6
Ephydriidae	9,14	6,22	28	6
Sciomyzidae	7	9	9	6
Stratiomyidae	4,6,12,17	10,2,4,1	17	8
Syrphidae	9,22,29,30	4,9,6,3	22	6
Tabanidae	1,22,27,28	4,10,2,3	19	8
Chironomidae	1,2,3,9,13,14,19,20,27,28	16,14,12,22,26,20,19,21,4,10	164	6



ادامه جدول 3:

	$n_i$	$a_i$
تعداد نمونه ها به ترتیب در هر کد کدهایی که در آن نمونه جمع آوری شده خانواده و راسته حشرات		
Culicidae	6,10,11,22,30	40,33,21,19,5
Dixidae	6,7,9,12,14	16,2,3,4,7
Psychodidae	10,13,17	2,9,12
Simuliidae	4,9,12,14	6,10,22,11
Tipulidae	6,7,29,30	1,4,3,2
<b>Ephemeroptera</b>		
Caenidae	1,7,12,14,16,21,23	6,2,17,15,16,20,4
Heptageniidae	1,7,22,23,24,29	10,11,21,17,14,13
<b>Hemiptera</b>		
Corixidae	4,5,7,12,16,17,18,19,20,25,26	21,10,13,12,25,26,20,14,17,14,6
Gerridae	1,4,12,22,23,24,27,28,30	20,10,12,5,6,9,4,12,16
Notonectidae	1,5,6,7,12,14,16,20,21,22,29,30	4,10,6,5,4,12,11,22,9,8,6,12
Saldidae	6,7,12,21,22,24,29,30	10,8,7,4,12,13,14,16
Veliidae	1,6,14,17,18,19,29,30	1,4,9,13,12,8,11,18
<b>Odonata</b>		
Coenagrionidae	1,4,9,21,23,25,27,30	2,13,12,8,6,13,2,14
Lestidae	14,15,17,21,23,25,29	1,3,2,1,2,5,6
Libellulidae	1,3,7,11,12,13,14,15,16,20	4,2,3,5,1,1,1,2,1,3
<b>Plecoptera</b>		
Perlidae	2,6,10,11,14,15,19,21,22,23	4,3,2,7,6,12,11,14,19,10
<b>Trichoptera</b>		
Hydropsychidae	1,3,5,7,16,18,19,20,25,27,29	6,2,14,8,3,1,4,5,9,10,1

$$BI = \frac{\sum n_i a_i}{N} = \frac{17129}{3047} = 5/62$$

بحث:

آب موهبتی الهی است که بیش از  $\frac{3}{4}$  سطح کره زمین را فراگرفته است و یکی از اساسی ترین نیازهای انسان می باشد، با افزایش جمعیت بشر و صنعتی شدن کشورها این نعمت خداوندی بیشتر در معرض آلودگی و از بین رفتن قرار گرفته است. در بسیاری از کشورها مطالعات علمی زیادی در جهت حفظ منابع آب و بررسی تنوع زیستی موجودات زیست کننده در آب صورت گرفته و یا در حال انجام است.

در ایران با توجه به اینکه بررسی بنتوزهای آبها که درصد اصلی آنها حشرات آبی تشکیل می دهند اغلب در رشته های شیلات و محیط زیست توسط افرادی صورت می گیرد که تخصص کافی در زمینه علم حشره شناسی ندارند





لذا این شاخه از علم حشره شناسی از نظر کاربردی کمتر مورد توجه قرار گرفته است به طوری که بیشتر به جنبه فونستیک آن و به شکل غیر هدفمند نگاه می شده است. هدف از این تحقیق شروع نوعی کار تخصصی و کاربردی در زمینه مطالعات مربوطه به حشرات آبی و استفاده آنها در مشخص نمودن کیفیت آب می باشد که مسلماً با توجه به اهمیت مسائل زیست محیطی و کشاورزی پایدار نگرش جدیدی را برای متخصصان علم حشره شناسی بوجود خواهد آورد.

شاخص زیستی دریاچه پریشان که براساس تنوع تحمل به آلودگی در 38 خانواده از حشرات آبی با عدد 5/62 برآورد گردید نشان دهنده کیفیت متوسط آب این دریاچه و معنی دار بودن آلودگی نسبی آب به مواد آلی است که آینده نگران کننده ای را برای دریاچه به تصویر می کشد. رعایت نکردن حریم دریاچه و احداث باغ یا مزارع کشاورزی در کنار دریاچه، ورود انواع سموم و آلوده کننده های محیط زیست به دریاچه، قرار گرفتن چشمه های اصلی و تغذیه کننده آب دریاچه در داخل و کنار روستاها و آلوده شدن آنها به انواع مواد شوینده و آلاینده ها و همچنین نبود فرهنگ صحیح حفاظت از طبیعت در بین گردشگران از مهمترین مسائل زیست - محیطی دریاچه می باشد. درحال حاضر وضعیت کیفیت آب این دریاچه در حالت هشدار است که در صورت عدم توجه مسئولین سازمان حفاظت محیط زیست به موارد اشاره شده، خطرات جدی و فاجعه آمیز برای دریاچه بوجود خواهد آورد.

#### منابع

1. استوان، هادی و جمشید نیاکان، 1383. بررسی فونستیک و زیست محیطی سخت بالپوشان آبی سواحل جنوبی و شمالی دریاچه پریشان، مجله علمی - پژوهشی علوم کشاورزی، سال دهم، شماره 4 صفحه 93 تا 116.
2. استوان، هادی و جمشید نیاکان، 1384. بررسی فونستیک و زیست محیطی سخت بالپوشان آبی سواحل شرقی و غربی دریاچه پریشان، مجله علمی - پژوهشی علوم کشاورزی، سال یازدهم، شماره 3 صفحه 5 تا 19.
3. استوان، هادی و جمشید نیاکان، 1384. برآورد شاخص زیستی و کیفیت آب رودخانه شاپور منطقه کازرون (استان فارس) با استفاده از فون حشرات آبی (مقاله در دست چاپ).
4. استوان، هادی و جمشید نیاکان، 1385. برآورد شاخص زیستی و کیفیت آب دریاچه پریشان منطقه کازرون (استان فارس) با استفاده از فون حشرات آبی (مقاله در دست چاپ).
5. Barbour, M.T., Gerritsen, J., Snyder, B.D., Stribling, J.B. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish. Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C. xiv, 11 chapters, 4 appendices.
6. Bode, R.W., Novak, M.A., and Abele, L.E. 1996. Quality Assurance Work Plan for Biological Stream Monitoring in New York State. NYS Department of Environmental Conservation, Albany, NY. 89p.
7. Bode, R.W., Novak, M.A., Abele, L.E., Heitzman, D.L., and Smith, A.J. 2002. Quality Assurance Work Plan for Biological Stream Monitoring in New York State. NYS Department of Environmental Conservation, Albany, NY. 115p.
8. Bouchard, R.W., Jr. 2004. Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest. Water Resources Center, University of Minnesota, St. Paul, MN. 208 pp.



9. Fox, R. 2004. Hilsenhoff field biotic index. Lander University, [http://www.Lander.edu/rsfox/300Insect Metric Lab.html](http://www.Lander.edu/rsfox/300Insect%20Metric%20Lab.html). 1-7.
10. Haur, F.R., Lamberti, G.A. (eds.) 1996. Methods in Stream Ecology. Academic Press. 696pp.
11. Hilsenhoff, W.L. 1977. Use of arthropods to evaluate Water quality of streams. Tech. Bull. Wisconsin Dept. Nat. Resour. 100.15pp.
12. Hilsenhoff, W.L. 1987. An improved biotic index of organic stream pollution. Great Lakes Entomol. 20:31-39.
13. Hilsenhoff, W.L. 1988. Rapid field assessment of organic pollution. With a family-level biotic index. J.N. Am. Benthol. Soc. 7(1):65-68.
14. Merritt, R.W., and Cummins, K.W. (eds.). 1996. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. 3<sup>rd</sup> ed. Kendall-Hunt. 862pp.
15. Zimmerman, M.C. 1993. The Use of the Biotic Index as Indication of Water Quality, Pages 85-98, in Tested studies for laboratory teaching, Volume 5 (C.A. Goldman, P.L. Hauta, M.A. O'Donnell, S.E. Andrews, and R. van der Heiden, Editors). Proceedings of the 5<sup>th</sup> Workshop/Conference of the Association for Biology Laboratory Education (ABLE), 115 pages.

## Technological Implication of Aquatic Insects for Estimation of Water Quality

Dr. H. Ostovan

Dept. of Entomology, Islamic Azad University, Fars Science and Research Branch, Marvdasht, Iran

### Abstract

Benthic macroinvertebrate species are differentially sensitive to many biotic and abiotic factors in their environment. The field biotic index (Hilsenhoff, 1988) is based on family level identification of water arthropods, amphipods and isopods. An intrerset in environmental quality is one of the major reasons for the study of aquatic insects. The idea of using the aquatic insect community to "indicate" the degree of purity or pollution of a body of water is over half a century old. It is based on the concept of indicator organisms and tolerance levels. Using Hilsenhoff formula for biotic index (BI):  $BI = \frac{\sum n_i a_i}{N}$ , where  $n_i$  is the number of specimens in each taxonomic group (family),  $a_i$  is the pollution tolerance score for that taxonomic group, and  $N$  is the total number of aquatic insects in sample. Aquatic insects are given a numerical pollution tolerance score ( $a_i$ ) ranging from 0 to 10 (Hilsenhoff, 1987). The value is based on field and laboratory responses of these organisms toward organic pollution. Zero taxa are extremely intolerant of low dissolved oxygen; taxa with score of 2 through 9 are tolerant to varying degrees; taxa which can survive great amounts of pollution are scored 10. Table(1) gives an evaluation of the water quality based on the biotic index thus calculated.

**Key words:** Biotic Index, Water Quality, Aquatic Insects