

حشرات آبی 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 آبی 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 ایستگاه‌ها بصورت فصلی با کمک تور مخصوص صید حشرات آبی نمونه برداری و توسط کلیدها و منابع موجود شناسایی شدند. در این زیستگاهها جمعاً ۴۸ جنس از حشرات آبی و نیمه آبی 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، پیرنو، مراد، قصرقمشه و داراب دارای کیفیت عالی (فاقد هرگونه 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 آلوده کننده در سطح معنی دار) 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 آبی، شاخص‌های آلودگی آلی، استان فارس، ایران

مقدمه

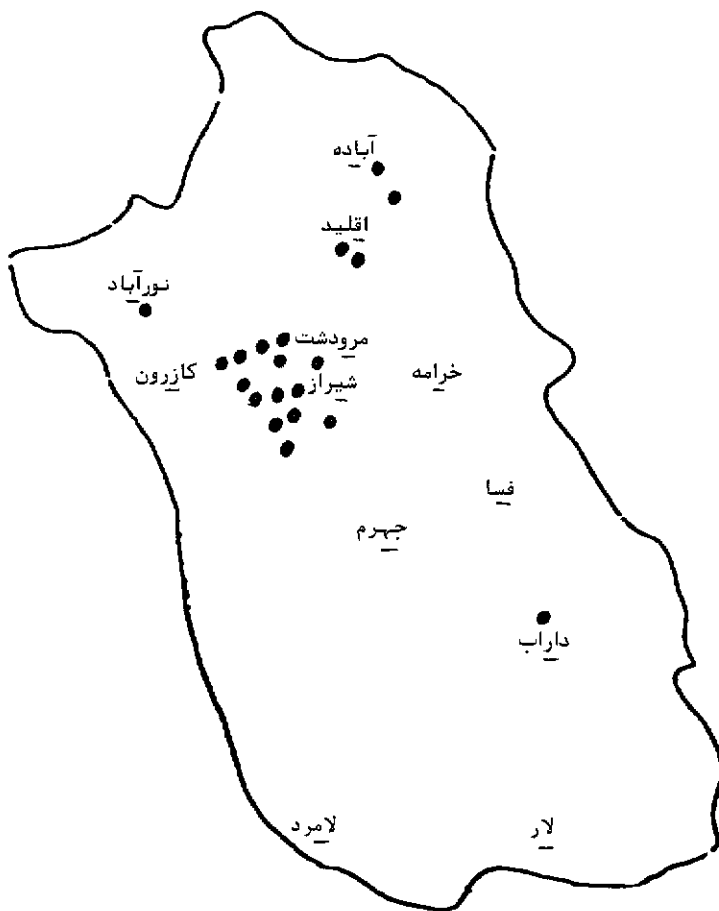
از آنجا که هرگونه آلودگی در منابع آبی بطور مستقیم روی موجودات آبزی تأثیر می‌گذارد (Cairns & Dickson, 1973)، می‌توان با در نظر گرفتن موجودات آبزی در هر زیستگاه کیفیت آب را براساس آلودگی‌های آلی مورد ارزیابی قرار داد. Hilsenhoff در سال ۱۹۷۹ با نمونه برداری متناوب از بند پایان زیستگاه‌های آبی و اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی و در نهایت استفاده از فرمول ضریب زیستی (B.I)، اعدادی را بعنوان شاخص کیفیت آلی آب برای زیستگاههای مورد مطالعه ارائه داد. جدول ۱ معرف الگوی Hilsenhoff در این رابطه است. در سال‌های اخیر به میکروارگانیزم‌ها به عنوان شاخص‌های زیستی توجه شده است (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 میکروارگانیزم‌ها، 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 آلودگی آلی آب (Hilsenhoff, 1979)

| میزان آلودگی آلی | کیفیت آب | شاخص زیستی |
|-------------------------|-----------|------------|
| بدون آلودگی | عالی | ۰-۱/۷۵ |
| احتمال وجود در مقدار کم | 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 |
| کاملاً آلوده | خیلی ضعیف | ۴/۲۶-۵ |

مواد و روشها

انتخاب چشمه‌ها بدون 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 قرار گرفته برای نشان دادن آلودگی در سطح بالای معنی‌دار انتخاب شده‌اند. در هر چشمه محل سرچشمه مورد نمونه‌برداری قرار گرفته 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 نمونه برداری انجام گرفته است. در هر نمونه برداری، فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل دمای آب و همچنین دمای هوا، مواد معلق، B.O.D5، کلریدها، pH، D.O.، قلیائیت، فسفر، نیتروژن، و مواد جامد با استفاده از مواد شیمیایی و دستگاه‌های سیار و دیجیتالی و با استفاده از منابع (Hughes, 1978; Tarzawell, 1965; Weber, 1973; Hynes, 1960) اندازه گیری شدند. دمای آب در محل، اندازه گیری گردید و حداکثر دما در تابستان و حداقل در زمستان اندازه گیری 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 آبهی موجود می باشد، جمع آوری گردید. نحوه آماده سازی آب برای انتقال به آزمایشگاه شامل ریختن آب در ظروف پلی اتیلن و قرار دادن در یخچال و در درجه حرارت حدود 4 درجه سانتیگراد بود.

از حشرات آبی موجود در هر ایستگاه نیز با استفاده از منابع نمونه برداری شد که حشرات مورد بررسی شامل نمونه های لارو و بالغ از ایستگاههای مختلف بودند، که این نمونه هابه کمک تور مخصوص حشرات آبی بصورت فصلی جمع آوری شدند. زمان نمونه برداری 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 حاشیه های منبع آبی بود، که نمونه های جمع شده در یک ظرف سفید ریخته شده و در مدت 10 دقیقه با کمک پنس تعداد 100 نمونه جداسازی و در محلول اتانول 70 درصد تثبیت گردیدند. براساس منابع مورد مطالعه (Hilsenhoff, 1982; Murphy, 1978) می بایست جداسازی در دو مرحله (ابتدا در 5 دقیقه اول نمونه های بزرگ و سپس در 15 دقیقه بعد نمونه های کوچک) انجام گردد که در این تحقیق با توجه به شرایط خاص، یعنی تعداد کم نمونه های بزرگ بدست آمده در 5 دقیقه نخست و از طرف دیگر تعداد زیاد نمونه های کوچک در 15 دقیقه بعد، متوسط 10 دقیقه برای جداسازی در نظر گرفته شد که بهترین جواب را داد و از نظر تعداد نمونه های برداشت شده مشکلی مشاهده نگردید، زیرا براساس منابع (Hilsenhoff, 1982; Chutter, 1972) تعداد نمونه های مورد نیاز 100 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 نگریدند. ثانیاً در مورد ایستگاههای با نمونه‌های بسیار زیاد، محدوده مطلق ۲۵ نمونه از هر جنس (یا گونه) 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 | دشت ارژن | ۵۵ کیلومتری غرب شیراز |
| ۵ | مرادی | خرمی - 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 | پیرینو | ۱۵ کیلومتری جنوب شیراز |
| ۱۱ | مراد | ۳۰ کیلومتری جنوب اردکان |
| ۱۲ | قصرقمشه | ۱۵ کیلومتری غرب شیراز |
| ۱۳ | داراب | ششده-داراب ۳۲ کیلومتری غرب داراب |
| 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 شرق شیراز |
| 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 Dragonflies, Stoneflies 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 با کمک استریو میکروسکوپ و با استفاده از کلیدها و منابع موجود (Kolkowitz & Marsson, 1909) شناسایی شدند.

بعد از شناسایی، شمارش هر گونه و شمارش کل افراد نمونه برداری شده در هر زیستگاه انجام گردید. اعداد بدست آمده به همراه ضریب تحمل هر جنس یا گونه در فرمول:

$$B.I = \frac{\sum n_j a_j}{N} \quad (\text{Zand, 1976})$$

قرار داده شد و عدد شاخص کیفیت آب از میانگین‌گیری نهایی همه ضرایب زیستی بدست آمده از جنس‌ها یا گونه‌های جمع آوری شده در آن زیستگاه محاسبه گردید. در این فرمول N تعداد کل حشرات در نمونه برداری، n_i تعداد افراد هر گونه یا جنس و a_i ضریب عددی برای هر گونه یا جنس می‌باشد.

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

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

که در این فرمول N تعداد کل حشرات در نمونه برداری و n_i تعداد افراد هر جنس می‌باشد. همبستگی تنوع زیستی و ضریب زیستی با چند فاکتور فیزیکی و شیمیایی، از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

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

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

نتایج

در این مطالعات ۴۸ جنس از حشرات آبرزی و نیمه آبرزی شامل نمونه‌های بالغ و لارو شناسایی شدند که با توجه به ضرائب تحمل جنس‌های مربوطه، و همچنین با توجه به محل نمونه برداری، 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 ($BI=21/1$) 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 اندازه گیری 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 با کلر و مواد جامد در سطح ۹۵ درصد همبستگی نشان می‌دهد.

جدول ۳: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی زیستگاه‌ها بر اساس مقادیر ضریب زیستی

| شماره | زیستگاه | BI | دمای آب درجه | DO | BOD5 | pH | ALK | N | P | Solids | Cl |
|-------|------------|------|-----------------|------|------|---------|-----|------|------|--------|-----|
| | | | | ppm | ppm | | ppm | ppm | ppm | ppm | |
| ۱ | چهل چشمه | 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 | دبندگان | 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 | پیرینو | 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 | قصر قمشه | 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 | زهکش کربال | 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

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

* 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 اعداد و ارقام جدول بر می آید، از خرداد ماه تا شهریور ماه با توجه به حداکثر دما، متوسط ضریب زیستی بیشتر از ماه‌های سرد سال بوده است. همچنین ضریب زیستی و تنوع با هم مقایسه شده است که یک همبستگی بالا بین آنها وجود دارد.

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

| زیستگاه منابع | ضریب زیستی | | | | | | تنوع جنس |
|------------------|------------|---------|-------|--------|---------|------|-------------|
| | بهار | تابستان | پاییز | زمستان | میانگین | ضریب | |
| چهل چشمه | 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 |
| شیرین | ۱/۲ | ۱/۳ | ۱/۲ | ۰/۴ | ۱/۰۲ | ۳/۷ | ۲۵ |
| دشت ارژن | 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 |
| چهار چشمه | ۰/۸۵ | ۱/۵ | ۱/۷ | ۱/۳ | ۱/۲۳ | ۴/۵ | ۴ |
| دیدگان | ۱/۱ | ۱/۵۲ | ۱/۶۹ | ۱/۲ | ۱/۲۸ | ۲/۷ | ۵۰ |
| والا | ۰/۹۴ | ۱/۶ | ۱/۹ | ۱/۰ | ۱/۳۶ | ۴/۰ | ۱۲ |
| پیرینو | 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 |
| قصر قمشه | 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 |
| زهکش کربال | ۴/۵ | ۴/۹ | ۳/۹ | ۴/۷ | ۴/۲۸ | ۲/۱ | ۵۰ |

در جدول ۶ جنس‌های شناسایی شده حشرات در ایستگاه‌های مورد مطالعه آورده شده

است.

جدول ۶: جنس‌های شناسایی شده حشرات در ایستگاه‌های مورد مطالعه

| میانگین تعداد در سال | جنس شناسایی شده | ایستگاه | |
|----------------------|---------------------|----------|-------|
| ۷ | <i>Baetis</i> | چهل چشمه | |
| ۴ | <i>Simulium</i> | | |
| ۵ | <i>Allocahina</i> | | |
| ۷ | <i>Leuctra</i> | | |
| ۳ | <i>Calopteryx</i> | | |
| ۶ | <i>Ephoren</i> | | |
| ۱۰ | <i>Ephemerella</i> | صلوات | |
| ۵ | <i>Caenis</i> | | |
| ۱۱ | <i>Cloeon</i> | | |
| ۱۰ | <i>Isoperla</i> | | |
| ۸ | <i>Triaenodes</i> | | |
| ۳ | <i>Helicopsyche</i> | | |
| ۴ | <i>Gomphus</i> | | |
| ۲ | <i>Chimarra</i> | | |
| ۲ | <i>Epeorus</i> | | شیرین |
| ۹ | <i>Chauliodes</i> | | |
| ۹ | <i>Helichus</i> | | |
| ۸ | <i>Agabus</i> | | |
| ۱۰ | <i>Phryganea</i> | | |
| ۴ | <i>Rhyacophila</i> | | |
| ۷ | <i>Agarodes</i> | دشتارژن | |
| ۳ | <i>Diamesa</i> | | |
| ۱۰ | <i>Aeshna</i> | | |
| ۲ | <i>Bezzia</i> | | |
| ۸ | <i>Phenopsectra</i> | | |
| ۱۲ | <i>Gyrinus</i> | | |

ادامه جدول ۶:

| میانگین تعداد در سال | جنس شناسایی شده | ایستگاه |
|----------------------|-----------------------|-----------|
| ۳ | <i>Agarodes</i> | |
| ۱۲ | <i>Goera</i> | |
| ۲۱ | <i>Argid</i> | مرادی |
| ۶ | <i>Chimarra</i> | |
| ۹ | <i>Corydalis</i> | |
| ۴ | <i>Mollana</i> | |
| ۱۰ | <i>Psephenus</i> | |
| ۸ | <i>Gomphus</i> | |
| ۱۵ | <i>Glossosoma</i> | عظیمی |
| ۱۱ | <i>Aeshna</i> | |
| ۹ | <i>Macromia</i> | |
| ۹ | <i>Agabus</i> | |
| ۶ | <i>Dryops</i> | |
| ۶ | <i>Corydalis</i> | |
| ۲۴ | <i>Nymphula</i> | چهار چشمه |
| ۱۰ | <i>Glossosoma</i> | |
| ۱۱ | <i>Neocatolysta</i> | |
| ۸ | <i>Hydrphilus</i> | |
| ۷ | <i>Chauliodes</i> | |
| ۹ | <i>Agabus</i> | دیدگان |
| ۱۱ | <i>Dryops</i> | |
| ۵ | <i>Helicopsyche</i> | |
| ۱۵ | <i>Endochironomus</i> | |
| ۷ | <i>Protoptila</i> | |
| ۸ | <i>Phryganea</i> | |
| ۵ | <i>Nectopsyche</i> | والا |

ادامه جدول ۶:

| میانگین تعداد در سال | جنس شناسایی شده | ایستگاه |
|----------------------|---------------------|----------|
| ۹ | <i>Noterus</i> | |
| ۲۰ | <i>Dryops</i> | |
| ۲۴ | <i>Gyrinus</i> | |
| ۱۲ | <i>Aulonogyrus</i> | |
| ۶ | <i>Cloeon</i> | |
| ۶ | <i>Acroneuria</i> | |
| ۶ | <i>Calopteryx</i> | پیرینو |
| ۸ | <i>Aeshna</i> | |
| ۱۰ | <i>Hetaerina</i> | |
| ۵ | <i>Baetis</i> | |
| ۵ | <i>Hydrophilus</i> | |
| ۶ | <i>Hydrocara</i> | |
| ۷ | <i>Leuctra</i> | |
| ۳۰ | <i>Callibaetis</i> | مراد |
| ۱۱ | <i>Gyrinus</i> | |
| ۹ | <i>Aulonogyrus</i> | |
| ۲۱ | <i>Dryops</i> | |
| ۸ | <i>Brachycerus</i> | |
| ۱۴ | <i>Hydroptila</i> | قصر قمشه |
| ۶ | <i>Hydrophilus</i> | |
| ۱۱ | <i>Dryops</i> | |
| ۸ | <i>Ephemerella</i> | |
| ۴ | <i>Aeshna</i> | |
| ۳ | <i>Sialis</i> | داراب |
| ۱۰ | <i>Chimarra</i> | |
| ۱۵ | <i>Dolophilodes</i> | |

ادامه جدول ۶:

| میانگین تعداد در سال | جنس شناسایی شده | ایستگاه |
|----------------------|-----------------------|------------|
| ۲۰ | <i>Argid</i> | پایین |
| ۱۷ | <i>Gyrinus</i> | |
| ۱۲ | <i>Dryops</i> | |
| ۱۳ | <i>Macromia</i> | |
| ۲۰ | <i>Lestes</i> | کامفیروز |
| ۱۵ | <i>Dineutus</i> | |
| ۲۰ | <i>Dryops</i> | |
| ۱۲ | <i>Agabus</i> | |
| ۱۱ | <i>Mystacides</i> | تنگ بستانک |
| ۸ | <i>Brillia</i> | |
| ۱۵ | <i>Gyrinus</i> | |
| ۶ | <i>Oreochilus</i> | |
| ۱۹ | <i>Endochironomus</i> | کوار |
| ۹ | <i>Stenelmis</i> | |
| ۱۵ | <i>Helichus</i> | |
| ۲۰ | <i>Chironomus</i> | برم‌دلک |
| ۲۵ | <i>Tendipes</i> | |
| ۲۳ | <i>Bezzia</i> | |
| ۱۹ | <i>Einfeldia</i> | آباده |
| ۳۴ | <i>Tendipes</i> | |
| ۳۰ | <i>Glyptotendipes</i> | زهکش کربال |
| ۲۸ | <i>Chironomus</i> | |

بحث

در مجموع برای تعیین کیفیت آب یک منبع پیچیدگیهای فراوانی وجود دارد که در 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 و حساس 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، چرا که زمان کمتری را می‌گیرد و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است. البته این نکته بسیار مهم نیز قابل بحث است که با در نظر گرفتن مباحث گونه‌زایی 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 دست خوردگیها 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 قرار گیرند، ممکن است بعنوان یک منبع دست خورده یا آلوده مطرح شوند. در خصوص استفاده از ضریب زیستی، روند نمونه برداری در تعیین کیفیت آب بسیار موثر است. با توجه به این امر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که با شناسایی و شمارش حشرات هر زیستگاه آبی بعنوان گروهی از شاخص‌های زیستی، تا حدود زیادی می‌توان به کیفیت 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، همانطور که قبلاً 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 نمونه برداریها از سرچشمه بوده و لذا اعداد مربوطه به ضریب زیستی منحصر به سرچشمه‌های باشد که در طول مسیر دچار آلودگی‌های بعدی می‌گردند و در مورد دو زیستگاه آخر، بایستی گفت که تقریباً 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 با اکسیژن کمتر که در حقیقت فرصت لازم برای دریافت اکسیژن را بدان 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 نظر گرفتن 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 با افزایش عدد ضریب زیستی به نسبت کاهش می‌یابد، این موضوع کاملاً مورد تایید است و یا در مورد P که با افزایش ضریب زیستی افزایش می‌یابد و این نکته نیز با بالا رفتن مقدار آلودگی آبی 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 نیترژن، 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 می شود که این منابع دارای کیفیت پایین آب هستند. در صورتیکه این چشمه ها همگی سرد و کوچک هستند و بطور شاخص دارای تنوع محدود حشرات می باشند. لذا ضریب تنوع به واقع نمی تواند برای تعیین کیفیت آب مورد استفاده قرار گیرد و ضریب زیستی بهترین مدل را ارائه می دهد.

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.
- Tarzwel, 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.

Aquatic Insects as Indicators of Water Organic Pollution

Hafezieh M.

I.F.R.O.

P.O.Box: 14155-6116 1597 Tehran, Iran

Received : April 2000 Accepted : May 2001

Key words : Aquatic insects, bioindicators, Fars Province, Iran

ABSTRACT

Aquatic insects as bioindicators and in order to determine water quality in relation to organic matters were used to evaluate the water quality of Fars Province streams and two drainages. Eighteen springs that were presumed to be undisturbed by human activities and two others, disturbed by human activities were chosen to show the effects of the pollutions. Insects fauna of each stream were sampled seasonally in a year period by D. framed aquatic net. Each species (with index value) was used for calculating the biotic index pollutants of these water resources. Water quality determined for 18 springs and two drainages. Based on these values, Chel Cheshmeh, Salavat, Shirin and ... streams had excellent water qualities (no organic pollution). Paeen, Tang-e-Bostanak and Kamfirooz had good water quality with possible slight organic pollution. Kavar and Barm-e-delak streams had fair water quality (significant organic pollution) and two drainages had poor water qualities (very significant and sever organic pollution). To compare the results, some physical and chemical parameters of water were measured.