

## نظارت بر سلامت رودخانه زرین گل با استفاده از شاخص زیستی SIGNAL

- محمد قلی زاده\*: گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، صندوق پستی: ۱۶۳
- محمد هادی پاکروان: گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، صندوق پستی: ۱۶۳

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۶

### چکیده

تخریب و تنزل زیستگاه رودخانه‌ها موجب از دست دادن تنوع زیستی و همچنین در ارتباط با سلامت بوم‌سازگان و کیفیت آب می‌باشد. یکی از روش‌های مناسب جهت تعیین سلامت و تاثیر فعالیت‌های انسانی بر کاهش کیفیت رودخانه‌ها، ارزیابی آن‌ها با استفاده از جمعیت درشت بی‌مهرگان کفزی می‌باشد. هدف از این مطالعه ارزیابی سلامت رودخانه زرین گل با استفاده از شاخص SIGNAL می‌باشد. نمونه‌های کفزی با استفاده از سوربرسمپلر با سطح پوشش ۹۰۰ سانتی متر مربع در فصول زمستان و بهار از ۴ ایستگاه (بالادست رودخانه، در موقعیت‌های خروجی مزارع پرورش ماهی و منطقه جنگلی) با سه تکرار گرفته شد. در مجموع تعداد ۱۹۷۱ نمونه از درشت بی‌مهرگان کفزی شناسایی شدند که شامل ۱۹ خانواده و ۸ راسته بودند. نتایج نشان داد که امتیاز شاخص SIGNAL در بین ایستگاه‌های نمونه برداری مشابه و در یک چهارم a با کیفیت مناسب قرار گرفته‌اند. اما امتیاز شاخص SIGNAL 2 در ایستگاه ۴ در یک چهارم b با آلودگی نسبی به دست آمد. براساس نتایج به دست آمده از پراکنش بزرگ بی‌مهرگان کفزی و شاخص زیستی، تاثیر عوامل انسانی بر روی نهر زرین گل کاملاً مشهود بوده و از ایستگاه‌های دست نخورده (۱ و ۳) به طرف ایستگاه‌های (۲ و ۴) که تحت تاثیر انواع پساب مزارع پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان قرار داشتند شرایط نامطلوب‌تری را از نظر آلودگی دارا بودند.

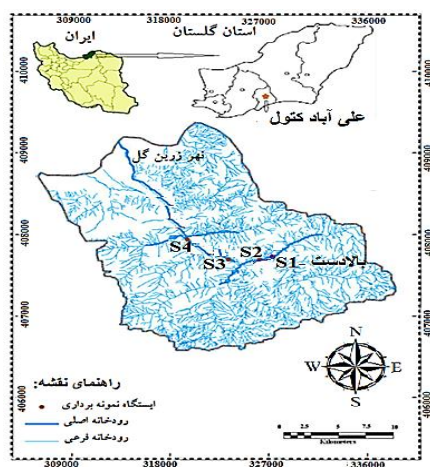
**کلمات کلیدی:** جوامع بزرگ بی‌مهرگان آبی، شاخص SIGNAL، رودخانه زرین گل

## مقدمه

بزرگ بی مهرگان کفزی برای محاسبه رتبه کیفیت آب نهرها یا دیگر بدنه آبی استفاده می شود. مطالعه حاضر به منظور بررسی ساختار جمعیتی بزرگ بی مهرگان آبی با استفاده از شاخص سیگنال و با هدف تعیین کیفیت آب رودخانه زرین گل که یکی از منابع تأمین آب کشاورزی، هم چنین بوم سازگان مناسب جهت پرورش ماهیان سرد آبی (مزرعه ای در حاشیه رودخانه با ورود پساب تصفیه نشده) و طبیعت گردی انجام شده است. هم چنین مطالعه حاضر در ادامه پژوهش های انجام گرفته برای ارزیابی شاخص های زیستی بزرگ بی مهرگان آبی برای تعیین کیفیت آب رودخانه زرین گل در ایستگاه های مطالعاتی انجام گرفته است. هدف از این مطالعه بررسی تغییرات زیستگاه در طول رودخانه زرین گل که اثرگذار بر تنوع جوامعی بزرگ بی مهرگان کفزی و تأثیرپذیر به وسیله خودپالایی رودخانه است.

## مواد و روش ها

رودخانه زرین گل یکی از سرشاخه های گرگان رود است و موقعیت جغرافیایی رودخانه (طول جغرافیایی  $37^{\circ}57'$  و عرض جغرافیایی  $36^{\circ}52'$ ) می باشد. این رودخانه از دامنه های شمالی البرز شرقی سرچشمه می گیرد. حداکثر دبی آب رودخانه  $106 \times 150$  مترمکعب و حداقل دبی آب  $103 \times 75$  مترمکعب است و طول رودخانه ۲۲ کیلومتر با بستر سنگی - سنی می باشد (افشین، ۱۳۶۳؛ وزارت نیرو، ۱۳۷۰). مساحت حوزه آبریز آن در حدود  $342/82$  کیلومتر و حداکثر ارتفاع حوزه  $2800$  متر و حداقل ارتفاع آن  $280$  متر می باشد. این رودخانه با توجه به دانه بندی ذرات بستر از جمله رودخانه هایی با بستر درشت دانه است و در فاصله ۱۲ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان علی آباد کتول در استان گلستان واقع می باشد (شکل ۱).



شکل ۱: ایستگاه های نمونه برداری از رودخانه زرین گل علی آباد کتول، استان گلستان، ایران

مطالعه رودخانه ها و نهرها بسیار مهم بوده و نه تنها در تشخیص سلامت بوم سازگان رودخانه مؤثر است بلکه می تواند نشان دهنده فشارهای وارده از محیط اطراف باشد (Sioli, ۱۹۷۵). ارزیابی از کیفیت زیستی رودخانه ها و نهرها یک جنبه مهم برای تعیین اثرات استرس های محیطی و این که سلامتی چنین محیط های می تواند یکپارچگی بوم شناسی را با ارائه مکان های طبیعی و دست خورده نشان دهد. یکپارچگی بوم شناسی ترکیبی از سه مولفه، یکپارچگی شیمیایی، فیزیکی و زیستی است. هنگامی که یک یا بیش تر از این مولفه ها تنزل یابند، سلامت بدنه آبی را تحت تأثیر قرار داده و در بیش تر موارد زندگی آبریان که در آن جا ساکن هستند این کاهش در تنوع و فراوانی را منعکس می کنند. ارزیابی زیستی یک ابزار مهم برای سنجش شرایط کیفی از یک محیط آبی است. با شناخت اجزاء کیفیت زیستی (BQE = Biological Quality Elements) می توان درک درستی از گروه هایی از موجودات که به طور یکپارچه تحت تأثیر استرس های مختلف مانند مواد مغذی غنی، اسیدیته، کاهش میزان اکسیژن محلول و تنزل زیستگاه داشت. این اجزاء کیفیت زیست شناختی در رودخانه ها و نهرها، فیتوپلانکتون ها، جلبک ها و بزرگ بی مهرگان کفزی و ماهیان هستند. در این بین بزرگ بی مهرگان آبی کفزی از اهمیت بیش تری برخوردارند (Blanchet و همکاران، ۲۰۰۸). زیرا جمع آوری آن ها نسبت به سایر موجودات ساده تر است، با چشم غیر مسلح دیده می شوند، دارای چرخه زندگی نسبتاً طولانی بوده، تنوع زیادی دارند و گونه های مختلف آن ها در گستره های متفاوت آلودگی (از حالت تمیز تا آلودگی شدید) یافت می شوند (Schultz و Dibble, ۲۰۱۲). بنابراین مطالعه و بررسی ساختار جوامع کفزی در بوم سازگان های آبی جایگاه خاصی در بررسی های بوم شناسی موجودات آبی به خود اختصاص داده است. اهمیت بزرگ بی مهرگان آبی نه تنها به جهت حضور آن ها در زنجیره غذایی می باشد بلکه حضور یا عدم برخی از گونه های بزرگ بی مهرگان آبی نشان دهنده کیفیت آب از نظر میزان آلودگی و یا عدم آلودگی می باشد. بزرگ بی مهرگان آبی دارای تفاوت هایی از لحاظ مقاومت در برابر شدت آلودگی و کاهش اکسیژن با یکدیگر می باشد و در مورد بعضی از گونه ها این تفاوت بیش تر است (Cooper, ۱۹۸۷). برای نظارت جوامع بزرگ بی مهرگان کفزی به عنوان شاخص زیستی از سلامت رودخانه روش های متعددی وجود دارد. یکی از این روش ها، یک روش فراگیر در استرالیا، شاخص سیگنال (سطح میانگین تعداد درجه بی مهرگان نهر، SIGNAL) که درجات حساسیت به آلودگی برای همه گونه های بزرگ بی مهرگان کفزی در استرالیا را ارزیابی می کند (Chessman, ۲۰۰۳). بر اساس گونه های موجود در هر ایستگاه، درجه حساسیت

آلودگی) ارزیابی می‌کند و به هر خانواده براساس حساسیت آن به آلودگی، امتیازی بین صفر تا ده می‌دهد. هرچه امتیاز خانواده بیش تر باشد، حساسیت خانواده به آلودگی بیش تر است.

$$\text{SIGNAL} = \frac{\text{فاکتور وزنی} \times \text{درجه حساسیت}}{\text{مجموع کل فاکتور وزنی}}$$

نهایتاً نموداری با دو متغیر عدد شاخص در ستون عمودی و تعداد خانواده در ستون افقی رسم می‌شود که از تقسیم سطح این نمودار به چهار قسمت میزان و منشأ تغییرات زیست‌محیطی مشخص می‌شود (جدول ۴ و شکل ۲).

جدول ۱: پارامتر وزنی و طبقه‌بندی سلامت اکولوژیکی آب برای

محاسبه شاخص زیستی SIGNAL

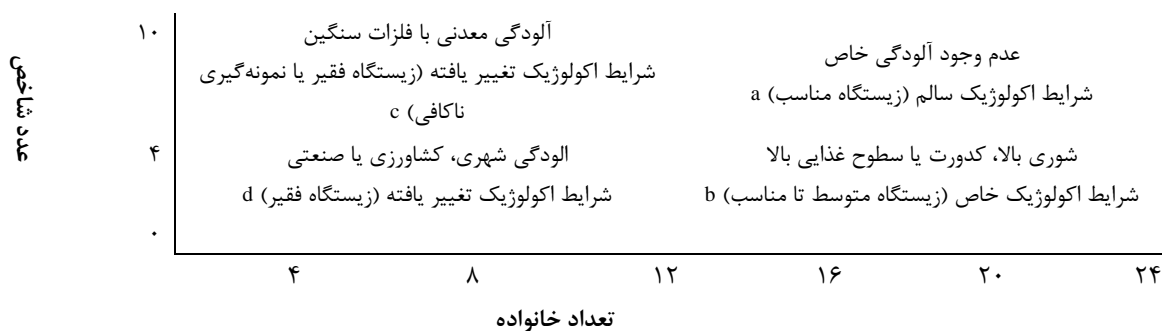
طبقه	پارامتر وزنی	تعداد نمونه	عدد شاخص	کیفیت آب
۱	۱	۱-۲	> ۷	عالی
۲	۲	۳-۵	۶-۷	آب تمیز
۳	۳	۶-۱۰	۵-۶	آلودگی کم
۴	۴	۱۱-۲۰	۴-۵	آلودگی متوسط
۵	۵	> ۲۰	< ۴	آلودگی شدید

نمونه‌برداری در ۲ فصل (۶ ماه) زمستان و بهار (فعالیت بالای مزارع به علت مناسب بودن عوامل آب و فراوانی بیش تر بزرگ بی‌مهرگان کفزی در فصل بهار به علت زمان تولیدمثل این گونه‌ها) به صورت ماهیانه در ۴ ایستگاه صورت گرفت. نمونه‌برداری از درشت بی‌مهرگان کفزی، از نمونه‌بردار سوربر (۰/۰۹ مترمربع) با چشمه تور ۶۳ میکرون استفاده شد. در هر ایستگاه مطالعاتی از ۳ نقطه کناره‌ها و وسط رودخانه نمونه‌برداری صورت گرفته و نمونه‌های باقی‌مانده بعد از شستشو در الک، به داخل دبه یک لیتری ریخته و با فرمالین ۴ درصد تثبیت شد. هم‌چنین نمونه‌ها جهت شناسایی به آزمایشگاه بوم‌شناسی دانشگاه گنبدکاووس انتقال داده شد. شناسایی موجودات جداسازی شده با کمک لوپ آزمایشگاهی (بزرگ‌نمایی ۱۰ تا ۴۰) و کلید شناسایی معتبر در حد خانواده استفاده گردید (احمدی و نفسی، ۱۳۸۰؛ محبوبی صوفیانی و نادری، ۱۳۷۹).

شاخص (Stream Invertebrate Grade Number) SIGNAL

(Average Level) استرالیا: شاخص زیستی سیگنال توسط Chessman

(۲۰۰۳) برای ارزیابی سلامت آب در استرالیا تعیین گردید. شاخص مذکور، کیفیت آب را از ۱ (مقاوم به آلودگی) تا ۱۰ (حساسیت به



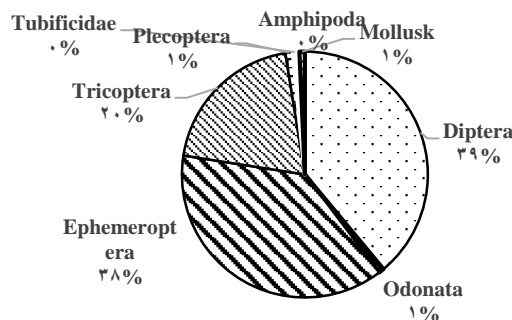
شکل ۲: تعیین منشأ تغییرات اکولوژیک با کمک شاخص سیگنال

بیش‌ترین فراوانی از این خانواده‌ها در ایستگاه‌های بعد از مزرعه پرورش ماهی (۲ و ۴) مشاهده گردید. در ایستگاه ۱، افمروپترا بیش‌ترین درصد (۵۴/۵۸) و آمفی‌پودا با ۱/۰۷ درصد کم‌ترین فراوانی را داشتند. هم‌چنین در این ایستگاه راسته Odonata و Tubificidae مشاهده نشد. نتایج نشان داد که بیش‌ترین فراوانی خانواده‌های EPT در ایستگاه بالادست (۱) و ایستگاه ۳ مشاهده گردید. خانواده Plecoptera فقط در ایستگاه‌های ۱ و ۳ مشاهده شد.

در مطالعه حاضر، در مجموع تعداد ۱۹۷۱ نمونه از بزرگ بی‌مهرگان کفزی شناسایی شدند که شامل ۱۹ خانواده و ۸ راسته بودند. بیش‌ترین تعداد گونه مشاهده شده در ایستگاه ۴ (S=۱۵) و کم‌ترین آن در ایستگاه ۳ (S=۱۲) است. بیش‌ترین فراوانی ۳۸/۹۷ درصد و ۷ خانواده مربوط به راسته Diptera است که خانواده‌های Chironomidae و Simuliidae بیش‌ترین سهم را در این راسته دارند.



نتایج محاسبه شده شاخص سیگنال از رودخانه زرین گل در جدول ۴ آورده شده است. شاخص سیگنال برای ایستگاه اول نشان داد که براساس شکل ۱، در یک چهارم a قرار می‌گیرد. همچنین بر اساس نتایج به دست آمده، شاخص سیگنال بالاتر از ۴ بوده، یعنی دیگر ایستگاه‌ها (۲، ۳ و ۴) نیز در یک چهارم a قرار گرفتند. شاخص سیگنال ۲ نیز نشان داد که ایستگاه‌های اول و دوم و سوم بالاتر از ۴ بوده و در یک چهارم a قرار می‌گیرد. اما مقدار شاخص سیگنال ۲ در ایستگاه ۴، ۳/۸۹ بوده و با توجه به تعداد گونه این ایستگاه در یک چهارم b قرار می‌گیرد.



شکل ۳: درصد ترکیب جمعیت راسته‌های بزرگ بی‌مهرگان کفزی در ایستگاه‌های نمونه برداری

جدول ۳: آنالیز داده‌های بزرگ بی‌مهرگان کفزی با استفاده از شاخص سیگنال در رودخانه زرین گل

امتیاز Signal 2	امتیاز Signal	فراوانی				خانواده	راسته
		S4	S3	S2	S1		
۳	۱	۱۳۳	۱۶	۱۴۲	۲۱	Chironomidae	Diptera
۴	۶	۴۰	۰	۵	۲	Ceratopogonidae	
۵	۵	۱۶۶	۴۵	۱۵۰	۲۲	Simuliidae	
۵	۵	۷	۰	۳	۰	Tipulidae	
۳	۵	۲	۰	۰	۰	Tabanidae	
۳	۵	۰	۰	۲	۰	Athericidae	
۳	۷	۳	۲	۰	۲	Blephariceridae	
۱۰	۱۰	۰	۰	۲	۰	Anisoptera	Odonata
۲	۵	۵	۰	۷	۰	zigoptera	
۴	۷	۳۰	۹۱	۴۰	۱۰۴	Caenidae	Ephemeroptera
-	-	۱۱	۵۹	۱۶	۷۶	Heptageniidae	
۵	۵	۴۲	۱۳۰	۲۲	۱۲۴	Baetidae	
۹	۸	۴۰	۵۴	۳۵	۹۰	Glossosomatidae	Tricoptera
۷	۷	۴	۱۰	۰	۱۰	Leptoceridae	
۶	۵	۲۰	۴۱	۲۰	۷۰	Hydropsychidae	
۳	-	۰	۱	۰	۱۸	Perlidae	Plecoptera
۸	۱۰	۶	۰	۵	۰	Naididae	Tubificidae
۲	۲	۰	۱	۰	۶	Gammaridae	Amphipoda
۱۰	-	۲	۱	۰	۱۲	Gasteropoda	Mollusk

## بحث

در مطالعه حاضر اثرات پساب ۲ کارگاه پرورش قزل‌آلای با مقیاس متوسط بر روی کیفیت آب با استفاده از شاخص سیگنال و جوامع بزرگ بی‌مهرگان کفزی در طول فصول زمستان و بهار در نهر زرین گل مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داد که لارو حشرات آبرزی، موجودات غالب فون کفزی رودخانه زرین گل را تشکیل دادند

جدول ۴: نتایج شاخص سیگنال از ۴ ایستگاه و ۲ فصل نمونه برداری از رودخانه زرین گل.

ایستگاه‌های نمونه برداری	شاخص SIGNAL 2		شاخص SIGNAL	
	بهار	زمستان	بهار	زمستان
ایستگاه ۱	۴/۴۹	۴/۱۲	۵/۶۲	۵/۵۳
ایستگاه ۲	۴/۰۱	۴/۲۸	۵/۰۲	۵/۱۶
ایستگاه ۳	۴/۶۱	۴/۷۶	۵/۱۱	۵/۲
ایستگاه ۴	۳/۸۹	۴/۰۹	۴/۷۹	۴/۸۸

فاکتورهای استرس زاماند سموم شیمیایی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی و شریط فیزیکی نامطلوب وجود نداشته است. به‌طور کلی، می‌توان گفت رودخانه‌ها و نه‌رهایی که در مکان‌های دست نخورده به‌صورت طبیعی هستند در یک چهارم a این شاخص قرار می‌گیرند. نتایج برای شاخص سیگنال ۲ نشان داد که اکثر ایستگاه‌ها در یک چهارم a واقع شده که نمایان‌کننده تنوع در زیستگاه فیزیکی رودخانه و عدم وجود فعالیت‌های انسانی و مخاطرات طبیعی می‌باشد. اما در ایستگاه ۴ مقدار این شاخص از ۴ کم‌تر بوده، و در یک چهارم b قرار گرفته است. بدین معنی که این ایستگاه در معرض آلودگی از جمله کدورت بالا و مواد مغذی غنی در محیط طبیعی بوده است. هم‌چنین دلیل آن را مزرعه پرورش ماهی دانست که پساب تصفیه نشده آن وارد محیط شده و باعث ایجاد شرایط استرس‌زا برای بزرگ بی‌مهرگان کفزی شده است. به‌طور کلی همه شاخص‌های استفاده شده یک نوع مشابه از کلاس کیفیت آب با توجه به مقدار شاخص زیستی محاسبه شده می‌دهد و این مطالعه مشخص کرد که شاخص سیگنال ۲، دقت و صحت بالاتری نسبت شاخص دیگر دارد. نتیجه‌گیری کلی نشان داد که ترکیبی از این شاخص‌های زیستی ممکنه به‌طور مناسب به‌عنوان ابزاری مؤثر در هزینه و زمان برای ارزیابی کیفیت آب از رودخانه‌ها و نه‌رها باشد.

## منابع

۱. احمدی، م.ر. و نفیسی، م.، ۱۳۸۰. شناسایی موجودات شاخص بی‌مهره آب‌های جاری. انتشارات خبیر، ۲۴۰ صفحه.
۲. افشین، ی.، ۱۳۶۳. رودخانه‌های ایران. انتشارات وزارت نیرو. ۵۷۵ صفحه
۳. شمالی، م. و عبدالملکی، ش.، ۱۳۷۵. بررسی‌های زیستی و غیرزیستی رودخانه کرگانرود، مرکز تحقیقات شیلات گیلان، بندر انزلی. ۶۰ صفحه.
۴. جمالزاده، ف. و افراز، ع.، ۱۳۸۶. گزارش بررسی زیستی و غیر زیستی رودخانه شفارود. مرکز تحقیقات شیلات گیلان، بندر انزلی. ۶۵ صفحه.
۵. قانع‌ساسان‌سرایبی، ا.، ۱۳۸۳. شناسایی ساختار جمعیت ماکروبن‌توزهای رودخانه چافرود در استان گیلان با توجه به برخی عوامل کیفی آب (در محدوده روستای اورمان ملال). پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه تربیت مدرس. ۹۸ صفحه.
۶. محبوبی صوفیانی، ن. و نادری، غ.، ۱۳۷۹. کلید شناسایی بی‌مهرگان نه‌رها و رودخانه‌ها. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۳۱ صفحه.
۷. وزارت نیرو. ۱۳۷۰. مطالعات مرحله اول طرح تغذیه مصنوعی محدود رودخانه گرمادشت زرین گل (جلد ۲) مطالعات هیدرولوژی. ۶۸ صفحه.

که چنین نتیجه‌ای در رودخانه چافرود (قانع‌ساسان‌سرایبی، ۱۳۸۳)، در رودخانه گرگان رود (شمالی و عبدالملکی، ۱۳۷۵) و در رودخانه شفارود (جمالزاده و افراز، ۱۳۸۶) نیز به‌دست آمد. در تحقیق حاضر، بیش‌ترین فراوانی و تنوع جوامع بزرگ بی‌مهرگان کفزی در بین فصول مورد مطالعه، در فصل بهار مشاهده شد که به‌علت فراهم شدن شرایط محیطی مناسب مانند تغذیه و تولیدمثل، تولید فیتوپلانکتونی افزایش و در نتیجه مواد غذایی بیش‌تری در اختیار بزرگ بی‌مهرگان کفزی قرار می‌گیرد. بزرگ بی‌مهرگان کفزی شاخص‌های خوبی برای تعیین کیفیت آب می‌باشند. جمعیت بزرگ بی‌مهرگان کفزی تحت تأثیر شرایط محیطی زیست از جمله ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب قرار دارند. نوع رسوبات (Bode و همکاران، ۲۰۰۲) و ساختار بستر رودخانه‌ها نیز نقش مهمی در انتشار، فراوانی و تراکم بزرگ بی‌مهرگان آبی ایفا می‌کند (Camargo و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج تحقیق حاضر به‌طور کلی نشان‌دهنده کاهش غنای گونه‌های Ephemeroptera و Plecoptera در ایستگاه ۲ تحت تأثیر فعالیت پرورش ماهی نسبت به ایستگاه یک است که نشان‌دهنده تأثیر پساب بر گونه‌های حساس به آلودگی در جوامع کفزی رودخانه، افزایش مواد آلی و احتمالاً کاهش اکسیژن بستر می‌باشد (Hynes، ۱۹۷۰) و هم‌چنین فراوانی گونه‌های مقاوم به آلودگی مخصوصاً راسته Diptera که نشان‌دهنده کاهش کیفیت آب در این ایستگاه است. هم‌چنین خانواده‌های شیرونومیده و سیمولیده بیش‌ترین فراوانی را به خود اختصاص دادند که از بزرگ بی‌مهرگان کفزی مقاوم به آلودگی می‌باشند، افزایش نسبی بزرگ بی‌مهرگان کفزی مقاوم نشانگر اثر فشارهای محیطی بر بوم سازگان رودخانه و در نتیجه تغییر در ترکیب جمعیت کفزیان در جهت مصرف و جبران آشفتگی می‌باشد. در تأیید این نتیجه‌گیری مطالعات زیادی افزایش فراوانی و غالبت گروه‌های مقاوم به آلودگی را در نتیجه پساب آبی‌پروری گزارش نموده‌اند (Yokoyama و همکاران، ۲۰۰۷).

بیشتر بودن میانگین درجه SIGNAL از ایستگاه های ۱ و ۲ و ۳ در مقایسه با کم‌تر بودن امتیاز این شاخص در ایستگاه ۴ نشان می‌دهد که تعداد بیش‌تری از گونه‌های حساس به آلودگی مانند Perlidae، Baetidae و Leptoceridae در محیط‌های طبیعی زیست می‌کنند. هم‌چنین نتایج نشان داد که ایستگاه ۲ که در معرض خروجی پرورش ماهی قرار دارد مقدار شاخص SIGNAL کاهش نداشته و این می‌تواند به‌علت سرعت جریان بالای رودخانه، میزان اکسیژن محلول و وجود مواد مغذی برای کفزیان دانست. این شاخص پیشنهاد می‌کند که گونه‌های حساس مانند Ephemeroptera و Trichoptera می‌توانند در مکان‌هایی که در معرض آلودگی آلی نسبی با شرایط محیطی مناسب نیز زیست کنند. براساس نتایج شاخص سیگنال، تمام ایستگاه‌ها در یک چهارم a قرار گرفته‌اند، بدین معنی که تنوع زیستگاه فیزیکی بالا بوده و هم‌چنین



۸. **Blanchet, H.; Lavesque, N.; Ruellet, T.; Dauvin, J.C.; Sauriau, P.G.; Desroy, N. and De Montaudouin, X., 2008.** Use of biotic indices in semi-enclosed coastal ecosystems and transitional waters habitats implications for the implementation of the European Water Framework Directive. *Ecological Indicators*. Vol. 8, No. 4, pp: 360-372.
۹. **Bode, R.W.; Novakk, 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. Stream Biomonitoring unit, New York State, Department of Environmental conservation. Albany. 122 p.
۱۰. **Camargo, J.A.; Gonzalo, C. and Alonso, A., 2011.** Assessing trout farm pollution by biological metrics and indices based on aquatic macrophytes and benthic macro invertebrates: a case study. *Ecology Indicators*. Vol. 11, pp: 911-917.
۱۱. **Cooper, C.M., 1987.** Benthos in Bear Creek, Mississippi: Effects of habitat variation and agricultural sediments. *Journal of Freshwater Ecology*. Vol. 4, pp: 101-113.
۱۲. **Hynes, H.B.N., 1970.** The ecology of running water. University of Toronto Press, Canada. 555 p.
۱۳. **Schultz, R. and Dibble, E., 2012.** Effects of invasive macrophytes on freshwater fish and macroinvertebrate communities: the role of invasive plant traits. *Hydrobiologia*. Vol. 684, No. 1, pp: 1-14.
۱۴. **Sioli, H., 1975.** Tropical rivers as expressions of their terrestrial environments. In: Golley, F.B., Medina, E. (Eds.). *Tropical Ecological Systems*. Springer Berlin Heidelberg. pp: 275-288.
۱۵. **Yokoyama, H.; Nishimura, A. and Inoue, M., 2007.** Macro benthos as biological indicators to assess the influence of aquaculture on Japanese coastal environment. In: *Ecological and Genetic Implication of Aquaculture Activities*. Springer Publications, New York City, New York, USA. pp: 407-423.

