

زیست سنجی و طبقه بندی کیفی رودخانه بالخلو

بر اساس شاخص بیولوژیک (فون ماهیان)

نغمه جعفرزاده^{۱*}

naghme.jafarzadeh@gmail.com

ابراهیم فتایی^۲

صابر وطن دوست^۳

غلامرضا حاتمی^۴

سید محمود شریعت^۵

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۱۵

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۲۰

چکیده

زمینه و هدف: رودخانه بالخلو به عنوان یکی از سرشاخه های اصلی رود قره سو اردبیل و تامین کننده آب سد یامچی می باشد. این سد به منظور تامین آب مناطق کشاورزی و آب شرب شهرهای اردبیل و سرعین مورد استفاده قرار می گیرد. با توجه به وجود منابع آلاینده مختلف مانند پساب مناطق مسکونی، صنعتی و کشاورزی و آب گرم معدنی، بررسی کیفی این رودخانه برای حفظ حیات آن ضروری می باشد.

روش تحقیق: این مطالعه به منظور ارزیابی بیولوژیک رودخانه بالخلو بر اساس جمعیت و گونه ماهیان رودخانه در ۵ ایستگاه و در دو فصل کم آبی و پر آبی در سال آبی ۸۹-۹۰ انجام گرفته است. در این مطالعه نمونه برداری از ماهیان توسط دستگاه الکترو شوکر انجام شد و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی نیز همزمان اندازه گیری گردیدند. همچنین برای افزایش دقت از شاخص تنوع شانون وینر و غنای تاکزونی استفاده گردید.

یافته ها: در این مطالعه ۸ گونه ماهی متعلق به چهار خانواده شناسایی شد که بیشترین تعداد را خانواده کپور^۶ ماهیان داشتند. نتایج شاخص شانون بین ۰ (ایستگاه سوم) تا ۱/۳۳ (ایستگاه پنجم) در فصول نمونه برداری متفاوت بود.

نتیجه گیری: نتایج این تحقیق نشان داد که شاخص شانون نمایه مناسبی برای ارزیابی کیفی در این رودخانه می باشد. نتایج ارزیابی فیزیکی و شیمیایی تایید کننده نتایج ارزیابی شاخص های غنای گونه ای و شانون بود. در نهایت با مقایسه پارامترهای فیزیکی و شیمیایی و شاخص های بیولوژیک کیفیت آب رودخانه بالخلو در محدوده مطالعاتی به سه ناحیه آلودگی کم (ایستگاه های چهارم و پنجم)، متوسط (ایستگاه های اول و دوم) و بالا (ایستگاه سوم) کلاسه بندی گردید.

واژه های کلیدی: ارزیابی زیستی، ماهی، رودخانه بالخلو، کیفیت آب، اردبیل.

۱- کارشناس ارشد رشته ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده انرژی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران* (مسئول مکاتبات).

۲- استادیار، گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد واحد اسلامی واحد اردبیل.

۳- استادیار، گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل.

۴- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی، شرکت مهندسین مشاور پژوهش عمران راهوار-تهران.

۵- استاد، گروه محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

مقدمه

ارزیابی بیولوژیک به لحاظ این که موجودات زنده اکوسیستم را در بررسی های زیست محیطی لحاظ می کند و چندین گروه از موجودات از جمله ماهیان، درشت بی مهرگان کفزی، جلبک ها و کلی فرم ها هستند به عنوان شاخص در ارزیابی زیستی مورد بررسی قرار می گیرند نسبت به ارزیابی فیزیکی و شیمیایی دارای دقت بالایی می باشد (۲ و ۱). ماهیان اولابه دلیل قرار گرفتن در آخرین حلقه زنجیره غذایی محیط آبی و ثابا سهولت شناسایی و صیدشان به عنوان شاخص ارزیابی کیفی آب مورد توجه هستند. هم چنین وجود و عدم وجود گونه های مختلف و نیز نوع گونه های آن ها در محیط نشان دهنده شرایط خاص محیطی می باشد. این امر اهمیت استفاده از ماهیان را برای ارزیابی کیفیت آب رودخانه ها و محیط های آبی نشان می دهد (۳). محققان و دانشمندان متعددی طی سالیان گذشته طبقه بندی های گوناگونی را برای رودخانه ها انجام داده اند که در آن ها از ماهیان به عنوان شاخص استفاده شده است. وثوقی و مستحیر (۴) رودخانه ها را بر اساس نوع ماهیان به ۵ قسمت تقسیم بندی کرده اند. در تحقیق دیگری عباسی (۵) شناسایی و پراکنش ماهیان رودخانه حویق را برای بررسی وضعیت زیستی رودخانه انجام داده است. این تحقیق نشان دهنده وجود پتانسیل بالای رودخانه برای رشد و تکثیر ماهیان بوده است. در مطالعاتی که روی ماهیان رودخانه ها انجام شده از شاخص های کمی مانند هورن و شانون و

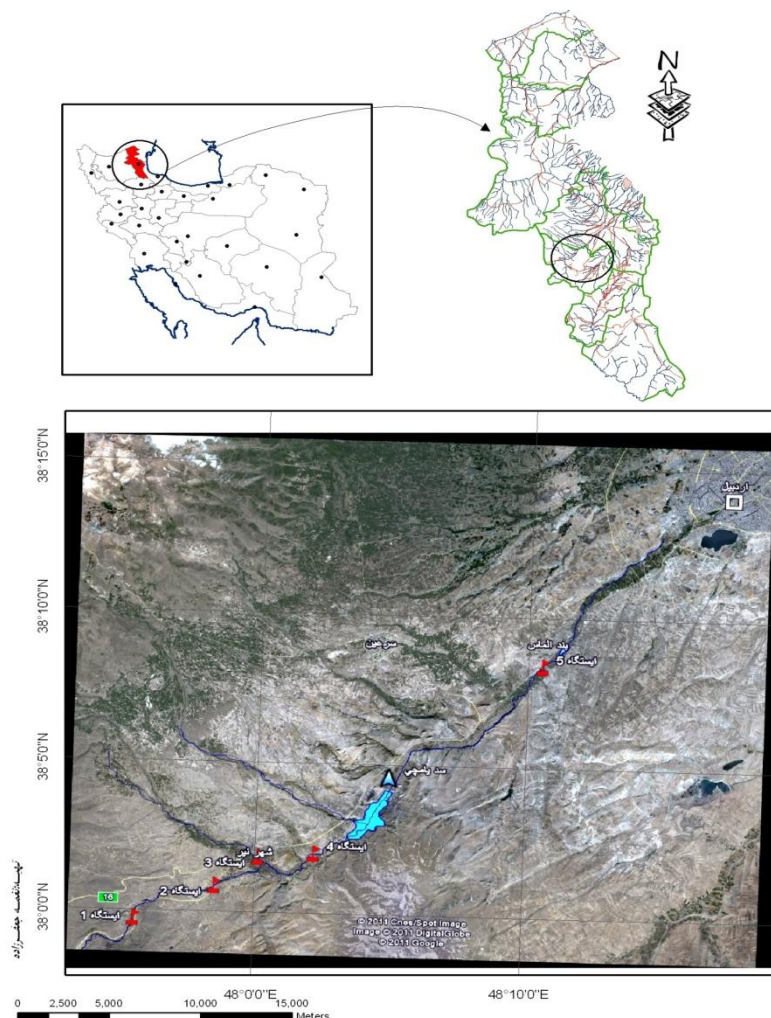
نمایه ایلو (۶) نوع ماهیان، غنای گونه، تنوع گونه، تراز زیستی، غالبیت (۶، ۷، ۸ و ۹) و شاخص Holcik-Hensel (۹) استفاده شده است. با توجه این که رودخانه بالخلو به عنوان زهکش دریافت کننده پساب شهر ها و روستاها و آب های گرم به صورت مستقیم و زمین های کشاورزی به طور غیر مستقیم است، لذا بررسی کیفیت آب آن برای تامین سلامت آبزیان و مردم منطقه دارای اهمیت می باشد لذا هدف از انجام این تحقیق، ارزیابی کیفی رودخانه بالخلو بر اساس شاخص های زیستی و پارامتر های فیزیکی و شیمیایی بود.

روش مطالعه

رودخانه بالخلو در قسمت شمال غربی ایران و در شهرستان اردبیل جریان دارد. طول رودخانه بالخلو ۷۸ کیلومتر و وسعت حوزه آن تا ایستگاه هیدرومتری پل الماس ۱۰۷۱ کیلومترمربع است (۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳). محدوده مطالعاتی با توجه به وسعت رودخانه و حوزه آن در طول ۳۰ کیلومتر از شاخه اصلی رودخانه از روستای ایلانجیق تا بند الماس در نظر گرفته شد. برای نمونه برداری در طول رودخانه ۵ ایستگاه انتخاب گردید. از این ایستگاه ها چهار ایستگاه در بالادست سد یامچی و یک ایستگاه هم در پایین دست سد بود. مشخصات و موقعیت ایستگاه های نمونه برداری در زیر آمده است. (جدول ۱) (شکل ۱).

جدول ۱- موقعیت و شرح ایستگاه های انتخابی جهت مطالعه رودخانه بالخلو

شماره ایستگاه	موقعیت مکانی	مختصات UTM			ارتفاع از سطح دریا (متر)
		Zone	X	Y	
۱	بالادست روستای ایلانجیق	۳۸	۷۵۶۸۷۹	۴۲۰۹۳۳۸	۱۷۰۶
۲	پائین دست آبگرم برجلو	۳۸	۷۶۱۱۹۲	۴۲۱۱۵۷۷	۱۶۱۹
۳	رودخانه نیرچای - پایین دست شهر نیر	۳۹	۲۳۶۸۶۵	۴۲۱۳۴۶۸	۱۶۱۰
۴	بالخلو چای - قبل از سد یامچی	۳۹	۲۳۹۸۹۹	۴۲۱۳۶۴۸	۱۵۷۴
۵	بالخلو چای - روستای حکیم قشلاقی	۳۹	۲۵۳۸۲۹	۴۲۲۶۶۴۶	۱۴۳۹



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه ایران و جانشانی ایستگاه های نمونه برداری رودخانه بالخلو بر روی نقشه ماهواره ای

یونولیت و کرومتر سنجیده شدند. دمای آب و هوا نیز با استفاده از دما سنج جیوه ای اندازه گیری شد.

شاخص های مورد بررسی

شاخص غنای تاکسونی (TR)^۱: در ارزیابی کیفی ایستگاه ها بر اساس تنوع و فراوانی گونه ها از شاخص TR استفاده گردید (۱۴). نمایه شانون^۲: شاخص دیگری که برای ارزیابی بیولوژیکی رودخانه بالخلو استفاده گردید نمایه شانون بود. در این نمایه برای تعیین مقدار تنوع تاکسونی از رابطه (۱) و (۲) استفاده می گردد.

$$\text{رابطه (۱): } H' = -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i \quad \text{که}$$

در این فرمول H' : مقدار نمایه شانون

نمونه برداری در دو فصل کم آبی و پر آبی در فصل زراعی ۸۹-۹۰ انجام گرفت. برای نمونه برداری از ماهیان از دستگاه الکترو شوکر دو دسته بنزینی با ولتاژ ۲۲۰ استفاده گردید. در هر ایستگاه نمونه برداری در سه تکرار از طول ۱۰۰ متری رودخانه انجام شد. ماهیان نمونه برداری شده در فرمالین ۱۰٪ فیکس گردیدند و برای شناسایی به آزمایشگاه ارسال شدند. در آزمایشگاه با کلید شناسایی معتبر تا حد گونه شناسایی انجام گرفت و تعداد فراوانی هر گونه نیز مشخص گردید. برای سنجش پارامترهای فیزیکی مانند عمق و پهنای رودخانه از شاخص سنجش عمق و سانتی متر فلزی با میانگین سه تکرار استفاده شد. برای سنجش اکسیژن و نیترات نمونه های آب طبق استاندارد های ذکر شده نمونه برداری شده و در یخ نگهداری شدند و برای اندازه گیری به آزمایشگاه منتقل گردیدند. برای سنجش اسیدیته از دستگاه pH سنج استفاده شد. دبی و سرعت آب با استفاده از

1- Taxa richness

2- Shannon winner

S: تعداد کل تاکزون (گونه) در نمونه مورد نظر

Pi: فراوانی نسبی افراد تاکزون i در نمونه مورد نظر

N: تعداد افراد گونه مورد نظر می باشد (۱۴).

$$P_i = \frac{N}{S} \quad \text{رابطه (۲):}$$

نتایج

در ایستگاه های مورد بررسی جمعاً ۴ خانواده و ۸ گونه ماهی شناسایی شد که بیشترین جمعیت مربوط به خانواده کپور ماهیان بود. توزیع گونه های شناسایی شده و نتیجه شاخص غنای تاکسونی در ایستگاه های مورد مطالعه به شرح زیر بودند:

ایستگاه اول: در فصل پاییز دارای دو خانواده کپور ماهیان و نماچیلوس بود که روی هم ۵ گونه را در خود جای داده بودند (سفید رودخانه ای^۱، سس ماهی^۲، سیاه ماهی^۳، خیاطه^۴ و رفتگر ماهی^۵) که در این مرحله از نمونه برداری ماهی خیاطه (۸۳٪) گونه غالب در این ایستگاه بود. با توجه به میزان جمعیت خیاطه در این ایستگاه و شرایط زیستگاهی این گونه، حضور آن نشان دهنده شرایط کیفی سخت از نظر زیستی برای ماهیان می باشد. این ایستگاه در بهار دارای سس ماهی، سیاه ماهی، خیاطه، رفتگر ماهی بود ولی گونه سفید رودخانه ای مشاهده نگردید و نماچیلوس با (۵۱٪) گونه غالب بود. البته میزان کل جمعیت ماهیان به طور چشمگیری در این فصل کاهش داشت. (شکل ۲).

ایستگاه دوم: ماهیان نمونه برداری شده در ۶ گونه سفید رودخانه ای، سس ماهی، سیاه ماهی، خیاطه، نوعی خیاطه^۶، رفتگر ماهی در پاییز و بهار دیده شد و بیشترین تعداد متعلق به سیاه ماهی در پاییز با (۶۳٪) و در بهار با (۴۹٪) بود. در مقایسه با ایستگاه قبل میزان تنوع ماهی ها افزایش داشت که به علت خود پالایی رودخانه و بهتر شدن وضعیت زیستی برای ماهیان می باشد. (شکل ۳).

ایستگاه سوم: تنوع و فراوانی در این ایستگاه در مقایسه با سایر ایستگاه ها بسیار کمتر است. در ماهیان نمونه برداری شده فصل پاییز فقط یک گونه خیاطه مشاهده شد و در بهار دو گونه خیاطه با فراوانی (۹۲٪) و باریوس با (۸٪)، کل جمعیت را تشکیل دادند. کمبود تعداد گونه ها نسبت به ایستگاه های قبلی وجود استرس را در این ناحیه نمایان می کند. این استرس به علت ورود فاضلاب شهر نیر (به علت عدم وجود تصفیه خانه فاضلاب) و ورود پساب مزارع آبیاری پروری در چشمه بولاغلار در بالادست لای چای می باشد. (شکل ۴).

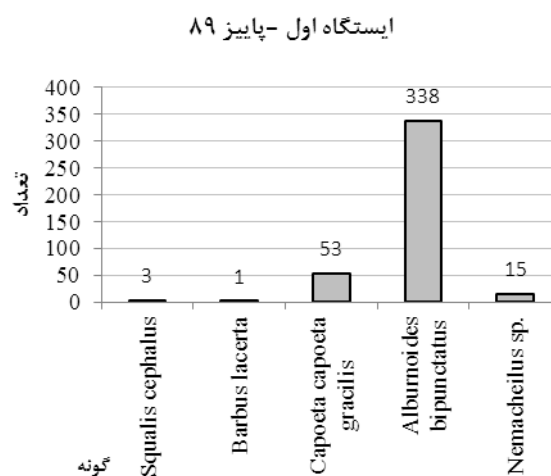
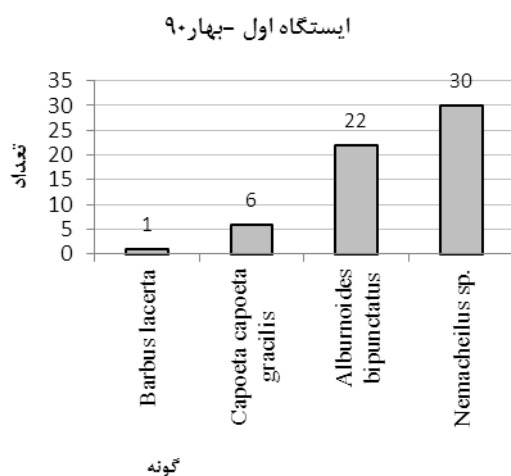
ایستگاه چهارم (قبل از سد یامچی): ماهیان در پاییز بیشترین تنوع گونه ای را نشان دادند (سه خانواده و ۸ گونه شامل سفید رودخانه ای، سس ماهی، سیاه ماهی، خیاطه، نوعی خیاطه، رفتگر ماهی، کاراس^۷، سگ ماهی^۸). در این میان سگ ماهی (۵۴٪) بالاترین جمعیت را داشت. در بهار گونه سفید رودخانه ای و سگ ماهی و رفتگر ماهی مشاهده نشدند و خیاطه (۴۲٪) بیشترین تعداد را به خود اختصاص داده بود. در کل در این ایستگاه وضعیت زیستی نسبت به ایستگاه قبلی بسیار بهتر شده بود و دارای تنوع بالا بود که این امر به دلیل طی مسیر و پالایش طبیعی رودخانه می باشد که شرایط زیستی به حد قابل قبول رسیده است. (شکل ۵).

ایستگاه پنجم (پل الماس): در پاییز ۶ گونه ماهی (سفید رودخانه ای، سس ماهی، سیاه ماهی، خیاطه، نوعی خیاطه، رفتگر ماهی) مشاهده شد که خیاطه و رفتگر ماهی بیشترین جمعیت را داشتند (۳۸٪) اما در بهار این میزان به دو گونه (خیاطه و رفتگر ماهی) کاهش پیدا کرد و رفتگر ماهی بیشترین تعداد را با فراوانی (۹۷٪) به طور اختصاصی داشت. تنوع در این ایستگاه در فصل بهار بسیار کم شده بود. این موضوع می تواند به دلیل ورود آلاینده ها از روستای حکیم قشلاقی به آب رودخانه باشد. (شکل ۶).

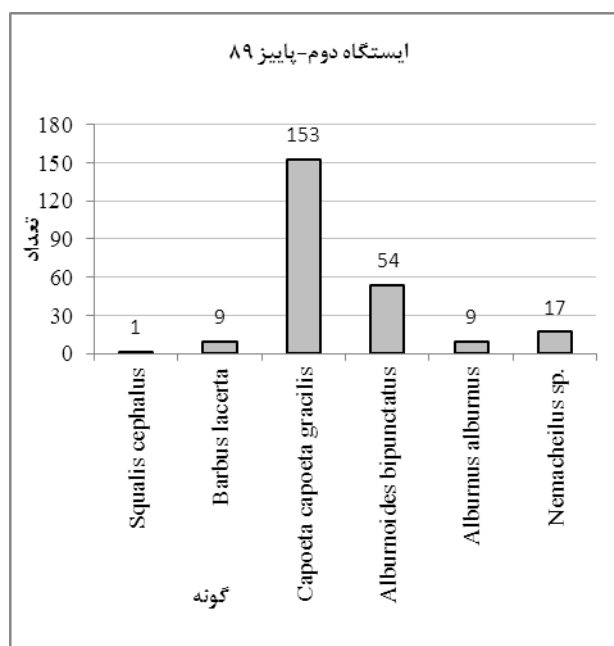
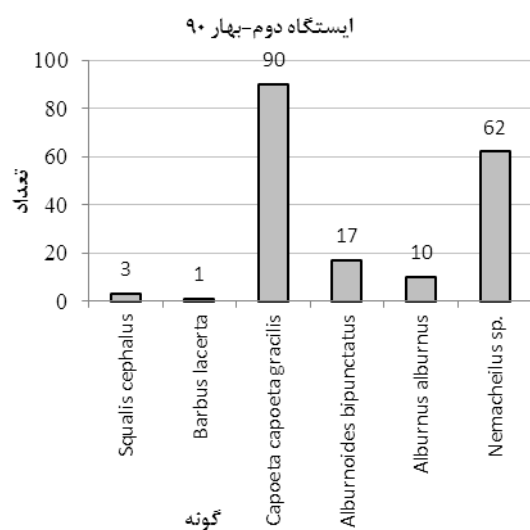
- 1- Squalis cephalus
- 2- Barbus lacerta
- 3- Capoeta capoeta gracilis
- 4- Alburnoides bipunctatus
- 5- Nemacheilus
- 6- Alburnus alburnus

7- Carassius carassius

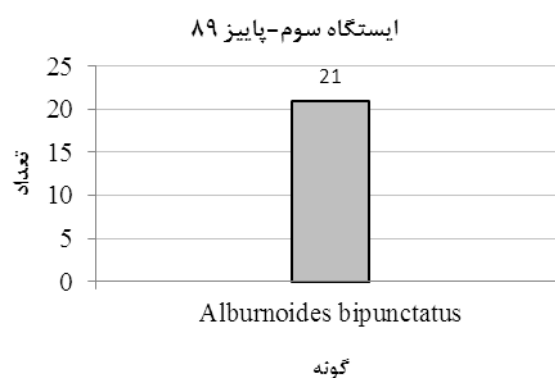
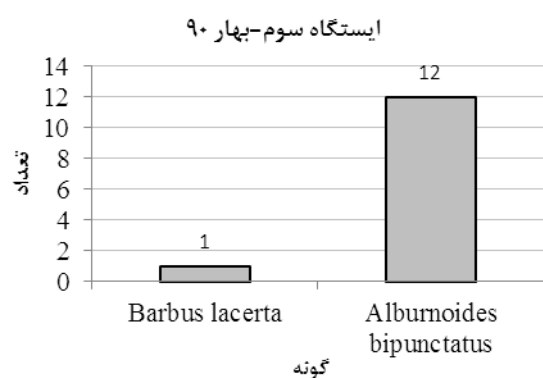
8- Sabanejewia



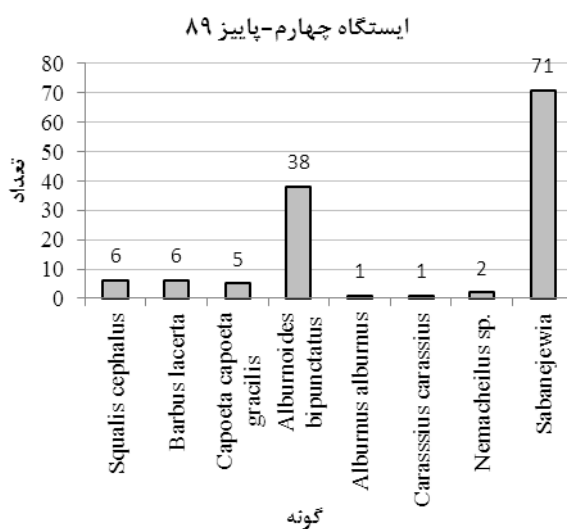
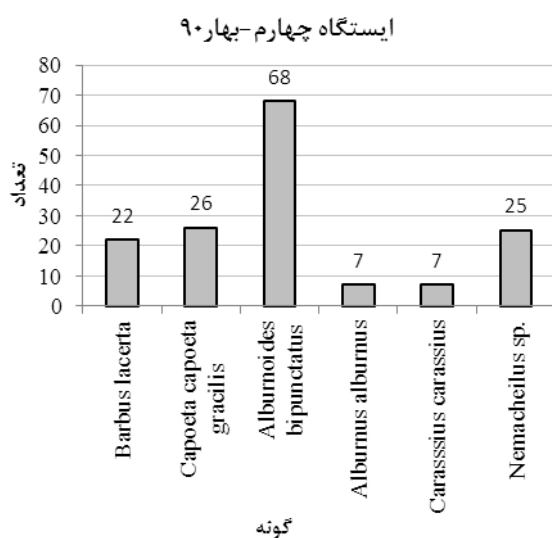
شکل ۲- مقایسه تنوع و فراوانی ماهیان نمونه برداری شده در ایستگاه اول و در فصول نمونه برداری پاییز و بهار



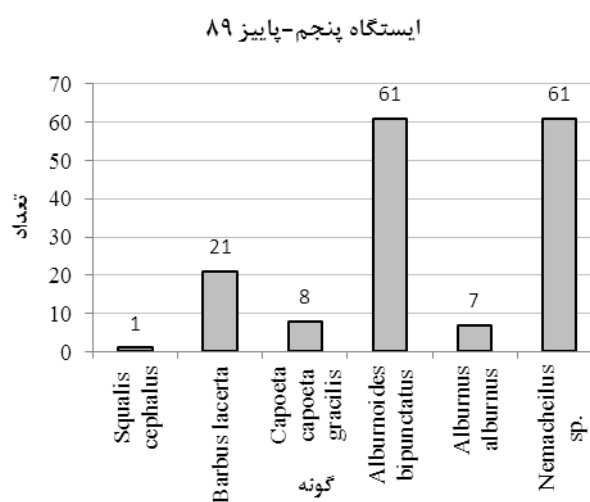
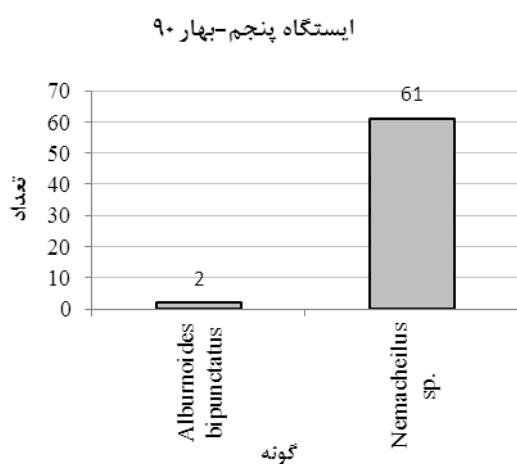
شکل ۳- مقایسه تنوع و فراوانی ماهیان نمونه برداری شده در ایستگاه دوم و در فصول نمونه برداری پاییز و بهار



شکل ۴- مقایسه تنوع و فراوانی ماهیان نمونه برداری شده در ایستگاه سوم و در فصول نمونه برداری پاییز و بهار



شکل ۵- مقایسه تنوع و فراوانی ماهیان نمونه برداری شده در ایستگاه چهارم و در فصول نمونه برداری پاییز و بهار



شکل ۶- مقایسه تنوع و فراوانی ماهیان نمونه برداری شده در ایستگاه پنجم و در فصول نمونه برداری پاییز و بهار

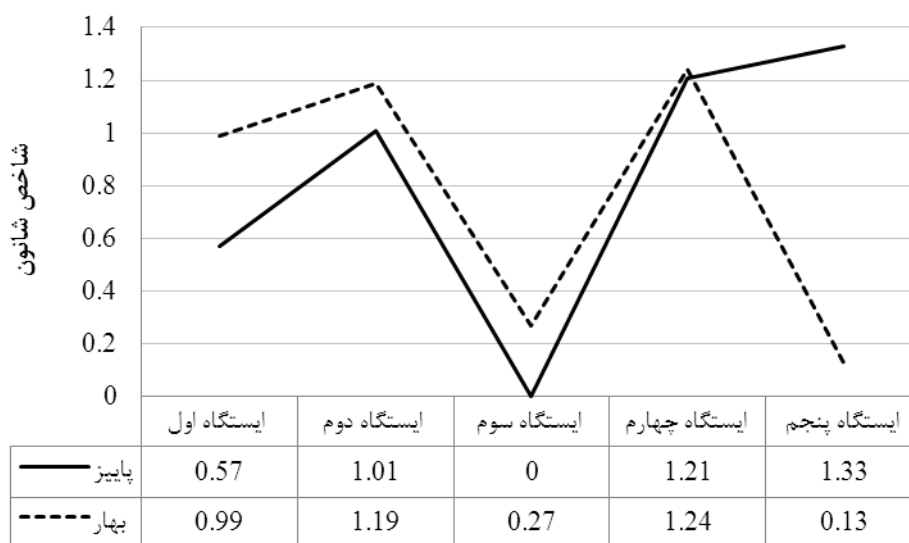
برای دقیق شدن نتایج برخی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی و هیدرولوژیکی نیز اندازه گیری شد که نتایج آن در زیر آمده است.
(جدول ۲)

جدول ۲- نتایج سنجش پارامترهای هیدرولیکی و فیزیکی شیمیایی در فصول بهار و پاییز

ایستگاه اول		ایستگاه دوم		ایستگاه سوم		ایستگاه چهارم		ایستگاه پنجم		-
پاییز ۸۹	بهار ۹۰	پاییز ۸۹	بهار ۹۰	پاییز ۸۹	بهار ۹۰	پاییز ۸۹	بهار ۹۰	پاییز ۸۹	بهار ۹۰	تاریخ نمونه برداری
۹:۳۰	۱۳:۳۰	۱۲:۳۰	۱۵	۱۳:۳۰	۱۶	۱۵:۴۵	۱۷	۱۷	۱۸	ساعت
۵	۴/۵	۲/۲	۲/۲	۴/۶۶	۳	۴/۳۳	۷	۵/۶۶	۳	پهنای متوسط رودخانه (متر)
۱۹/۴۴	۳۵	۳۳/۲۴	۳۰	۲۳/۳۸	۲۰	۳۲/۲۳	۴۵	۱۶/۹۴	۱۵	عمق متوسط رودخانه (سانتی متر)
۱۲	۲۲	۱۵	۲۳	۱۴	۲۳	۱۲	۲۱	۸	۲۱	دمای هوا (درجه سانتی گراد)
S-G-B-C	S-G-B-C	S-B-G-C	S-B-G-C	G-S-C	G-S-C	C-G-B	C-G-B	S-G-B	S-G-B	بستر رودخانه
۷	۱۴	۷	۱۷	۱۳	۱۹	۱۲	۱۸	۱۰	۱۸	دمای آب (درجه سانتی گراد)
۰/۲۴	۱/۵	۰/۲	۰/۸	۱	۰/۵	۰/۸	۳/۵	۰/۵	۰/۳	دبی آب (مترمکعب در ثانیه)
۰/۲۵	۰/۹۲	۰/۳۶	۰/۸۹	۱	۰/۷۹	۰/۵۹	۱/۱۱	۰/۵۵	۰/۶۳	سرعت آب (متر در ثانیه)
۸	۸	۸/۵	۸/۱	۸/۲	۷/۶	۸	۸	۸	۷/۹	PH
۷/۵	۸	۸/۶	۸/۶	۷	۷/۸	۸/۱	۷/۹	۷/۳	۸/۵	DO (mg/l)
۲/۵۶	۰/۸۸	۱/۶	۰/۸۵	۸	۱/۷۷	۴	۰/۸۸	۱/۷	۰/۸۵	نیتрат (mg/l)
روشن	گل آلود	روشن	گل آلود	کدر	روشن	روشن	روشن	گل آلود	روشن	کدورت

اندازه کمتر از ۰/۵ سانتی متر استفاده شاخص شانون برای مقایسه هرچه بهتر نتایج ارزیابی کیفی انجام شد. (شکل ۷)

B= تخته سنگ هایی به اندازه بیش از ۳۰ سانتی متر S = تخته سنگ هایی بین ۱۰-۳۰ سانتی متر G= قلوه سنگ هایی به اندازه ۱۰-۰/۵ سانتی متر C= گل و لای و ماسه با



شکل ۷- مقادیر شاخص شانون برای نمونه‌های ماهی در ایستگاه‌ها و در فصول نمونه‌برداری پاییز و بهار

بحث و نتیجه گیری

جوامع ماهی‌ها در رودخانه بالخلو نشانگر بیشتر بودن تنوع غذایی در سطوح بالاتر زنجیره غذای است. ماهیان بهترین شاخص تأثیرات طولانی مدت و شرایط زیستی وسیع هستند. در مطالعات انجام یافته، بیان شده که شاید مهم ترین عامل اکولوژیکی تنوع ساختمانی و فعالیتی جمعیت ماهیان، به صورت مستقیم و غیر مستقیم سازگاری جمعیت با کیفیت‌های متفاوت آشفته‌گی‌های زیست محیطی در آب باشد. اما به‌طور کلی بررسی ماهیان به دلیل هزینه بالای جمع آوری و تصادفی بودن نمونه‌ها مشکل است (۲).

بررسی وضعیت آلودگی و میزان تنوع گونه‌ای ایستگاه‌ها، نشان داد که ایستگاه سوم بدترین شرایط (یک گونه در پاییز و دو گونه در بهار) را دارا می باشد. علت این امر را می توان این گونه توجیح کرد که ایستگاه سوم به دلیل قرار داشتن در پایین دست شهر نیر و ورود مستقیم فاضلاب‌های این شهر و پساب استخرهای پرورش ماهی به رودخانه بوده است. به همین دلیل در فصل پاییز این ایستگاه تنها یک گونه و در بهار دو گونه را دارا بود. پس از ایستگاه سوم در پاییز، ایستگاه اول کمترین گونه‌ها را داشته که این ایستگاه به دلیل قرار گرفتن در روستای ایلاتجیق بار آلودگی آن را دریافت می کند. اما میزان جمعیت بالا نشانگر سازگار شدن ماهیان است که توانسته اند خود را با محیط وفق دهند. این امر با نتایج به‌دست آمده در گرگان‌رود توسط عباسی نیز تایید شده است (۱۵). البته در این ایستگاه‌ها میزان تنوع ماهیان می‌تواند متناسب با ویژگی‌های تغذیه آن‌ها باشد، چنان‌که عبدلی در سردآبرود مازندران به نتیجه مشابهی دست یافته است (۱۶). در رودخانه بالخلو وجود شرایط متنوع در ایستگاه‌ها، نوع و تعداد ماهیان را تحت تأثیر قرار داده

است. به عنوان مثال در ایستگاه دوم تخلیه پساب آب گرم برجلو به رودخانه احتمالاً سبب افزایش میزان سیاه ماهی در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها بوده است. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق با نتایج تحقیق بر روی رودخانه قزل اوزن توسط کاظمیان مطابقت دارد. هم‌چنین در مطالعات انجام شده در سایر نقاط دنیا نیز تأکید شده است که تجزیه و تحلیل تغییرات فراوانی ماهیان در یک اکوسیستم چندان آسان نبوده و شرایط مختلف اکولوژیکی نیازها، روابط غذایی موجودات و سازگاری آن‌ها با محیط زیست، میزان تراکم و پراکنش گونه‌های مختلف را مشخص می‌نماید (۱۷، ۱۸ و ۱۹). ایستگاه چهارم (قبل از سد یامچی) بهترین وضعیت را از لحاظ تراکم و نوع ماهیان در دو فصل داشت. این ایستگاه بعد از ایستگاه نیر و قبل از سد یامچی قرار دارد. در این محدوده منابع آلاینده خاصی وجود ندارد. در این ایستگاه وضعیت جمعیتی و تنوع ماهیان بیشتر بود، به‌طوری‌که میزان گونه‌های حساس به آلودگی مانند باربوس در این ایستگاه تنوع بیشتری داشت البته بهبود کیفیت آب برای زیستن ماهی حساسی مانند باربوس می‌تواند به علت طی مسیر و خود پالایی طبیعی رودخانه در این ایستگاه باشد. گونه سگ‌ماهی فقط در این ایستگاه مشاهده شد که علت آن ممکن است مهاجرت این ماهی از مخزن سد باشد. شرایط مختلف اکولوژیکی، نیازها، روابط غذایی موجودات و سازگاری‌های آن‌ها با محیط زیست، میزان تراکم و پراکنش گونه‌های مختلف را مشخص می‌نماید که غالبیت گونه‌های مشخص شده در این ایستگاه یعنی خیاطه و سگ ماهی تأییدی بر این موضوع می باشد. در مطالعه ماهیان رودخانه حویق توسط عباسی نیز این امر مشاهده گردیده است (۵). ایستگاه پنجم نیز در

وجود گونه های جدید و تنوع گونه های ماهیان در ایستگاه های قبل و بعد از سد به عبارتی ایستگاه چهارم و پنجم معلوم می باشد.

بر اساس نتایج حاصل از شاخص شانون، همه ایستگاه ها غیر از ایستگاه پنجم در فصل بهار نسبت به فصل پاییز در وضعیت کیفی مطلوبی قرار داشتند. در هر دو فصل کاهش تنوع در ایستگاه سوم، وجود یک عامل عدم حضور برخی ماهیان را مشخص می کند. همان طور که قبلاً نیز اشاره گردید این امر ورود منابع آلاینده از پساب شهر نیر و استخر های پرورش ماهی در بالا دست این ایستگاه ها می باشد که منجر به کاهش تنوع ماهی ها و جمعیت آن ها گردیده است. نتیجه این شاخص با تغییرات مقادیر پارامترهای فیزیکی و شیمیایی (نیترا و اکسیژن محلول) هم مطابقت دارد. (جدول ۲) (شکل ۷).

نتایج مطالعات مربوط به قبل از احداث سد یامچی بر روی رودخانه بالخلو نشان می دهد که ماهیانی از قبیل گونه های سگ ماهی، *Nemacheilus vangorae*، سس ماهی^۱، زرد پر^۲، بلیزم (باربوس)^۳، سیاه ماهی^۴، کپور^۵، ماهی سفید رودخانه ای^۶، خیاطه^۷ و *Leuciscus cephalus* وجود داشته است (۲۲). در حالی که در مطالعه حاضر برخی از این ماهی ها از جمله سس ماهی، زرد پرو *Leuciscus cephalus* در ایستگاه های مورد مطالعه مشاهده نشدند. این امر می تواند نشانگر تاثیر احداث سد و جلوگیری از ارتباط بین دو طرف رودخانه و نیز افزایش بار آلودگی ورودی به رودخانه همراه با افزایش توسعه شهری و روستایی و حذف برخی گونه ها در سال های اخیر باشد.

با توجه به جدول تقسیم بندی رودخانه بر اساس ماهیان (۴) محدوده مطالعاتی می تواند به دوبرخش منطقه ماهیان بلند باله و منطقه سس ماهیان تقسیم گردد. در تقسیم بندی دیگر بر اساس دمای آب و شرایط بیولوژیکی و هیدرولوژیکی رودخانه می توان این رودخانه را زیستگاه ماهیان سرد آبی دانست (۲۳). بررسی وضعیت زیست محیطی کیفیت آب رودخانه بالخلو بر اساس ماهیان نشان داد که رودخانه در حین عبور از نواحی آلاینده دچار استرس محیطی شده و تنوع گونه ای تحت تاثیر قرار گرفته است. نتایج بررسی تغییرات بیولوژیکی در ایستگاه های مورد مطالعه نشان داد که قدرت خود پالایی رودخانه به حدی بالا است که در صورت عدم ورود آلاینده ها به سرعت می تواند خود را احیا کرده و محیط مناسبی را برای گونه های مختلف فراهم نماید.

فصل پاییز از تنوع خوبی برخوردار بود. این ایستگاه در فصل بهار از نظر آلودگی در سطح پایینی قرار داشت. غالبیت رفتگر ماهی در این ایستگاه نشانگر مناسب بودن شرایط زیستی آن می باشد و کم شدن تنوع گونه ای به علت مهاجرت در این فصل بوده است. در رودخانه بالخلو خانواده کپور ماهیان هم از نظر ترکیب گونه ای و هم از نظر پراکنش و فراوانی در رتبه اول قرار دارند. چنین نتایجی در رودخانه های حویق، گرگان رود و شفارود توسط عباسی (۵، ۱۵ و ۲۰) و سیاه درویشان توسط عباسی و همکاران (۱۵) ارایه شده است. در رودخانه های چالوس و سردآب رود مازندران و سر پناه در رودخانه سفید رود نیز عبدلی به چنین نتیجه هایی دست یافته است (۲۱). در هر حال دلیل اصلی غالبیت جمعیتی این خانواده در اکوسیستم های آب های داخلی و آب های شیرین حوزه جنوبی دریای خزر را می توان به نیاز زیستی متفاوت و تنوع گونه ای این خانواده و سازگاری با شرایط رودخانه ربط داد. باید توجه داشت که عوامل غیر زیستی از قبیل دما، سرعت آب و نوع بستر رودخانه نیز در پراکنش و فراوانی گونه های ماهیان مختلف هم چنین بر غنای گونه ای، تنوع گونه ای و تولیدات ماهیان موثرند (۱۶ و ۲۱).

نتایج شاخص شانون بهترین ترکیب تنوعی را به ترتیب در ایستگاه پنجم و چهارم در پاییز و بدترین حالت را در ایستگاه سوم همان فصل نشان داد. در بهار ایستگاه چهارم بیشترین تنوع و ایستگاه پنجم کمترین ترکیب تنوع را داشت. همان طور که ذکر گردید تغییر در ترکیب جمعیتی گونه ها در این فصل و در ایستگاه پنجم معنی دار بود که احتمالاً به علت مهاجرت ماهیان در این فصل می باشد. (شکل ۷) پارامترهای فیزیکی و شیمیایی نیز وجود استرس را در ایستگاه سوم در هر دو فصل نشان داد. در مقایسه فصلی آب رودخانه مشخص گردید رودخانه بالخلو در محدوده مطالعاتی در فصل بهار وضعیت کیفی بالاتری را نسبت به پاییز داشت که به دلیل پر آبی رودخانه در این فصل می باشد.

به نظر برخی متخصصین افزایش عمق آب باعث افزایش کنج های بوم شناختی شده و این مکان ها ضمن ایجاد پناهگاه مناسب برای اغلب ماهیان، زیستگاه مناسبی برای گونه های مختلف به شمار می روند. در مطالعه عباسی در رودخانه حویق افزایش عمق آب باعث افزایش میزان تنوع ماهیان بوده است (۵). در رودخانه بالخلو نیز عمق آب در ایستگاه چهارم بیش از سایر ایستگاه ها بود و تنوع گونه ای بیشتری نسبت به سایر ایستگاه ها داشت. مطالعات انجام شده بر روی ماهیان رودخانه ای نشان دهنده تاثیرات عوامل زیستی از قبیل دما، سرعت جریان آب و بستر در پراکنش و فراوانی ماهیان مختلف است (۸، ۹ و ۱۰). در ایستگاه دوم تاثیرات دمایی به علت وجود پساب آب گرم در تنوع ماهیان مشخص است. علاوه بر این تاثیر سد یامچی بر

1- Barbus barbulus

2- Barbus capito

3- Barbus lacerta

4- Capoeta capoeta

5- Cyprinus carpio

6- Cephalus Leciscus

7- Alburnus Sp

ملاحظات زیست محیطی جهت غنی تر شدن تنوع گونه ای گونه های ناپدید شده اقدام نمود.

نتایج این تحقیق نشان داد که نتایج شاخص شانون کاملاً منطبق بر نتایج ارزیابی کیفی و فیزیکی شیمیایی رودخانه می باشد. با توجه به این که نتایج ارزیابی فیزیکی شیمیایی تایید کننده ارزیابی کیفی غنی گونه ای و کمی شانون بوده است، لذا استفاده از ماهیان می تواند شاخص خوبی برای ارزیابی کیفی رودخانه باشد.

سپاس گذاری

از همکاری صمیمانه آقایان الیاس حاتمی و سرکار خانم نگین جعفرزاده به ویژه نمونه بردار محترم آقای مهندس امیری کمال قدردانی و تشکر را داریم.

منابع

1. Barbour, M. T., Gerritsen, J., Snyder, B.D., and 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 Agency; Office of Water Washington, D.C. 841p.
2. Yin Wang A, Z. Lee, H. W. Cheng, D. Duan, X. 2008. Benthic invertebrates investigation in the East River and habitat restoration strategies. Journal of Hydro-environment Research 2.
3. Wohl, E. Angermeier, P. Bledson, B. Kondolf, G. MacDonnell, L. Merritt, D. Palmer, M. Poff, L. Tarbotto, D. 2005. River restoration. Water sources Research, VOL. 41.
۴. وثوقی، غ. مستجیر، ب. ۱۳۸۵، کتاب ماهیان آب شیرین، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ هفتم، ۳۱۷ ص.
۵. عباسی، ک. ۱۳۸۴، شناسایی و بررسی ماهیان رودخانه حویق استان گیلان، مجله زیست شناسی ایران، شماره ۴، جلد ۱۸. صفحه ۳۴-۴۴.
۶. بناگر، غ. ر.، کرمی، م. حسن زاده کیایی، ب. قاسمیپوری، م. ۱۳۸۷، بررسی فراوانی و تنوع زیستی گونه های ماهیان رودخانه هراز در استان مازندران، مجله علوم محیطی، سال ششم، شماره دوم، صفحه ۲۸-۳۷.

طبقه بندی رودخانه بر اساس تشابه ایستگاه ها از لحاظ ترکیب تنوع و شاخص شانون و همچنین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، ایستگاه های چهارم و پنجم را در یک سطح و بالاتر از بقیه و ایستگاه های اول و دوم را در یک طبقه و در رتبه بعدی و وضعیت کیفی ایستگاه سوم را در وضعیت جداگانه و رده آخر قرار داد. از بین رفتن مکان های مناسب تخم ریزی یکی از دلایل عمده رو به زوال رفتن و کاهش جمعیت برخی از گونه می باشد. این امر باعث شده تا گونه هایی از ماهیان در معرض تهدید قرار گیرند. همچنین جمعیت برخی گونه ها که دارای جمعیت های مناسب در گذشته بوده اند، امروزه رو به کاهش گذاشته که از جمله این ماهیان باربوس ماهی^۱ می باشد. دلایلی که می توان برای زوال و انقراض آن ها عنوان نمود، صید بیش از حد، نامناسب شدن مناطق تولید مثلی و محدود شدن زیستگاه ها است. با توجه به این که باربوس ماهی از گونه هایی می باشد که نیاز به حفاظت دارد، جمعیت های کوچک این گونه و محدود شدن زیستگاه ها از عمده عوامل نیاز به حمایت این گونه می باشد. این امر در رودخانه تالار مازندران توسط مصطفوی نیز گزارش شده است (۲۳). با توجه به وضعیت فیزیکی مشاهده شده در رودخانه بالخلو از سایر عوامل کاهش جمعیت ماهیان رودخانه، می توان به شرایط هیدرولوژیکی رودخانه مانند سرعت جریان، گل آلودگی و فقر مواد بنتیکی با منشا گیاهی و فصل های متفاوت اشاره کرد. فرآیندهای مذکور در رودخانه قزل اوزن زنجان نیز بر جمعیت ماهیان تاثیر منفی داشته است (۱۹).

این رودخانه نیز همانند سایر رودخانه ها دارای مشکلات زیست محیطی شامل آلودگی های شهری و روستایی، آلودگی های ناشی از کارگاه های صنعتی و احداث کارگاه های پرورش ماهی قزل آلا رنگین کمان (بالادست نیر) و آلودگی های کشاورزی، احداث سد، موانع زیر پل و پساب آب های گرم و ورود فاضلاب های تصفیه نشده می باشد که به نوبه خود می تواند سبب از بین رفتن هرچه بیشتر بیولوژی این رودخانه گردد، به طوری که احتمال احیا آن کم می شود. چنان که در رودخانه تالار مازندران و بیشتر رودخانه های جنوب دریای خزر ورود فاضلاب تاثیر منفی شدیدی بر بیولوژی رودخانه داشته است (۲۳). با توجه به شرایط زیستی ماهیان در گذشته و حال، با جلوگیری از بهره برداری بی رویه آب و کنترل ورود آلاینده ها می توان مدیریت شیلاتی و زیست محیطی رودخانه را بهبود بخشید تا توان اکولوژیک آن ارتقا یابد. علاوه بر این، می توان با ایجاد شرایط مناسب در کیفیت آب، بستر و زیستگاه های رودخانه و از طریق اعمال

16. Abdoli, A. 1994. Ecology of fishes in Sardab Rud and Chalus rivers in Mazandaran province. M.Sc. thesis, Faculty of Natural Resources, Tehran University .
17. Sheldon, A. L. 1968. Species diversity and longitudinal succession in stream fishes, Ecology 49:193-198.
18. Whitton, B. A. 1975. River ecology. Blackwell scientific publication. Oxford, 725p.
۱۹. مهندسان مشاور مهتاب قدس، ۱۳۸۴، مطالعات ارزیابی زیست محیطی سد یامچی، جلد دوم، ۳۱۴ ص.
۲۰. کاظمیان، م.، رامین، م. و شاکری کاشانی، م. ۱۳۸۸، شناسایی و بررسی ماهیان رودخانه قزل اوزن (استان زنجان)، مجله علمی شیلات ایران سال سوم، شماره سوم، صفحه ۲۴-۴۳.
21. Abdoli, A. 2000. The Inland Water Fishes of Iran. Tehran: Iranian Museum of Nature and Wildlife.
۲۲. قریب خانی، م. و تاتینا، م. ۱۳۸۷، توان تولید طبیعی رودخانه لوندویل آستارا بر اساس جوامع کفزیان. مجله شیلات سال دوم، شماره چهارم، صفحه ۳۷-۴۹.
۲۳. مصطفوی، ح. ۱۳۸۵، تنوع زیستی ماهیان رودخانه تالار استان مازندران، مجله محیط شناسی، سال سی و دوم، شماره ۴۰. صفحه ۳۳-۴۵.
۷. اسکندری، غ. سبزلیزاده، س. دهقان مدیسه، س. میاحی. ۱۳۸۶، ساختار جمعیتی ماهیان در دریاچه سددز، امور دام و آبزیان شماره ۷۴، بهار صفحه ۳۵-۴۵.
۸. تورجی، م. و ثوقی، غ. ۱۳۸۵، شناسایی و بررسی ماهیان رودخانه مزدقان ساوه، مجله پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، شماره ۷۲، پاییز. صفحه ۲۵-۳۵.
۹. جاذبی زاده، م. ک. شیرین آبادی، م. ۱۳۸۷، شناسایی و تخمین ماهیان رودخانه نمرود، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره دهم، شماره یک. صفحه ۳۲-۴۱.
۱۰. شرکت آب و فاضلاب، ۱۳۸۶. آمار نامه شرکت آب و فاضلاب استان اردبیل.
۱۱. سازمان آب منطقه ای اردبیل. ۱۳۸۱، گزارش هواشناسی هیدرولوژی طرح سد اردبیل. ۴۱۲ ص.
۱۲. فتایی، ا. شیخ جباری، ح. ۱۳۸۷، ارزیابی و پهنه بندی کیفی آب رودخانه مرداب آستارا بر اساس شاخص کیفیت آب. دومین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست.
۱۳. فتایی، ا. ۱۳۸۸، تدوین الگوی برنامه پایش زیست محیطی کیفیت آبهای سطحی (مطالعه موردی رودخانه قره سو)، پایان نامه دکترا، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات. ۱۸۵ ص.
14. Mandaville, S.M. 2002, Benetic Macroinvertebrates in Fresh Water-Taxa Tolerance Values, Metrics, and Protocols. Appendix B.
۱۵. عباسی، ک. ۱۳۸۲، ب. شناسایی و بررسی ماهیان رودخانه شفارود استان گیلان، مرکز تحقیقات ماهیان استخوانی دریای خزر. بندر انزلی. ۱۷ ص.