حشرات آبزی بعنوان شاخص آلودگی آلی آب

محمود حافظیه

بخش مدیریت ذخایر، موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران صندوق پستی: ۶۱۱۶-۱۴۱۵۵

تاریخ دریافت : فروردین ۱۳۷۹ تاریخ پذیرش : اردیبهشت ۱۳۸۰

چکیده

حشرات آبزی بعنوان شاخص‌های زیستی و بمنظور تعیین کیفیت آلی آب در چشمه‌ها و دو زهکش استان فارس مورد استفاده قرار گرفتند. ۱۸ چشمه با در نظر گرفتن عدم فعالیت‌های تخریبی انسانی و دو منبع دیگر با در نظر گرفتن آلودگی برای نشان دادن اثرات آلودگی انتخاب شدند. حشرات این ایستگاه‌هابصورت فصلی با کمک تور مخصوص صید حشرات آبی نمونه‌برداری و توسط کلیدها و منابع موجود شناسایی شدند. دراین زیستگاهها جمعاً ۴۸ جنس از حشرات آبزی و نیمه آبزی شامل نمونه‌های بالغ و لارو شناسایی شدند. همچنین ضریب زیستی زیستگاهها نیز با کمک فرمول‌ها و ضریب‌های تحمل گونه‌ای در فصول مختلف اندازه‌گیری و میانگین آن بدست آمد. در منابع برای هرگونه، ضریبی در نظر گرفته شده که این ضرایب در محاسبه مقدار عددی ضریب آلودگی زیستی ایستگاهها، مورد استفاده قرار گرفت و براین اساس کیفیت آب ۱۸ چشمه و دو زهکش استان فارس تعیین گردید. طبق نتایج بدست آمده، چشمه‌های چهل چشمه، صلوات، شیرین، دشت ارژن، مرادی، عظیمی، چهار چشمه، دیدگان، والا، پیربنو، مراد، قصرقمشه و داراب دارای کیفیت عالی (فاقد هر گونه ماده آلی آلوده کننده)، چشمه‌های پایین، کامفیروز، و تنگ بستانک دارای کیفیت خیلی خوب (دارای مقادیری درحد مجاز آلوده کننده‌های آلی) و چشمه‌های کوار و برم دلک دارای کیفیت نسبتاً بد (دارای میزان مواد آلوده‌کننده در سطح معنی‌دار) و زهکش‌های آباده و کربال دارای کیفیت بد و خیلی بد (دارای مواد آلاینده آلی در سطح بالا) بودند. برخی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی نیز در هر منبع مورد اندازه‌گیری قرار گرفت که در مقایسه نتایج نهایی از آنها استفاده گردید.

لغات کلیدی: حشرات آبزی، شاخص‌های آلودگی آلی، استان فارس، ایران

مقدمه

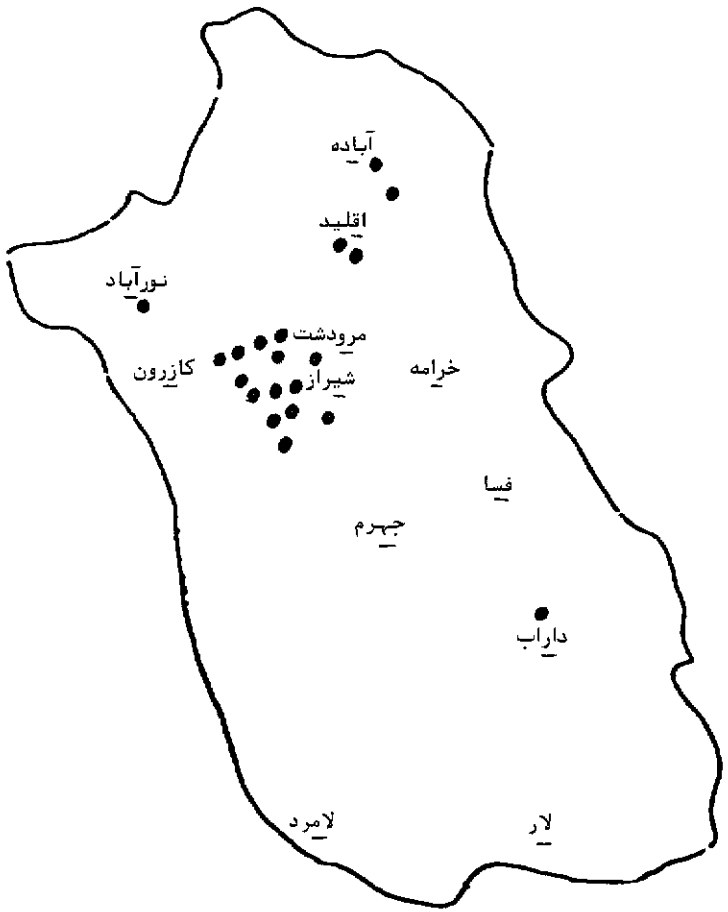
از آنجاکه هرگونه آلودگی در منابع آبی بطور مستقیم روی موجودات آبزی تأثیر می‌گذارد (Cairns & Dickson, 1973)، می‌توان با در نظرگرفتن موجودات آبزی در هر زیستگاه کیفیت آب را براساس آلودگی‌های آلی مورد ارزیابی قرار داد. Hilsenhoff در سال ۱۹۷۹ با نمونه‌برداری متناوب از بند پایان زیستگاه‌های آبی و اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی و در نهایت استفاده از فرمول ضریب زیستی (B.I)، اعدادی رابعنوان شاخص کیفیت آلی آب برای زیستگاههای مورد مطالعه ارائه داد. جدول ۱ معرف الگوی Hilsenhoff در این رابطه است. در سال‌های اخیر به میکروارگانیسم‌ها به عنوان شاخص‌های زیستی توجه شده‌است (Cairns & Dickson, 1973) که از این موجودات نه تنها در مبحث آلودگی آلی آب بلکه در مورد آلودگیهای میکروبی می‌توان استفاده نمود. در این پروژه با توجه به دسترسی بیشتر به حشرات آبزی و از طرفی هزینه بالای کار روی میکروارگانیسم‌ها، این حشرات به عنوان شاخص زیستی انتخاب شدند. این طرح با هدف بدست آوردن کیفیت آلی آب زیستگاههای مورد مطالعه براساس شاخص‌های معرفی شده، در مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام جهاد استان فارس انجام گردید.

جدول ۱: ضرایب و شاخص‌های زیستی براساس میزان آلودگی‌آلی آب (Hilsenhoff, 1979)

میزان آلودگی آلی	کیفیت آب	شاخص زیستی
بدون آلودگی	عالی	۰-۱/۷۵
احتمال وجود در مقدارکم	خیلی خوب	۱/۷۵-۲/۲۵
کم	خوب	۲/۲۶-۲/۷۵
زیاد	نسبتاً بد	۲/۷۶-۳/۵۰
خیلی زیاد	ضعیف	۳/۵۱-۴/۲۵
کاملا آلوده	خیلی ضعیف	۴/۲۶-۵

مواد و روشها

انتخاب چشمه‌هابدون هیچ ملاک و معیاری بوده است و فقط دو زیستگاه زهکش کربال و یک منبع آبی در آباده که به شدت تحت تاثیر آلاینده‌های انسانی قرارگرفته برای نشان دادن آلودگی در سطح بالای معنی‌دار انتخاب شده‌اند. در هر چشمه محل سرچشمه مورد نمونه‌برداری قرارگرفته و در مورد زهکش کربال که تقریباً در تمام طول مسیر ترکیبات آلی در آن همگن است، میانگین نمونه‌برداری از چند نقطه محاسبه گردیده است (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت زیستگاههای مورد مطالعه در استان فارس

در هر ایستگاه چهار مرتبه و بطور فصلی در طول سال نمونه‌برداری انجام گرفته است. در هر نمونه‌برداری، فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل دمای آب و همچنین دمای هوا، مواد معلق، B.O.D5، کلریدها، D.O.، pH، قلیائیت، فسفر، نیتروژن، و مواد جامد بااستفاده از مواد شیمیایی و دستگاه‌های سیار و دیجیتالی و با استفاده از منابع Tarzawell, 1965 ; Hughes, 1978; Weber, 1973 ; Hynes, 1960 اندازه‌گیری شدند. دمای آب در محل، اندازه‌گیری گردید و حداکثر دما در تابستان و حداقل در زمستان اندازه‌گیری شد. نمونه آب برای آنالیز فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی در اواخر تابستان که تقریباً جریان و میزان آب در کمترین مقدار است و همچنین در زمستان که بیشترین آبدهی موجود می‌باشد، جمع‌آوری گردید. نحوه آماده‌سازی آب برای انتقال به آزمایشگاه شامل ریختن آب در ظروف پلی‌اتیلن و قرار دادن در یخچال و در درجه حرارت حدود ۴ درجه سانتیگراد بود.

از حشرات آبی موجود در هر ایستگاه نیز با استفاده از منابع نمونه‌برداری شد که حشرات مورد بررسی شامل نمونه‌های لارو و بالغ از ایستگاههای مختلف بودند، که این نمونه‌هابه کمک تور مخصوص حشرات آبی بصورت فصلی جمع‌آوری شدند. زمان نمونه‌برداری در اواخر فروردین، اواخر مرداد، اوایل آبان و اواخر دی ماه بود. نحوه تورکشی به شکل جارو کردن از شرق به غرب و سپس بصورت چرخشی از حاشیه‌های منبع آبی بود، که نمونه‌های جمع شده در یک ظرف سفید ریخته شده و در مدت ۱۰ دقیقه باکمک پنس تعداد ۱۰۰ نمونه جداسازی و در محلول اتانول ۷۰ درصد تثبیت گردیدند. براساس منابع مورد مطالعه Hilsenhoff, 1982 ; Murphy, 1978، می‌بایست جداسازی در دو مرحله (ابتدا در ۵ دقیقه اول نمونه‌های بزرگ و سپس در ۱۵ دقیقه بعد نمونه‌های کوچک) انجام گرددکه در این تحقیق با توجه به شرایط خاص، یعنی تعداد کم نمونه‌های بزرگ بدست آمده در ۵ دقیقه نخست و از طرف دیگر تعداد زیاد نمونه‌های کوچک در ۱۵ دقیقه بعد، متوسط ۱۰ دقیقه برای جداسازی در نظر گرفته شد که بهترین جواب را داد و از نظر تعداد نمونه‌های برداشت شده مشکلی مشاهده نگردید، زیرا براساس منابع Hilsenhoff, 1982 ; Chutter, 1972، تعداد نمونه‌های مورد نیاز ۱۰۰ عدد عنوان شده بود که در این مدت زمان، تعداد مورد نظر بدست آمد.

نکات قابل توجه اینکه اولاً نمونه‌های کوچکتر از ۳ میلیمتر، بدلیل دشواری جداسازی دستگاه تناسلی خارجی برای شناسایی و همچنین دشواریهای شناسایی از روی ریخت، جدا نگردیدند. ثانیاً در مورد ایستگاههای با نمونه‌های بسیار زیاد، محدوده مطلق ۲۵ نمونه از هر جنس (یاگونه) که در منابع بدان اشاره شده بود لحاظ گردید و در زیستگاههایی که تعداد کمتر از ۱۰۰ نمونه داشت، کل نمونه‌ها مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفت.

جدول ۲: موقعیت دقیق زیستگاههای مورد مطالعه در استان فارس

شماره	زیستگاه آبی	موقعیت دقیق زیستگاه
۱	چهل چشمه	۶۰ کیلومتری جنوب غربی شیراز
۲	صلوات	سورمق-اقلید ۵ کیلومتری جنوب اقلید
۳	شیرین	۲۵ کیلومتری شمال شرق اردکان
۴	دشت‌ارژن	۵۵ کیلومتری غرب شیراز
۵	مرادی	خرمی ـ قشلاق ۱۰ کیلومتری غرب خرمی
۶	عظیمی	۳۰ کیلومتری شمال اردکان
۷	چهارچشمه	۲۸ کیلومتری شمال اردکان
۸	دیدگان	۲۰ کیلومتری جنوب دهبید
۹	والا	شش پیر بالاتر از آبگیر
۱۰	پیربنو	۱۵ کیلومتری جنوب شیراز
۱۱	مراد	۳۰ کیلومتری جنوب اردکان
۱۲	قصرقمشه	۱۵ کیلومتری غرب شیراز
۱۳	داراب	ششده-داراب ۳۲ کیلومتری غرب‌داراب
۱۴	پایین	۲۰ کیلومتری جنوب فیروزآباد
۱۵	کامفیروز	۱۲۸ کیلومتری غرب شیراز
۱۶	تنگ بستانک	۱۵۵ کیلومتری غرب شیراز
۱۷	کوار	۷۰ کیلومتری جنوب شرقی شیراز
۱۸	برم دلک	۱۵ کیلومتری شرق‌شیراز
۱۹	آباده *	۴۵ کیلومتری مانده به ایزدخواست
۲۰	زهکش کربال *	منطقه خرامه

* منابع غیر از چشمه (لازم به توضیح است ۱۸ زیستگاه اول همگی از نوع چشمه می‌باشند)

برای برداشت تصادفی، مجموعه نمونه‌های داخل ظرف به چند زیر نمونه فرضی تقسیم گردید و سپس، از این زیر نمونه‌ها، تعداد مورد نظر جداسازی شد. نمونه‌های بزرگ مانند Stoneflies، Dragonflies و Mayflies در اولین مراحل، جداسازی و شمارش شدند و نمونه‌های کوچکتر مانند Chironomids, Beetles و Caddisflies در مراحل بعدی تفکیک و شمارش گردیدند. نمونه‌های جدا شده نهایی باکمک استریو میکروسکوپ و با استفاده از کلیدها و منابع موجود (Kolkowitz & Marsson, 1909) شناسایی شدند.

بعد از شناسایی، شمارش هرگونه و شمارش کل افراد نمونه‌برداری شده در هر زیستگاه انجام گردید. اعداد بدست آمده به همراه ضریب تحمل هر جنس یاگونه در فرمول :

$$B.I=\frac{\sum n_i a_i}{N} \qquad \text{(Zand, 1976)}$$

قرار داده شد و عدد شاخص کیفیت آب از میانگین‌گیری نهایی همه ضرایب زیستی بدست آمده از جنس‌ها یاگونه‌های جمع آوری شده در آن زیستگاه محاسبه گردید. در این فرمول N تعداد کل حشرات در نمونه‌برداری، ni تعداد افراد هرگونه یا جنس و ai ضریب عددی برای هرگونه یا جنس می‌باشد.

سپس براساس فرمول زیر ضریب تنوعی بر پایه تعداد افراد در هر جنس محاسبه گردید :

$$d=\frac{N\log^2 N- \sum n_i \log^2 n_i}{N} \qquad \text{(Zand, 1976)}$$

که در این فرمول N تعداد کل حشرات در نمونه‌برداری و ni تعداد افراد هر جنس می‌باشد.

همبستگی تنوع زیستی و ضریب زیستی با چند فاکتور فیزیکی و شیمیایی، از طریق فرمول زیر محاسبه گردید :

$$r= 1 - \frac{6 (\sum d^2)}{n(n^{2-1})} \qquad \text{(Zand, 1976)}$$

d اختلاف بین دسته‌بندی، n تعداد دسته‌بندی‌های مشاهده شده و r ضریب همبستگی دسته‌ای می‌باشد.

نتایج

در این مطالعات ۴۸ جنس از حشرات آبزی و نیمه آبزی شامل نمونه‌های بالغ و لارو شناسایی شدند که با توجه به ضرائب تحمل جنس‌های مربوطه، و همچنین با توجه به محل نمونه‌برداری، برای هر زیستگاه عددی تحت عنوان ضریب زیستی در نظر گرفته شده که تا حدود زیادی می‌تواند مبین میزان آلودگی آلی آب باشد.

جدول ۳ مربوط به منابع آبی مورد مطالعه است که براساس ضریب زیستی تنظیم شده و در آن مقایسه‌ای با پارامترهای فیزیکی و شیمیایی صورت پذیرفته است. در بسیاری از ایستگاهها اعداد و ارقام با توجه به ارتباطات فیزیکی و شیمیایی کاملاً قابل توجیه است در صورتیکه در مورد برخی از ایستگاههای دیگر مانند زهکش کربال، در مقایسه با برم دلک علیرغم دمای تقریباً ثابت، آلودگی بیشتر (BI=۲۱/۱) دیده می‌شود که اکسیژن در زهکش کربال به نسبت برم دلک بیشتر می‌باشد.

جدول ۴ همبستگی دسته‌ای ضریب زیستی و تنوع جنسی با پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد که در آن ضریب زیستی با BOD(5-day) و DO، ذرات معلق، کلر و درجه حرارت در سطح ۹۹ درصد و با فسفر در سطح ۹۵ درصد همبستگی دارد. ضریب تنوع فقط با قلیائیت و در سطح ۹۹ درصد همبستگی دارد و باکلر و مواد جامد در سطح ۹۵ درصد همبستگی نشان می‌دهد.

جدول ۳: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی زیستگاه‌هابراساس مقادیر ضریب زیستی

شماره	زیستگاه	BI	دمای آب درجه سانتیگراد	DO ppm	BOD5 ppm	pH	ALK. ppm	N ppm	P ppm	Solids ppm	Cl
۱	چهل‌چشمه	۰/۹۷	۵-۱۵	۱۰/۰	۱/۰	۶/۷-۷	۵۰	۰/۱۸	۰/۰۳	۸۰	۰/۰
۲	صلوات	۱/۰۰	۵-۱۷	۱۰/۲	۱/۰	۶/۵-۷	۷۸	۰/۱۹	۰/۰۲	۹۰	۰/۵
۳	شیرین	۱/۰۲	۵-۱۷	۹/۶	۰/۸	۶/۷-۷/۲	۶۵	۰/۱۴	۰/۰۳	۸۵	۰/۵
۴	دشت‌ارژن	۱/۰۵	۶-۲۰	۸/۰	۱/۸	۷/۳	۱۶	۰/۳	۰/۰۳	۶۶	۰/۰
۵	مرادی	۱/۲۰	۵-۲۴	۶/۲	۱/۵	۶/۳	۲۵	۰/۹	۰/۰۵	۹۰	۰/۰
۶	عظیمی	۱/۲۲	۵-۲۱	۸/۴	۱/۶	۷	۱۲۰	۲/۹	۰/۱۱	۲۵۰	۴/۰
۷	چهارچشمه	۱/۲۳	۵-۲۶	۸/۲	۲/۰	۶/۸	۱۱۰	۰/۴۰	۰/۰۵	۱۵۰	۰/۰
۸	دیدگان	۱/۲۸	۵-۱۸	۹/۳	۱/۱	۷/۶	۱۲۸	۰/۶۵	۰/۰۱	۱۷۰	۰/۵
۹	والا	۱/۳۶	۵-۲۵	۷/۱	۱/۶	۷	۵۰	۰/۹	۰/۰۸	۱۲۵	۰/۰
۱۰	پیربنو	۱/۴۱	۱۰-۱۸	۱۰/۹	۱/۴	۷/۵	۱۶۰	۱/۷۸	۰/۰۳	۱۸۰	۰/۰
۱۱	مراد	۱/۴۴	۶-۱۸	۷/۶	۲/۰	۷	۶۷	۰/۵	۰/۰۴	۱۰۰	۵/۰
۱۲	قصرقمشه	۱/۴۹	۶-۲۵	۸/۶	۱/۳	۸	۱۷۰	۱/۸۶	۰/۰۳	۲۰۵	۰/۰
۱۳	داراب	۱/۵۵	۶-۳۰	۶/۹	۱/۴	۶/۷	۱۰۷	۰/۷۵	۰/۰۲	۱۶۹	۰/۰
۱۴	پایین	۱/۸۵	۵-۲۰	۷/۹	۱/۹	۸/۱	۶۴	۱/۸	۰/۲۲	۱۵۰	۲/۰
۱۵	کامفیروز	۲/۰۵	۶-۲۱	۸/۵	۲/۴	۸	۲۸۲	۱/۵۴	۰/۱۳	۳۹۰	۹/۵
۱۶	تنگ‌بستانک	۲/۱۵	۶-۲۳	۶/۹	۱/۷	۸	۱۵۰	۱/۲۵	۰/۱	۲۸۹	۴/۰
۱۷	کوار	۲/۱۳	۸-۲۷	۸	۲/۲	۷/۴	۳۲	۱/۳	۰/۰۵	۲۵۸	۳/۰
۱۸	برم‌دلک	۳/۲۰	۱۵-۳۵	۲/۸	۱/۱	۷/۸	۲۴۶	۱/۳۲	۰/۰۲	۱۶۰	۲/۰
۱۹	آباده	۳/۷۳	۱۵-۲۸	۳/۹	۳/۸	۷	۲۴۰	۱/۲۶	۱/۰۷	۹۵	۱/۰
۲۰	زهکش‌کربال	۴/۲۸	۱۶-۳۴	۳/۲	۲۱/۱	۷/۷	۳۳۰	۵/۷۷	۲/۴	۷۰۰	۱۶۰

جدول ۴: همبستگی ضریب زیستی و تنوع با برخی پارامترهای آب

پارامترهای فیزیکی و شیمیایی	ضریب زیستی	تنوع	تعداد
BOD(5-day)	۰/۵۲**	۰/۲۲	۴
DO	۰/۵۵**	۰/۰۱۲	۴
Solids	۰/۴۷**	۰/۴۰*	۴
N	۰/۴۴**	۰/۲۱	۴
P	۰/۳۷*	۰/۱۲	۴
Alk.	۰/۳۹*	۰/۴۴**	۴
Cl	۰/۵۴**	۰/۳۸*	۴
Temp.	۰/۵۲**	۰/۳*	۴

* همبستگی در سطح ۹۵ درصد

** همبستگی در سطح ۹۹ درصد

در جدول ۵ ضریب زیستی برای هر فصل بصورت جداگانه تعیین شده و در انتهای جدول میانگین ضرایب برای آن زیستگاه منظور گردیده است. همانطوریکه از اعدادو ارقام جدول بر می‌آید، از خرداد ماه تا شهریورماه با توجه به حداکثر دما، متوسط ضریب زیستی بیشتر از ماه‌های سرد سال بوده است. همچنین ضریب زیستی و ضریب تنوع با هم مقایسه شده‌است که یک همبستگی بالا بین آنها وجود دارد.

جدول ۵: ضریب زیستی منابع آبی مورد مطالعه در فصل‌های مختلف سال

زیستگاه	ضریب زیستی					تنوع	
منابع	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	میانگین	ضریب	جنس
چهل‌چشمه	۰/۷۵	۱/۱۶	۱/۰۵	۱/۰	۰/۹۷	۳/۵	۳۰
صلوات	۱/۱۲	۱/۴۶	۱/۰	۰/۳	۱/۰	۲/۷۰	۴۱
شیربن	۱/۲	۱/۳	۱/۲	۰/۴	۱/۰۲	۳/۷	۲۵
دشت‌ارژن	۰/۴۴	۱/۵	۱/۱۵	۱/۱	۱/۰۵	۴/۰	۶
مرادی	۰/۵	۲/۰	۱/۸	۰/۹	۱/۲۰	۴/۰	۱۲
عظیمی	۰/۸	۱/۳	۱/۶۶	۱/۴	۱/۲۲	۴/۵	۳
چهارچشمه	۰/۸۵	۱/۵	۱/۷	۱/۳	۱/۲۳	۴/۵	۴
دیدگان	۱/۱	۱/۵۴	۱/۶۹	۱/۲	۱/۲۸	۲/۷	۵۰
والا	۰/۹۴	۱/۶	۱/۹	۱/۰	۱/۳۶	۴/۰	۱۲
پیربنو	۱/۰۸	۱/۵	۱/۸	۱/۴۵	۱/۴۱	۳/۹	۱۵
مراد	۱/۴	۱/۴	۱/۷	۱/۳	۱/۴۴	۴/۳۶	۴
قصرقمشه	۱/۵۵	۱/۵۱	۱/۶	۱/۲۸	۱/۴۹	۴/۰	۱۵
داراب	۱/۲۰	۱/۶	۲/۲	۱/۳	۱/۵۵	۳/۸۱	۲۲
پایین	۲/۰	۱/۶	۲/۱	۱/۸	۱/۸۵	۴/۱	۱۰
کامفیروز	۲/۳	۲/۱	۲/۱۵	۱/۸	۲/۰۵	۴/۱۱	۸
تنگ‌بستانک	۱/۸	۲/۴	۲/۶	۱/۷	۲/۱۵	۳/۵	۲۴
کوار	۲/۲۸	۲/۴	۲/۶	۱/۶	۲/۱۳	۳/۲	۴۰
برم‌دلک	۳/۵	۳	۳/۱۶	۳/۳	۳/۲	۳/۰	۴۳
آباده	۳/۹۵	۴/۵	۴/۱	۴/۱	۳/۷	۲/۷۸	۴۰
زهکش‌کربال	۴/۵	۴/۹	۳/۹	۴/۷	۴/۲۸	۲/۱	۵۰

در جدول ٦ جنسهای شناسایی شدهٔ حشرات در ایستگاههای مورد مطالعه آورده شده است.

جدول ۶: جنس‌های شناسایی شده حشرات در ایستگاههای مورد مطالعه

ایستگاه	جنس شناسایی شده	میانگین تعداددر سال
چهل چشمه	*Baetis*	۷
	Simulium	۴
	Allocapina	۵
	Leuctra	۷
	Caloptryx	۳
	Ephoren	۶
	Ephemerella	۱۰
صلوات	*Caenis*	۵
	Cloeon	۱۱
	Isoperla	۱۰
	Triaenodes	۸
	Helicopsyche	۳
	Gomphus	۴
	Chimarra	۲
شیرین	*Epeorus*	۲
	Chauliodes	۹
	Helichus	۹
	Agabus	۸
	Phryganea	۱۰
	Rhyacophila	۴
	Agarodes	۷
	Diamesa	۳
دشت‌ارژن	*Aeshna*	۱۰
	Bezzia	۲
	Phenopsectra	۸
	Gyrinus	۱۲

ادامه جدول ۶:

ایستگاه	جنس شناسایی شده	میانگین تعداددر سال
	Agarodes	۳
	Goera	۱۲
مرادی	*Argid*	۲۱
	Chimarra	۶
	Corydalis	۹
	Mollana	۴
	Psephenus	۱۰
	Gomphus	۸
عظیمی	*Glossosoma*	۱۵
	Aeshna	۱۱
	Macromia	۹
	Agabus	۹
	Dryops	۶
	Corydalis	۶
چهارچشمه	*Nymphula*	۲۴
	Glossosoma	۱۰
	Neocatalysta	۱۱
	Hydrphilus	۸
	Chauliodes	۷
دیدگان	*Agabus*	۹
	Dryops	۱۱
	Helicopsyche	۵
	Endochironomus	۱۵
	Protoptila	۷
	Phryganea	۸
والا	*Nectopsyche*	۵

ادامه جدول ۶:

ایستگاه	جنس شناسایی شده	میانگین تعداددر سال
	Noterus	۹
	Dryops	۲۰
	Gyrinus	۲۴
	Aulonogyrus	۱۲
	Cloeon	۶
	Acroneuria	۶
پیربنو	*Caloptryx*	۶
	Aeshna	۸
	Hetaerina	۱۰
	Baetis	۵
	Hydrophilus	۵
	Hydrocara	۶
	Leuctra	۷
مراد	*Callibaetis*	۳۰
	Gyrinus	۱۱
	Aulonogyrus	۹
	Dryops	۲۱
	Brachycerus	۸
قصرقمشه	*Hydroptila*	۱۴
	Hydrophilus	۶
	Dryops	۱۱
	Ephemerella	۸
	Aeshna	۴
داراب	*Sialis*	۳
	Chimarra	۱۰
	Dolophilodes	۱۵

ادامه جدول ۶:

ایستگاه	جنس شناسایی شده	میانگین تعداددر سال
	Argid	۲۰
پایین	*Gyrinus*	۱۷
	Dryops	۱۲
	Macromia	۱۳
	Lestes	۲۰
کامفیروز	*Dineutus*	۱۵
	Dryops	۲۰
	Agabus	۱۲
	Mystacides	۱۱
تنگ‌بستانک	*Brillia*	۸
	Gyrinus	۱۵
	Orecochilus	۶
کوار	*Endochironomus*	۱۹
	Stenelmis	۹
	Helichus	۱۵
برم‌دلک	*Chironomus*	۲۰
	Tendipes	۲۵
	Bezzia	۲۳
آباده	*Einfeldia*	۱۹
	Tendipes	۳۴
زهکش‌کربال	*Glyptotendipes*	۳۰
	Chironomus	۲۸

بحث

در مجموع برای تعیین کیفیت آب یک منبع پیچیدگیهای فراوانی وجود داردکه‌در این تحقیق به دلیل در دسترس بودن، ضریب زیستی بعنوان شاخص انتخاب گردید. که البته خالی از نقص نخواهد بود ولی دارای اعتباری است که تا حدود بسیار زیاد رهنمون یک محقق برای ادامه روندهای بعدی تحقیقاتی خواهد بود. ضریب زیستی، روشی موثر وحساس در ارزیابی کیفیت آب است که براساس تنوع بی مهره‌ها محاسبه می‌گردد. شاید بتوان در برخی موارد آنرا حتی از فرآیند اندازه‌گیری‌های فیزیکی و شیمیایی نیز موثرتر دانست، چراکه زمان کمتری را می‌گیرد و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است. البته این نکته بسیار مهم نیز قابل بحث است که با در نظرگرفتن مباحث‌گونه‌زایی و فیلوژنی موجودات و در مجموع ردیابی نسلی می‌توان تا حدود زیادی رخدادهای گذشته و همچنین دست خوردگیها و آلودگیهای گذشته منبع مورد مطالعه را با استفاده از ضریب زیستی مورد بررسی و شناخت قرار داد. در صورتیکه پارامترهای فیزیکی و شیمیایی فقط به دست‌خوردگیها و آلودگیهای همان زمان پاسخ می‌دهند. از ضریب تنوع فقط تحت شرایط بسیار محدود می‌توان برای تعیین کیفیت آب استفاده کرد، زیرا منابع آبی کوچک و سرد و غیر دست خورده بطور طبیعی دارای تنوع کمتری هستند، حال آنکه اگر با ضریب تنوع مورد بررسی قرارگیرند، ممکن است بعنوان یک منبع دست خورده یا آلوده مطرح شوند. در خصوص استفاده از ضریب زیستی، روند نمونه‌برداری در تعیین کیفیت آب بسیار موثر است. با توجه به این امر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که با شناسایی و شمارش حشرات هر زیستگاه آبی بعنوان‌گروهی از شاخص‌های زیستی، تا حدود زیادی می‌توان به‌کیفیت آلی آب پی برد. که اینکار در مقایسه با ارزیابی آلودگی از طریق اندازه‌گیری مواد شیمیایی ضمن کم هزینه بودن، بسیار راحت می‌باشد. زیستگاههای مورد مطالعه در این تحقیق بطور عمده از نوع چشمه و از نقاط مختلف استان فارس می‌باشند. فقط در مورد دو زیستگاه زهکش کربال و منبع آبی در آباده، همانطورکه قبلا نیز بدان اشاره شد، تحت تاثیر دست خوردگی انسان قرار دارند که به شکل ورود مواد آلی ناشی از زه‌آبهای کشاورزی می‌باشند و عدد مربوط به ضریب زیستی آن مبین آلودگی آلی در سطح بالای آب می‌باشد. نکته قابل تامل در مورد زیستگاه‌ها

این است که نمونه‌برداریها از سرچشمه بوده و لذا اعداد مربوط به ضرایب زیستی منحصربه سرچشمه‌هامی‌باشد که در طول مسیر دچار آلودگی‌های بعدی می‌گردند و در مورد دو زیستگاه آخر، بایستی گفت که تقریبا در تمام طول مسیر از نظر مواد آلی، محیطی همگن دارند. همانطوریکه در جدول ۳ دیده می‌شود اکسیژن در زهکش کربال به نسبت برم دلک بیشتر می‌باشد. این موضوع می‌تواند دلایل مختلفی داشته باشد که از جمله در حرکت بودن آب زهکش کربال به نسبت آبگیر برم دلک و همچنین خروج آب در ایستگاه برم دلک از خاک بااکسیژن کمتر که در حقیقت فرصت لازم برای دریافت اکسیژن رابدان نمی‌دهد.

نتایج جدول ۴ مشخص می‌کند که ضریب زیستی نسبت به ضریب تنوع تبین بهتری از میزان آلودگی را خواهد داشت. در مورد استفاده از ضریب زیستی شاید بتوان گفت بزرگترین مانع برای استفاده ضریب زیستی، زمان تلف شده برای شناسایی و شمارش گونه‌ها است که بستگی زیادی به توانایی‌ها و دانش فرد آزمایش‌کننده دارد.

تمام پارامترهای اندازه‌گیری شده در این جدول، وابستگی و همبستگی زیادی با ضریب زیستی نشان می‌دهند که با در نظرگرفتن کمپلکس پارامترها و اثرات متقابل آنها روی همدیگر و در نتیجه اثرات آنها به عنوان عامل آلاینده، عدد مربوط به ضریب زیستی آنها عدد بالایی است. به عنوان مثال در مورد .D.O که باافزایش عدد ضریب زیستی به نسبت کاهش می‌یابد، این موضوع کاملا مورد تایید است و یا در مورد P که با افزایش ضریب زیستی افزایش می‌یابد و این نکته نیز با بالا رفتن مقدار آلودگی آلی آب قابل تصور است. همچنین وقتی ضریب تنوع با پارامترهای فیزیکی و شیمیایی و با همبستگی گروهی مقایسه می‌شود، مشخص می‌گردد که تنوع غیر از قلیائیت با بقیه فاکتورها در سطح بالا همبستگی دارد و فقط با قلیائیت در سطح ۱ درصد ارتباط کم نشان می‌دهد که این پارامتر هم زیاد با بحث فساد در منابع آبی بستگی ندارد و فقط به جهت افزایش تولیدات در منابع آبی دارای ارزش می‌باشد. حال آنکه ضریب زیستی با دما، کلر، کل نیتروژن، .D.O , BOD و مواد معلق جامد در سطح ۱ درصد ارتباط معنی‌دار بالا نشان می‌دهد.

با وجود ارتباط بین ضریب زیستی و ضریب تنوع، چشمه‌های بسیار تمیز مثل چهل چشمه،

چشمه صلوات و چهار چشمه دارای ضریب تنوع به نسبت کمتری نسبت به بقیه منابع هستند و بنابراین اگر این ضریب بعنوان معیار باشد، اینطور قضاوت می‌شود که این منابع دارای کیفیت پایین آب هستند. در صورتیکه این چشمه‌ها همگی سرد و کوچک هستند و بطور شاخص دارای تنوع محدود حشرات می‌باشند. لذا ضریب تنوع به واقع نمی‌تواند برای تعیین کیفیت آب مورد استفاده قرار گیرد و ضریب زیستی بهترین مدل را ارائه می‌دهد.

منابع

Cairns, J. ; JR. and Dickson, K.L. (Eds) , 1973. Biological methods for the assessment of water quality. Am. Soc. for Testing and Materials Special Tech. Pub. 529. pp.1-256.

Chutter, F.M. , 1972. An emperical biotic index of the quality of water in South African streams and rivers. Water Res. Vol. 6, pp.19-30.

Hilsenhoff, W.L. , 1979. Use of Arthropods to evaluate water quality of streams. Dept. of Natural Resource. Madison, Wisconsin. Technical Bulletin Vol. 132, pp.1-15.

Hilsenhoff, W.L. , 1982. Using a biotic index to evaluate water quality of streams. Dept. of Natural Resource. Madison, Wisconsin. Technical Bulletin Vol. 132, pp.21-34.

Hughes, B.D. , 1978. The influence of factors other than pollution on the value of Shannon's diversity index for benthic macro-invertebrates in streams. Water. Res. Vol. 12, pp.359-364.

Hynes, H.B.N. , 1960. The biology of polluted waters. Liverpool univ. Press. Liverpool. XIV+ 202 P.

Kolkowitz, R. and Marsson, M. 1909. Ecology of animal saprobia. Int. Rev.

Hydrobiology and Hydrogeography Vol. 2, pp.126-153. Translation in: Biology of Water Pollution, U.S.D.I., Fed. Water Pollut. Control Admin., Cincinnati, 1967.

Murphy, P.M. , 1978. The temporal variability in biotic indices. Envir. Poll. Vol. 17, pp.227-236.

Tarzwell, C.M. (Ed). , 1965. Biological problems in water pollution: Third seminar 1962. U.S. Pub. Health Serv. Div. Water Supply and Pollut. Control, Cincinnati ix+424 P.

Weber, C.I. (Ed) , 1973. Biological field and laboratory methods for measuring the quality of surface waters and effluents. Nat. Envir. Res. Center, U.S. Environ. Prot. Agency, Cincinnati xi+176 P.

Zand, S.M. , 1976. Indexes associated with information theory in water quality. J. Water. Poll. Cont. Fed. Vol. 48, pp.2020-2031.