

ارزیابی وضعیت کیفی رودخانه ماربر با استفاده از شاخص‌های زیستی و فون ماکروبتوز

چکیده

هدف این مطالعه شناسایی و بررسی فراوانی ماکروبتوزهای رودخانه ماربر و تعیین کیفیت زیستی رودخانه در ماه‌های مختلف است. نمونه‌برداری به صورت ماهانه از فروردین تا اسفند ۱۳۹۰ انجام شد. نمونه‌های ماکروبتوز توسط سوربر جمع‌آوری شدند و توسط محلول فرمالین ۴ درصد تثبیت و جهت بررسی به آزمایشگاه منتقل گردیدند. نتایج نشان داد در اکثر ماه‌های نمونه‌برداری بیش‌ترین فراوانی مربوط به لاروهای کف‌زیان راسته‌های Ephemeroptera, Tricoptera و Diptera بود. در بین افراد راسته Diptera سه خانواده Chironomidae, Simuliidae و Tabanidae با فراوانی به ترتیب ۶۴ درصد، ۱۷ درصد و ۱۷ درصد غالب بودند. بیش‌ترین فراوانی راسته‌های Ephemeroptera, Tricoptera در مرداد مشاهده شد در صورتی که بیش‌ترین فراوانی راسته Diptera در اردیبهشت و بهمن دیده شد. کاهش افراد این راسته در اسفند و فروردین را می‌توان به بالا بودن دبی آب در این ۲ ماه نسبت داد. با توجه به درصد فراوانی موجودات کف‌زی در ماه‌های مختلف، راسته Ephemeroptera غالبیت بیش‌تری داشت. هر چند در برخی ایستگاه‌ها (به‌ویژه ایستگاه ۵) افراد راسته Diptera غالبیت بیش‌تری داشته‌اند که این امر به دلیل ورود فاضلاب روستاهای اطراف به این منطقه می‌باشد. در تابستان افراد راسته Diptera به‌ویژه خانواده Chironomidae کاهش قابل توجهی یافتند که دلیل این امر می‌تواند مهاجرت عمودی از کف به سطح و فعالیت تغذیه‌ای کف‌زی خوران باشد. از آنجا که بافت بستر رودخانه ماربر بیش‌تر قلوه سنگی است و بار مواد آلی در این رودخانه نیز یکسان است (به دلیل عدم وجود مواد آلاینده عمده به غیر از ایستگاه ۵) تنوع ماکروبتوزها تفاوت چندانی در بین ایستگاه‌های مختلف نداشت. بین میانگین فراوانی بی‌مهرگان ایستگاه اول با سایر ایستگاه‌ها، به جز ایستگاه ۵، تفاوت معنی‌داری وجود دارد (۰/۰۰۱ $P=$). در نتیجه‌گیری کلی با توجه به وجود راسته‌های حساس به آلودگی در همه ایستگاه‌ها می‌توان گفت رودخانه ماربر دارای خصوصیات کیفی مناسبی می‌باشد.

واژگان کلیدی: رودخانه ماربر، ماکروبتوز، Ephemeroptera, Tricoptera, Diptera.

مقدمه

از جمله مهم‌ترین جوامع حیاتی رودخانه‌ها کف‌زیان هستند. این موجودات به عنوان دومین و سومین سطح غذایی مورد استفاده سایر آب‌زیان قرار گرفته و می‌توانند به عنوان شاخصی از میزان کل تولیدات و نیز شاخصی برای کیفیت آب محسوب شوند (Owen, 1974). کف‌زیان از نظر مقاومت در برابر شدت آلودگی و کاهش اکسیژن با یکدیگر متفاوت بوده و در مورد برخی از گونه‌ها این تفاوت فاحش‌تر است به طوری که بعضی از گونه‌ها در آب‌های کاملاً تمیز و عاری از هر نوع آلودگی و بعضی هم در آب‌های کاملاً آلوده قادر به ادامه زندگی هستند (احمدی و نفیسی، ۱۳۸۰). میزان مقاومت متفاوت ماکروبتوزها به آلودگی‌ها، به‌ویژه وجود آلاینده‌های آلی و نیز حضور و عدم حضور این موجودات در بستر محیط آبی، به عنوان شاخصی برای ارزیابی کیفیت محیط آبی به‌شمار می‌رود. مقاومت این جانوران بر اساس میزان تحمل

نسترن ملازاده^{۱*}

۱. استادیار و عضو هیات علمی گروه محیط‌زیست، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

* نویسنده مسئول مکاتبات

Nastaran.mollazadeh@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۵/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۰۲

کد مقاله: ۱۳۹۳۰۱۰۹۴

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است.

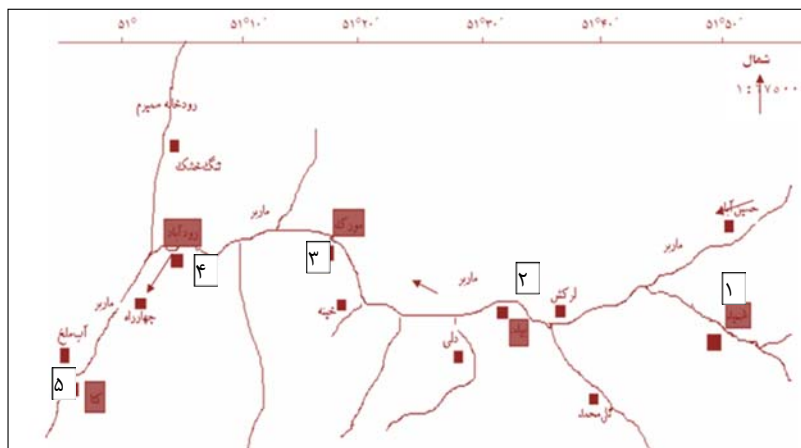


آن‌ها به غلظت‌های مختلف اکسیژن در آب متفاوت می‌باشد (Chessman, 1995). بر این اساس ماکروبتوتوزها را می‌توان در چهار گروه حساس به آلودگی، نیمه‌حساس به آلودگی، نیمه‌مقاوم و مقاوم به آلودگی تقسیم نمود (ملازاده، ۱۳۸۹). در رودخانه‌هایی که کیفیت آب بالا باشد تمام این چهار گروه یافت می‌شود. با افزایش بار آلودگی (مواد مغذی فاضلاب و...)، میزان اکسیژن محلول آب دارای نوساناتی می‌شود که این خود بسته به میزان آلودگی باعث حذف گروه‌های حساس و نیمه‌حساس به آلودگی خواهد شد. بنابراین مطالعه روی ماکروبتوتوزها می‌تواند یک روش تحقیق مناسب به‌شمار رود (Chessman, 1995). ولی باید گفت که تمام ماکروبتوتوزها را نمی‌توان در گروه شاخص‌های زیستی (Bioindicator) قرار داد. دسته دیگری از ماکروبتوتوزها وجود دارند که در برابر آلودگی مقاومند و حساسیت کم‌تری دارند. از آنجایی که این موجودات در برابر آلودگی مقاومت بالایی دارند بنابراین محدوده زیستگاه‌شان بسیار وسیع‌تر از دسته اول بوده و نمی‌توان از آن‌ها به عنوان شاخص زیستی نام برد. زیرا هم در آب‌های پاکیزه و هم آلوده می‌توان آن‌ها را دید (احمدی و نفیسی، ۱۳۸۰). با این توصیف اهمیت مطالعات بیولوژیک آب‌های جاری نمایان می‌شود. به عنوان مثال در صورت ایجاد یک آلودگی نسبتاً شدید در آب، موجودات حساس به آلودگی مانند حشرات راسته بهاره‌ها (Pelecoptera) به سرعت از بین خواهند رفت (Barnes et al., 2001). بنابراین حتی اگر چند روز بعد نیز از آب نمونه‌برداری بیولوژیک انجام شود عدم وجود بهاره‌ها که در نمونه‌برداری‌های قبلی مشاهده شده، نشانه آلوده شدن آب در این فاصله زمانی و از بین رفتن موجودات حساس می‌باشد (ملازاده، ۱۳۸۹). برعکس وجود این موجودات در آب‌های جاری بیان‌گر این است که آب آلودگی قابل ملاحظه‌ای ندارد (احمدی و نفیسی، ۱۳۸۰). به‌طور کلی عوامل مختلفی در فراوانی و تنوع ماکروبتوتوزها دخیل هستند که می‌توان به مقدار غذا (Kellogg, 1994 ; Long et al. 2002)، نوع بستر (Chessman, 1995)، شرایط فیزیکی و شیمیایی حاکم بر زیستگاه (Barbour et al., 1999)، مقدار مواد آلی (Meyer et al., 1987)، آلودگی محیط (Walen, 2002; ملازاده، ۱۳۸۹)، میزان اکسیژن محلول (Chessman, 1995)، اندازه ذرات رسوب (Mackie, 1988)، تغییرات فصول (McCofferty, 1981) و نوع و تعداد ماهی‌های کف‌زی‌خوار (عبدلی و رحمانی، ۱۳۸۰) اشاره کرد. علاوه بر اهمیتی که این موجودات در مشخص کردن میزان آلودگی دارند، بی‌مهرگان به دلیل تغذیه برخی ماهی‌ها از آن‌ها، در برآورد پتانسیل زیستی رودخانه‌ها نیز با اهمیت هستند. لذا برای پی‌بردن به وضعیت منابع آبی و طبقه‌بندی کیفی آب، مطالعه بیولوژی آب‌ها یا ارزیابی زیستی به‌ویژه به کمک ماکروبتوتوزها می‌تواند بسیار مفید باشد (Mottley, 1993). این روش بر مبنای گروه‌های شاخص استوار است و فرض بر این است که موجودات مختلف در محدوده‌های متفاوتی از شرایط کیفی آب قادر به بقا هستند و در صورت تغییر شرایط در آب‌گیر حضور نخواهند داشت. جلبک‌ها، ماکروبتوتوزها و ماهیان متداول‌ترین موجودات آبی بکار رفته در این زمینه هستند که در این میان فون ماکروبتوتوز یکی از موثرترین و ارزان‌ترین ابزارهای ارزیابی زیستی در منابع آبی است (Nezami, 1993). ماکروبتوتوزها تنوع بسیار زیادی دارند و بنابراین محدوده وسیعی از مقاومت و عکس‌العمل را در قبال آلودگی‌های زیست‌محیطی از خود نشان می‌دهند. هم‌چنین جمع‌آوری آن‌ها آسان بوده و در عین حال در بستر ساکنند. همه این خصوصیات سبب شده ماکروبتوتوزها بهترین نشان‌گر تغییرات کیفی و تعیین سلامت اکوسیستم‌های آبی باشند (Savage, 1989). هدف کلی این مطالعه شناسایی و بررسی فراوانی ماکروبتوتوزهای رودخانه ماربر و تعیین کیفیت زیستی رودخانه در ماه‌های مختلف بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه قسمتی از رودخانه ماربر در شهرستان سمیرم استان اصفهان است. این رود بعد از زاینده‌رود بزرگ‌ترین و یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های استان اصفهان است که از ارتفاعات کوه دنا سرچشمه گرفته و با پیوستن به رودخانه بشار، رودخانه بزرگ خرسان را به‌وجود می‌آورد. رودخانه ماربر نقش مهمی در کشاورزی شهرستان سمیرم دارد و در حدود ۴۰ هزار هکتار از اراضی شهرستان سمیرم، آب مورد نیاز خود را از این رودخانه تأمین می‌نمایند (ابراهیم‌نژاد و نیکو، ۱۳۸۳). به‌دلیل جریان بخشی از رودخانه در مناطق مسکونی و کشاورزی، این رود هر ساله بخش قابل توجهی از پساب‌های کشاورزی و مسکونی را دریافت می‌نماید. ۵ ایستگاه مطالعاتی در طول رودخانه در مسیری حدود ۷۵ کیلومتری بین روستاهای شهید تا کتا (بین ۴۹ درجه و ۸۶ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی) مطابق با دستورالعمل RBPs برای آب‌های جاری و سطحی ارائه شده توسط EPA آمریکا و با توجه به خصوصیات بستر و نیز محل سرشاخه‌های ورودی به رودخانه و

قرارگیری باغات، مزارع، مناطق مسکونی و کارگاه‌ها انتخاب شدند. نمونه‌برداری‌ها به صورت ماهانه از فروردین ۱۳۹۰ تا اسفند ۱۳۹۰ انجام شد. در هر ایستگاه نمونه‌برداری با سه تکرار (سه بار نمونه‌برداری از کرانه‌های چپ، راست و میانه رودخانه در هر ایستگاه) انجام شد تا بدین طریق از دقت آزمایش اطمینان حاصل شود. ایستگاه ۱ در بالادست رودخانه واقع بود (شکل ۱). جنس بستر ایستگاه ۱ سنگلاخ تا قلوه سنگ، ایستگاه‌های ۲ و ۳ قلوه سنگ و ایستگاه‌های ۴ و ۵ شنی-قلوه سنگی بود.



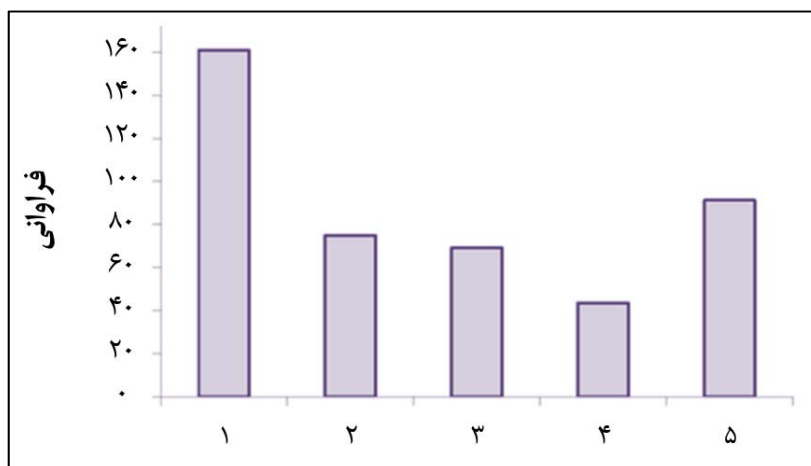
شکل ۱: کروکی رودخانه ماربر و موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری.

نمونه‌های ماکروبتوز توسط سوربر با ابعاد ۴۰*۴۰ سانتی‌متری جمع‌آوری شده و پس از قرار گرفتن در ظروف پلی‌اتیلنی دردار با محلول فرمالین ۴ درصد تثبیت شده و به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه نمونه‌ها با استفاده از لوپ با بزرگ‌نمایی ۱۰ تا ۴۰ شناسایی و شمارش شدند. نمونه‌های جمع‌آوری شده (به غیر از راسته *Diptera*) در حد راسته شناسایی شدند. دبی و درجه حرارت آب هر ایستگاه و نیز عمق آب در حین نمونه‌برداری ثبت گردید. پس از شناسایی و شمارش نمونه‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن در سطح معنی‌داری $\alpha = 0.01$ با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

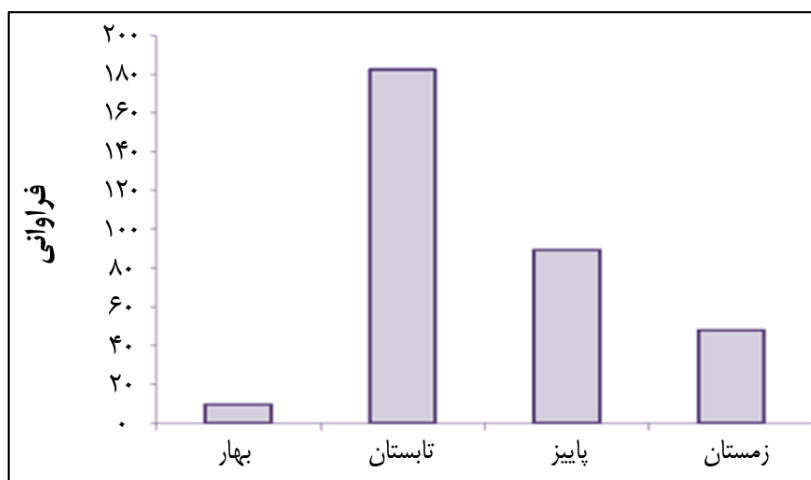
نتایج

در ایستگاه ۱ در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها، انواع و فراوانی بیش‌تری از ماکروبتوزها مشاهده شد و این حالت در تمام فصول مشاهده شد (شکل ۲). در ایستگاه ۱ تعداد گونه‌های شکارچی بسیار کم بود یا اصلاً مشاهده نشد. با رفتن به سمت پایین دست و تغییر پوشش گیاهی از تعداد کلی تاکسون‌ها کاسته شد. جنس بستر در غالب ایستگاه‌ها قلوه سنگی بوده که جنس بستر نیز عامل بسیار مهمی در تنوع و تراکم بی‌مهرگان است. در بخش‌های پایین دست رودخانه نمونه‌هایی از کم‌تاران نیز مشاهده شد. بیش‌ترین فراوانی ماکروبتوزها در فصل تابستان و پاییز و کم‌ترین فراوانی در بهار مشاهده شد (شکل ۳).

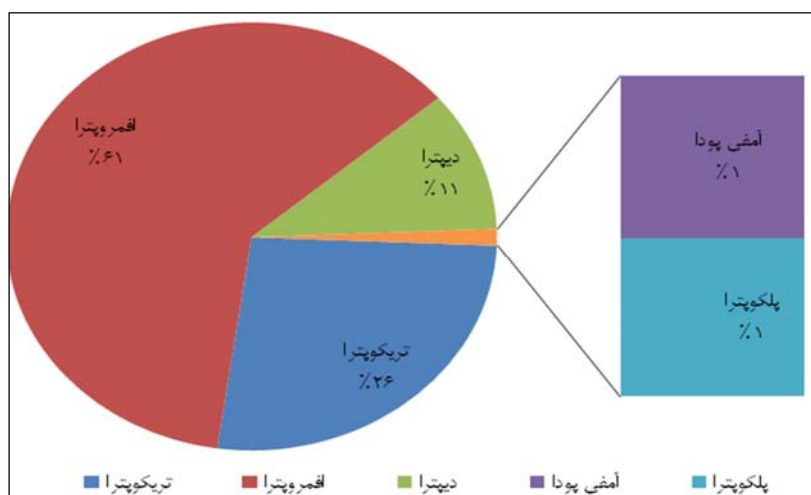
با توجه به اینکه غالب نمونه‌های مشاهده شده مربوط به ۳ راسته *Diptera*، *Tricoptera*، *Ephemeroptera* بود (شکل ۴)، نتایج مربوط به این سه راسته در این پژوهش بیش‌تر مورد توجه واقع شده است. بررسی فراوانی افراد راسته‌های مختلف در ماه‌های نمونه‌برداری به تفکیک هر ایستگاه در بخش زیر آورده شده است:



شکل ۲: مقایسه کلی میانگین فرآوری بی‌مهرگان بزرگ طی چهار فصل در رودخانه ماربر به تفکیک پنج ایستگاه نمونه‌برداری.



شکل ۳: مقایسه میانگین فرآوری بی‌مهرگان بزرگ منطقه مطالعاتی به تفکیک فصل.



شکل ۴: درصد فرآوری افراد راسته‌های مختلف ماکروبتوز رودخانه ماربر در سال ۱۳۹۰.

الف: Ephemeroptera

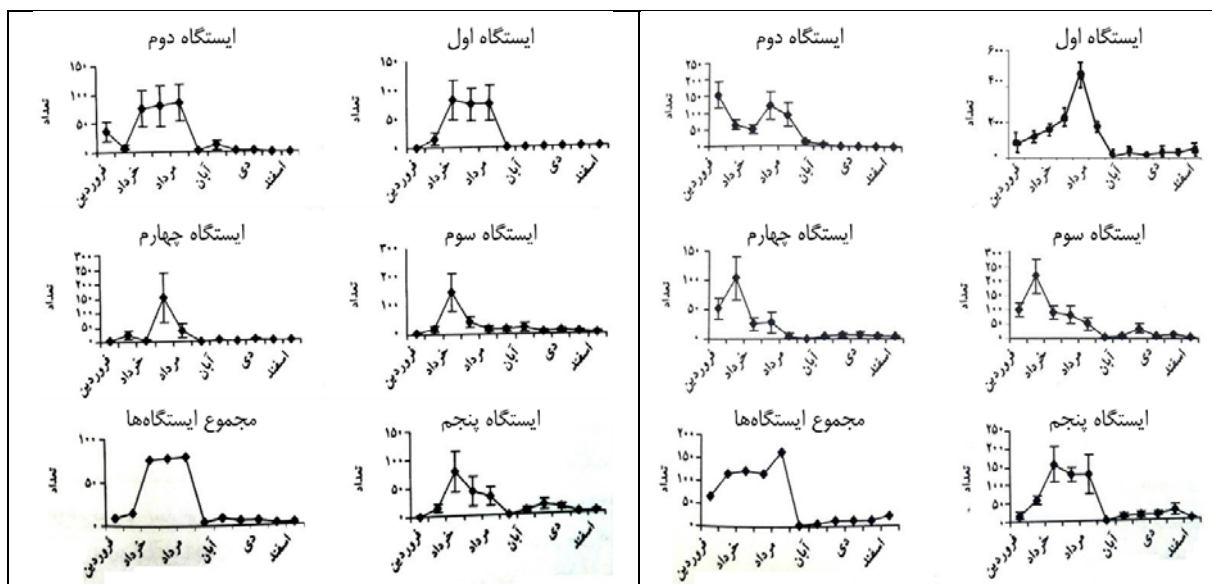
ایستگاه اول: بیشترین تعداد Ephemeroptera در مردادماه دیده شد و پس از شهریورماه فراوانی آن‌ها کاهش چشم‌گیری داشته است. کمترین تعداد افراد این راسته نیز در مهرماه مشاهده شد. در ایستگاه دوم بیشترین تعداد Ephemeroptera در فروردین بوده که بعد از شهریور در این ایستگاه نیز کاهش چشم‌گیری داشته است. کمترین تعداد افراد این راسته در ایستگاه ۲ در ماه آذر مشاهده شد. در ایستگاه ۳ بیشترین تعداد Ephemeroptera در اردیبهشت و کمترین تعداد در اسفند مشاهده شد. در فراوانی افراد این راسته از مهر تا اسفند تفاوت چندانی دیده نشد. بررسی‌ها نشان داد بیشترین و کمترین فراوانی افراد راسته Ephemeroptera در ایستگاه ۴ به ترتیب در اردیبهشت و مهر بوده و در مهر هیچ نمونه‌ای از این راسته برداشت نشد. در ایستگاه ۵ بررسی فراوانی افراد راسته Ephemeroptera نشان داد بیشترین فراوانی در خرداد و کمترین در مهر مشاهده شد. تغییرات و تعداد افراد از مهر تا اسفند کم و تفاوت چندانی با یکدیگر نداشت. در مجموع، بررسی فراوانی افراد این راسته در طول دوره مطالعه نشان داد بیشترین فراوانی در مرداد و کمترین فراوانی در مهرماه بوده است (شکل ۵).

ب: Tricoptera

بررسی فراوانی افراد این راسته در ایستگاه ۱ نشان داد بیشترین فراوانی در خرداد بوده و از مهر تا اسفند هیچ نمونه‌ای از این راسته مشاهده نشد. در ایستگاه ۲ بیشترین تعداد در خرداد، تیر و مرداد بوده است. نتایج نشان داد کمترین تعداد در ماه‌های آذر و دی بوده است. در ایستگاه ۳ بیشترین تعداد در خرداد و کمترین تعداد در بهمن، اسفند و فروردین مشاهده شد. در ایستگاه ۴ نیز بیشترین فراوانی در تیر بوده و تعداد افراد این راسته از مهر تا اسفند تغییرات محسوسی نداشته است. در ایستگاه ۵ نیز بیشترین تعداد در خرداد و کمترین در مهرماه بوده و در مجموع ایستگاه‌ها در طول دوره مطالعاتی به ترتیب خرداد، تیر و مرداد بیشترین تعداد افراد این راسته و بهمن و اسفند کمترین تعداد افراد این راسته را به خود اختصاص داده بودند (شکل ۶).

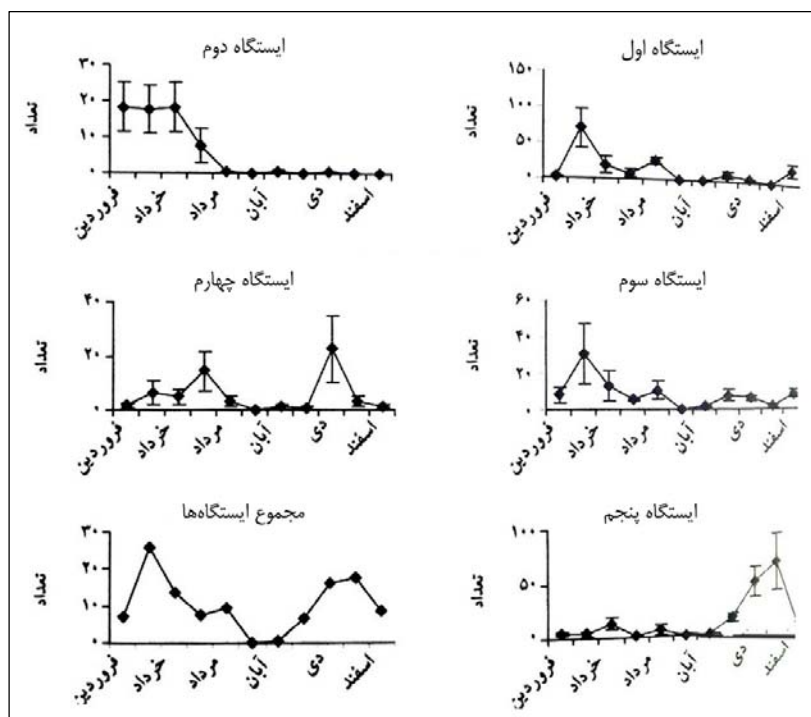
ج: Diptera

بررسی افراد راسته Diptera در ایستگاه ۱ در ماه‌های مختلف نشان داد بیشترین تعداد در اردیبهشت بوده و فراوانی افراد این راسته، بعد از شهریور کاهش چشم‌گیری را نشان می‌دهد. کمترین تعداد در مهرماه بوده و هیچ نمونه‌ای از افراد این راسته در این ماه مشاهده نشد. در ایستگاه دوم بیشترین تعداد در ماه‌های فصل بهار بوده و از شهریور به بعد کاهش مشهودی داشته است. در ایستگاه سوم بیشترین تعداد در اردیبهشت بوده و از مهر تا اسفند تغییرات بسیار کم بوده و تفاوت چندانی را نشان نمی‌دهد. کمترین تعداد افراد این راسته در ماه مهر در ایستگاه سوم مشاهده شد. با بررسی فراوانی راسته Diptera در ایستگاه ۴ مشاهده شد بیشترین تعداد آن‌ها در ماه دی دیده شد. در ماه‌های قبل و بعد دی تعداد بسیار کم و تغییرات نیز اندک بود. در ماه مهر هیچ نمونه‌ای از این راسته در ایستگاه ۴ دیده نشد. در ایستگاه ۵ نیز بیشترین فراوانی در بهمن و کمترین تعداد در مهر دیده شد (شکل ۷). در مجموع ایستگاه‌ها، بیشترین تعداد در ماه اردیبهشت و کمترین تعداد در مهرماه مشاهده شد (شکل ۷).



شکل ۶: فراوانی افراد راسته Tricoptera در رودخانه ماربر (۱۳۹۰).

شکل ۵: فراوانی افراد راسته Ephemeroptera در رودخانه ماربر (۱۳۹۰).



شکل ۷: فراوانی افراد راسته Diptera در رودخانه ماربر (۱۳۹۰).

جدول ۱: نتایج آنالیز واریانس بررسی اثر فصل و ایستگاه بر پراکنش کفزیان رودخانه ماربر.

متغیرها	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	P
ماه	۱۱	۱۳۸۷۲/۰۱۴	۴۶۲۴	۱۴/۸۱	۰/۰۰۱
ایستگاه	۴	۵۲۵۵/۱۴۳	۱۳۱۳/۷۸۶	۴/۲۱	۰/۰۰۱
خطا	۵۲	۱۶۲۳۵/۵۴	۳۱۲/۲۲		
کل	۶۷	۴۳۸۹۲/۷			

بحث و نتیجه گیری

از بین راسته‌های نمونه برداری شده در این تحقیق افراد راسته Diptera به آلودگی‌ها حساسیت کمی دارند و Simulidae و Chironomidae خانواده‌های مقاوم به آلودگی در این راسته می‌باشند که این مساله در گذشته توسط McCofferty (۱۹۸۱)، Savage (۱۹۸۹) و Kellogg (۱۹۹۴) نیز تایید شده بود. سه راسته دیگر کفزیان منطقه شامل Ephemeroptera, Tricoptera و Plecoptera بودند که به آلودگی حساس هستند. شرایط محیطی از نظر تنوع و کیفیت بستر، درجه حرارت آب، مقدار اکسیژن محلول و... از عواملی هستند که در میزان تراکم و بیوماس کفزیان بسیار موثر می‌باشند. در این میان افراد متعلق به سه راسته مهم حشرات آبزی درصد قابل ملاحظه‌ای از جمعیت کفزیان را تشکیل می‌دهند که حضور این گونه‌های حساس تاییدی بر کیفیت مناسب رودخانه می‌باشد. مشابه این نتایج در تحقیقات باقری و عبدالملکی بر روی رودخانه ارس و جرجانی و همکاران بر رودخانه مادرسو مشاهده شد (باقری و عبدالملکی، ۱۳۸۱ و جرجانی و همکاران، ۱۳۸۷). افزایش سهم راسته Diptera که عمدتاً دو خانواده Chironomidae و Simulidae می‌باشد می‌تواند به دلیل اثر خروجی فاضلاب روستاهای اطراف بر رودخانه و تغییر میزان مواد آلی و در نتیجه تغییر در ترکیب جمعیت کفزیان و شکل‌گیری گروه‌های تغذیه‌ای فیلترکننده و حذف گونه‌های حساس تر می‌باشد. بنابراین دو خانواده Chironomidae و Simulidae در پاسخ به افزایش مواد مغذی در ایستگاه ۵ افزایش یافتند زیرا تغییراتی که در ترکیب جمعیت کفزیان روی می‌دهد بیش تر در پاسخ به عوامل محیطی و شرایط استرس‌زای محیط بوده و در جهت حفظ تعادل اکولوژیکی آن می‌باشد (عبدلی و رحمانی، ۱۳۸۰). در ایستگاه اول بیش‌ترین تاکسون‌های بی‌مهرگان مشاهده شد که شاید واقع شدن در سرچشمه و کم بودن آلاینده‌ها و به‌ویژه آلاینده‌های آلی، باعث شده تاکسون‌های بیش‌تری از بی‌مهرگان در این منطقه مشاهده شود. زیرا انواعی از بی‌مهرگان مانند یک روزه‌ها (Ephemeroptera) قادر به تحمل آلودگی نیستند و حضور یا عدم حضور آن‌ها می‌تواند نشان‌گر کیفیت آب باشد. در این ایستگاه پوشش گیاهی نسبت به ایستگاه‌های پایین دست انبوه‌تر است و به دلیل اهمیت گیاهان در مراحل مختلف چرخه زندگی بی‌مهرگان، پوشش گیاهی می‌تواند به عنوان عامل مهمی در حضور بی‌مهرگان باشد. فراوانی افراد راسته‌های مختلف حتی در ایستگاه ۵ در اغلب ماه‌های سال تفاوت قابل توجهی با سایر ایستگاه‌ها نداشت. دلیل این امر را می‌توان با وجود ورود فاضلاب روستاهای اطراف، تجمع آلاینده‌ها و افزایش بار مواد آلی رودخانه از بالادست به پایین دست، به زیاد بودن دبی آب در این ایستگاه و نیز ایستگاه بالادست (ایستگاه ۴) مرتبط دانست. در ایستگاه ۵ پوشش گیاهی قابل توجهی از ماکروفیت‌ها و جلبک‌ها وجود دارد. این ایستگاه در منطقه جنگلی واقع شده و بنابراین مواد آلی و بقایای گیاهان نیز در آب زیاد است که می‌تواند شرایط لازم برای افزایش بی‌مهرگان را (Armitage et al., 1995) نسبت به ایستگاه ۴ فراهم نماید.

از آنجا که حدود ۸۴/۶ درصد طول رودخانه ماربر را مناطق کم عمق با بستر قلوه سنگی و سنگلاخی تشکیل می‌دهد بنابراین برخی از ویژگی‌های فیزیکی آب مانند دبی و سرعت نیز در این مناطق تحت تاثیر قرار گرفته و ویژگی‌های کیفی زیستگاه و جوامع بیولوژیکی را با تغییراتی مواجه ساخته و در نهایت در تنوع فون و فلور رودخانه نقش عمده‌ای دارد (ابراهیم نژاد و نیکو، ۱۳۸۳) که الگو برداری از این اطلاعات در بسیاری از طرح‌های به‌سازی با توجه به توان اولیه رودخانه ماربر و با عنایت به آن که مناطق کم عمق به عنوان منطقه غالب رودخانه به شمار می‌آیند، حائز اهمیت است. طبق تقسیم‌بندی Meyer و همکاران (۱۹۸۷)، لارو حشرات جزو جاندارانی محسوب می‌شوند که دارای نوسانات فصلی و غیرمنظم می‌باشند. بنابراین بر اثر سیلابی شدن رودخانه به‌صورت فصلی و دستکاری‌های انسانی، بستر با داشتن قلوه

سنگ‌هایی با ابعاد مختلف دچار تغییراتی می‌شود که این تغییرات و جابجایی سنگ‌های کوچک و بزرگ تاثیر به‌سزایی در حضور و فراوانی حشرات آب‌زی داشته است (Chessman, 1995). کاهش تعداد ماکروبتوزها در پاییز به دلیل سیلاب‌های فصلی ناشی از بارندگی حادث شده است. این رودخانه در طی ماه‌های شهریور، مهر و آبان به دلیل همزمانی با اوج بارندگی‌ها گاهی اوقات سیلابی می‌باشد. هنگامی که سیلاب در رودخانه رخ می‌دهد فون بنتیک رودخانه، به دلیل شسته شدن با سیلاب کاهش می‌یابد. در پژوهشی مشابه سیلاب پاییزه بطور قابل توجهی فون بنتیک رودخانه Cascadilla crcek در نیویورک را کاهش داد (Pennak, 1978). در نتیجه می‌توان گفت که فون بنتیک در رودخانه‌هایی که بطور متعدد در معرض بالا آمدن آب قرار می‌گیرند متغیر بوده و فراوانی آن‌ها نسبت به رودخانه‌هایی که با این وضع مواجه نیستند کم‌تر است. رودخانه ماربر دارای یک اوج دبی از اواسط زمستان تا اواسط بهار به علت بارندگی‌های فصلی می‌باشد که بسیار قابل توجه است. این افزایش دبی و سرعت آب می‌تواند یکی از دلایل کاهش جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی رودخانه نسبت به تابستان و پاییز باشد. همچنین یک افزایش دبی در اواسط تابستان نیز اتفاق می‌افتد که به علت اینکه دارای بار رسوب نسبتاً فراوان است، مطابق نظر Mackie (۱۹۸۸)، اثر تخریبی دارد و بعد از افت دبی معمولاً فون بنتیک کاهش قابل توجهی نشان می‌دهد (شکل‌های ۵، ۶ و ۷). لازم به ذکر است که خروج حشرات آب‌زی بالغ از آب در اواخر زمستان و بهار نیز از دلایل دیگر کاهش لارو حشرات آب‌زی در این دو فصل است. چنین نتایجی در مطالعات انجام شده توسط Long و همکاران (۲۰۰۲) و Walen (۲۰۰۲) نیز مشاهده شد.

مطابق نتایج تعداد نمونه‌ها در ایستگاه ۴ کم‌تر از بقیه ایستگاه‌ها بود. به نظر می‌رسد این امر به علت بالا بودن دبی و سرعت آب در این ایستگاه نسبت به ایستگاه‌های دیگر باشد. بیش‌ترین تعداد افراد راسته‌های Ephemeroptera و Tricoptera در ماه مرداد مشاهده شد در صورتی که بیش‌ترین تعداد افراد راسته Diptera در اردیبهشت و همچنین بهمن ماه مشاهده شد. کاهش افراد این راسته در اسفند و فروردین را می‌توان به بالا بودن آب در این دو ماه نسبت داد. در ایستگاه ۵ پوشش گیاهی قابل توجهی از ماکروفیت‌ها و جلبک‌ها وجود دارد، این ایستگاه در منطقه جنگلی واقع شده و بنابراین مواد آلی و بقایای گیاهان نیز در آب زیاد است و شاید دلیلی بر افزایش تعداد بی‌مهرگان باشد. در این ایستگاه Elmidae فراوان‌تر از سایر خانواده‌های قاب‌بالان ایستگاه‌ها هستند. این قاب‌بالان در بخش‌هایی از رودخانه که سرعت جریان آب زیاد است زندگی می‌کنند (Narf, 1997; Needham and Needham, 1962) و چون در این بخش رودخانه آب با سرعت زیادی در جریان است انواعی از یک‌روزه‌ها فقط در این ایستگاه مشاهده شد زیرا این حشرات نیز با نواحی تندآب رودخانه‌ها سازگار شده‌اند. مطالعات آماری نشان می‌دهد (جدول ۱) که بین میانگین فراوانی بی‌مهرگان بزرگ ایستگاه اول با سایر ایستگاه‌ها، بجز ایستگاه شماره ۵، تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P=0/001$).

در تابستان تعداد افراد Diptera (به خصوص خانواده Chironomidae) کاهش قابل توجهی یافت (شکل ۷). احتمالاً دلیل این مهاجرت عمودی از کف به سطح و به خصوص فعالیت تغذیه‌ای کفزی‌خواران می‌باشد (Wetzel, 1993). این امر در تحقیق حسین‌پور (۱۳۷۴) در رودخانه سیاه‌درویشان و در رودخانه مادرسو (۱۳۸۵) توسط جرجانی و همکاران نیز گزارش شده بود.

در فصل تابستان بیش‌ترین فراوانی نسبت به سایر فصول مشاهده شد اما دوره‌های کم آبی به‌ویژه بر روی تاکسون‌هایی که در حاشیه رودخانه‌ها زندگی می‌کنند مؤثر است. تابستان فصل تولیدمثل و زادآوری کفزیان می‌باشد و کفزیان به‌ویژه در جاهایی که از نظر عوامل فیزیکی و شیمیایی و هیدرولوژیک مناسب باشند جهت تولیدمثل تجمع می‌کنند (Barbour et al., 1999; Kellogg, 1994; Long et al., 2002). برخی بی‌مهرگان نیز در پاییز و زمستان مشاهده شدند، این بی‌مهرگان در تابستان یک مرحله رکود را می‌گذرانند و از این جهت در تابستان کمتر دیده می‌شوند. در بهار بی‌مهرگان در کم‌ترین انواع و فراوانی دیده شدند، در فصل بهار هنوز چرخه‌های تولیدمثل کامل نشده است، گیاهان آب‌زی رشد کافی نکرده‌اند یا به علت کوچک بودن بی‌مهرگان و درشتی چشمه‌های توری احتمالاً، جمع‌آوری نشده و فراوانی آن‌ها کم‌تر است. همچنین به علت طغیان آب رودخانه‌ها در بهار و شسته شدن کلونی‌های موجود، فراوانی در این فصل نیز کم‌تر است. نتیجه مطالعات آماری نشان می‌دهد که بین میانگین فراوانی بی‌مهرگان بزرگ سه فصل تابستان، پاییز و زمستان نسبت به بهار تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P=0/001$). همچنین کاهش چشمگیر افراد راسته Plecoptera در این تحقیق نسبت به تحقیق ابراهیم نژاد و نیکو (۱۳۸۳) دیده شد. به طوری که درصد فراوانی افراد این راسته در تحقیق مذکور در اردیبهشت حدود ۱۵ درصد بود ولی در تحقیق حاضر به کم‌تر

از یک درصد کاهش یافت. به نظر می‌رسد در حال حاضر رودخانه ماربر نیاز بیوژیک افراد این راسته را تامین نمی‌نماید که این خود می‌تواند دلیل کاهش شرایط کیفی لازم آب برای افراد این راسته در طول سال‌های اخیر باشد.

در نتیجه‌گیری کلی و با تکیه بر حضور گونه‌های حساس به آلودگی در کل منطقه مطالعاتی، می‌توان بیان داشت که رودخانه ماربر دارای آبی با خصوصیات کیفی مناسب می‌باشد. بروز سیلاب فصلی در اواسط مرداد باعث کاهش چشم‌گیر ماکروبتوزها در این رودخانه می‌شود. به‌طور کلی در این مطالعه نسبت به مطالعات انجام شده در گذشته توسط ابراهیم‌نژاد و نیکو (۱۳۸۳)، میزان تنوع کفزیان در این رودخانه در سال‌های اخیر تا حدودی کاهش یافته است.

سپاسگزاری

نگارنده، مراتب تقدیر و تشکر خود را از آقای قربانی به دلیل همکاری‌های صادقانه ایشان اعلام می‌دارد.

منابع

- ابراهیم‌نژاد، م.، نیکو، ح.، ۱۳۸۳. شناسایی تاکسونومیک و پراکنش بی‌مهرگان بزرگ رودخانه‌ی ماربر در استان اصفهان، مجله زیست‌شناسی ایران، جلد ۱۷، شماره ۳، صفحات ۲۴۷-۲۶۰.
- احمدی، م. و. و نفیسی، م.، ۱۳۸۰. شناسایی موجودات شاخص بی‌مهره آب‌های جاری، انتشارات خبیر، چاپ اول، ۳۳۴ ص.
- باقری، س. و عبدالملکی، ش.، ۱۳۸۱. بررسی پراکنش و تعیین توده زنده بی‌مهرگان کفزی دریاچه ارس، مجله علمی شیلات ایران، مؤسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، سال یازدهم، شماره چهار، صفحات ۱-۱۱.
- جرجانی، س.، قلیچی، ا.، اکرمی، ر.، خیرآبادی، و.، ۱۳۸۷. ارزیابی شاخص زیستی آلودگی و فون کفزیان نهر مادرسو پارک ملی گلستان، مجله شیلات ایران، سال دوم، شماره اول.
- حسین‌پور، ن.، ۱۳۷۴. بررسی منابع ماکروژنوبنتیک رودخانه‌های سیاه‌رودیشان و پسیخان، مجله علمی شیلات ایران، مؤسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، سال چهارم، شماره سوم. صفحات ۸-۲۰.
- عبدلی، ا. و رحمانی، ح.، ۱۳۸۰. بررسی رژیم غذایی دو گونه گاماهی *Neogobius fluviatilis* و *Neogobius melanostomus* در نهر مادرسو پارک ملی گلستان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، سال هشتم، شماره اول، صفحات ۳-۱۵.
- ملازاده، ن.، ۱۳۸۹. بررسی کیفیت رودخانه هراز با استفاده از برخی پارامترهای فیزیکی شیمیایی و شاخص زیستی بزرگ بی‌مهرگان کفزی، اولین همایش منطقه‌ای محیط زیست و آلاینده‌ها، ایران، ۲۶۰ صفحه.

Armitage, P. D., Cranston, P. S. and Pinder, L. C. V., 1995. The Chironomidae, the biology and ecology of non-biting midges. Chapman & Hall, London, P286.

Barbour, M. T., J. Gerritsen, B. D. Snyder, and J. B. Stribling. 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.

Barnes, R. S. K., Calow, P. and Olive, P. J. W., 2001. The invertebrates: A new synthesis. Blackwell Scientific Publication, London, P 488.

Chessman, B. C., 1995. Rapid assessment of rivers using macroinvertebrates: A procedure based on habitat-specific sampling, family level identification and biotic index. Australian Journal of Ecology, 122-129.

Kellogg, L. L., 1994. Save our streams: Monitor's guide to aquatic macroinvertebrates. Izaak Walton League, America, P60.

Long, S. M., Abarg, F. and Rahim, K. A. A., 2002. The macroinvertebrate community of the fast flowing rivers in the Crocker Range National Park Sabab, Malaysia.

Mackie, G. L., 1988. Applied aquatic ecosystem concepts. University of Guelph Custom Coursepack, Boston, P488.

McCofferty, W. P., 1981. Aquatic entomology. Jones and Bartlett Publishers, Boston, P448.

Meyer, L. A., Fauber, A., Graf, G., Thiel, H., 1987. Aspects of benthic community structure and metabolism-lecture notes on coastal and estuarine. Studies-Springer-Verlag Publications.

- Mottley, M., 1993.** Determination of the food grade of stream. Trans. Am. Fish. Soc. PP 240-248.
- Narf, R., 1997.** Midges, bugs, whirligigs and others: The distribution of insects in Lake "U-Name-It". Lakeline. N. Am. lake Manage. SOC. 16-57, 17-62.
- Needham, J. G. and Needham, P. R., 1962.** A guide to the study of freshwater biology. Holden-day, San Francisco, P 108.
- Nezami, B. S. A., 1993.** Nutrient load, community structure and metabolism in the eutroifying Anzali lagoon, Iran, Thesis submitted to the Hungarian Academy Science of the degree of Ph.D. P 139.
- Owen, T. L., 1974.** Handbook of common methods in limnology. Institute of environmental studies and department of biology, Baylor University, Waco, Texas, U.S.A. Pp. 120-130.
- Pennak, R. W., 1978.** Freshwater invertebrates of United States. John Wiley and Sons, New York, P803.
- Savage, A. A., 1989.** Adults of the British Aquatic Hemiptera, Heteroptera: A key with ecology notes. Freshwater Biological Association, Scientific Publication, England, P 50.
- Walen, J. K., 2002.** Assessment of stream habitat, fish, macroinvertebrates, sediment and water chemistry for eleven streams in Kentucky and Tennessee, Virginia Polytechnic Institute, CATT, P 71.
- Wetzel, R. G., 1993.** Limnology. Saunders College Publishing, New York, 767.