



مقاله علمی - پژوهشی:

مقایسه تنوع زیستی ماهیان رودخانه‌های کشکان و سیمره در شهرستان پلدختر با روش‌های Margalof و Pielou، Hill، Shannon-Viener

علی خوشناموند^{۱*}، بهروز بهروزی راد^۲، جعفر مرشدی^۳

*alikhoshnamvand@gmail.com

۱- گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک. اراک. ایران

۲- گروه علوم و مهندسی محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. اهواز. ایران

۳- گروه محیط زیست. دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر. شوشتر. ایران

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۴۰۲

تاریخ دریافت: آذر ۱۴۰۲

چکیده

ایران در منطقه‌ای واقع گردیده است که از نظر جغرافیای جانوری بسیار حائز اهمیت بوده، ولی اطلاعات کمی در مورد فون ماهیان آن که بسیار جالب توجه و متنوع هستند. در پژوهش حاضر، جهت بررسی تنوع زیستی از روش‌ها و شاخص‌های مختلفی استفاده می‌شود. تنوع زیستی با شاخص‌های Margalof و Pielou، Hill، Shannon-Viener برای رودخانه‌های کشکان و سیمره در شهرستان پلدختر در استان لرستان محاسبه گردید. جهت انجام این پژوهش، تعداد هفت ایستگاه نیز برای آنها در نظر گرفته شد که در آنها تعداد ۳۸۹ قطعه ماهی متعلق به ۱۵ گونه از خانواده‌های کپورماهیان، سگ‌ماهیان جویباری، گربه‌ماهیان و مارماهیان، صید و شناسایی گردید.

مقادیر تنوع زیستی به‌دست آمده برای شاخص‌های Margalof و Pielou، Hill، Shannon-Viener به‌ترتیب در بازه پایین دست تلاقی در نمونه‌برداری اول ۲/۳۸، ۱۰/۶۴، ۲/۰۷/۹۹، در نمونه‌برداری دوم ۲/۲۸ و ۹/۶۳، ۰/۹۵، ۲/۸۶ و در نمونه برداری سوم ۲/۴ و ۱۰/۸۵، ۳/۰، ۸۲/۹۴، به‌دست آمد و در بازه رودخانه کشکان به‌ترتیب در نمونه برداری اول ۱/۵۵، ۴/۷، ۱/۰، ۹۹/۷۹، در نمونه‌برداری دوم ۱/۲، ۳/۳، ۰/۶۲، ۲/۵ و در نمونه‌برداری سوم ۱/۴۴ و ۴/۱۸ و ۰/۸۱، ۴۰/۳۹ به‌دست آمد و در بازه رودخانه سیمره به‌ترتیب در نمونه‌برداری اول ۲/۰۸، ۷، ۰/۸۵، ۲/۷۵، در نمونه‌برداری دوم ۱/۹۲، ۶/۸، ۰/۹۲، ۲/۵ و در نمونه‌برداری سوم ۰/۲، ۷/۵، ۰/۸۸، ۳/۶ به‌دست آمد که نتایج بیشترین تنوع زیستی را در بازه پایین دست تلاقی دو رودخانه کشکان و سیمره نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: تنوع زیستی، شاخص Hill، شاخص‌های Shannon-Viener، Pielou و Margalof

مقدمه

افزایش سطح علمی و پیشرفت روزافزون فناوری در زمینه علوم طبیعی موجب گردیده است که اهمیت تنوع زیستی نیز در زمینه‌های مختلف بازتاب داشته باشد. ماهیان به عنوان شاخص زیستی در محیط‌های آبی با دارا بودن گوناگونی زیستگاه و تنوع گونه‌ای که در بسیاری از مناطق تاکنون شناسایی و گزارش نشده‌اند، به لحاظ ارزش‌های علمی و تحقیقاتی از جایگاه ویژه‌ای برخوردارند (Abdoli et al., 2002; Abdoli, 2016).

امروزه ماهیان آبهای داخلی به علت افزایش جمعیت از سوی صنعت و شهرنشینی در معرض تهدیدها و مخاطرات زیست محیطی بوده و ذخایر برخی از آنها در حال کاهش است درحالی‌که برخی از گونه‌های آنها هنوز از نظر علمی شناسایی نشده و به طور اصولی طبقه‌بندی نشده‌اند (Patimar et al., 2009; Keivany et al., 2016; Eagderi et al., 2022).

ایران در منطقه‌ای واقع گردیده که از نظر جغرافیای جانوری بسیار حائز اهمیت بوده، ولی اطلاعات کمی در مورد فون ماهیان آن که بسیار جالب توجه و متنوع هستند، وجود دارد. مطالعات انجام شده درباره جوامع ماهیان رودخانه‌ها نشان می‌دهد که عوامل غیر زیستی از قبیل دما، سرعت جریان آب و نوع بستر رودخانه در پراکنش و فراوانی گونه‌های ماهیان مختلف مؤثر بوده که بر غناء گونه‌ای، تنوع گونه‌ای و تولیدات ماهیان نیز در قسمت‌های مختلف اکوسیستم رودخانه‌ای مؤثر است. حوزه رودخانه‌های کارون، کرخه، دجله و جنوب دریای خزر دارای بیشترین تنوع گونه‌ای هستند. حدود ۱۴۰ گونه ماهی در آبهای داخل ایران وجود دارد که اغلب متعلق به سه خانواده کپورماهیان، و دو خانواده سگ ماهیان جویباری هستند. ماهیان آبهای داخل ایران هیچ‌گاه به صورت جامع مورد بررسی قرار نگرفته‌اند (Abdoli, 2016; Keivany et al., 2016).

مطالعات ماهی‌شناسی مختلف در ایران انجام گرفته است و از کارهای برجسته در آبهای داخلی می‌توان به مطالعات Abdoli (۲۰۱۶)، Keivany (۲۰۱۶)، Heckel (۱۸۴۷) و Coad (۱۹۹۸) اشاره کرد. مطالعات ماهی‌شناسی در آبهای داخلی ایران سابقه ای کمتر از ۱۵۰ سال دارد، از سال ۱۳۷۷ میلادی آکادمی علوم روسیه و آذربایجان شوروی سابق در دریای خزر به طور علمی شروع به این مطالعات کردند. ماهیان آبهای داخلی ایران از نظر سیستماتیک، بیولوژی و اکولوژی، ناشناخته‌های زیادی دارند. با توجه به رشد روزافزون فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی،

ماهی‌دارکردن آبهای داخلی و ...، ضرورت مطالعات در این زمینه بیشتر احساس می‌شود (Banagar et al., 2008).

بنابراین، با توجه به اهمیت ماهیان و تنوع زیستی آنها و نقش انکارناپذیر آنان در چرخه زیستی و زیست‌بوم‌های آبی و روند کاهش جمعیتی آنان، این پژوهش به منظور مقایسه تنوع زیستی ماهیان رودخانه‌های کشکان و سیمره در شهرستان پلدخترانجام شد.

مواد و روش‌ها

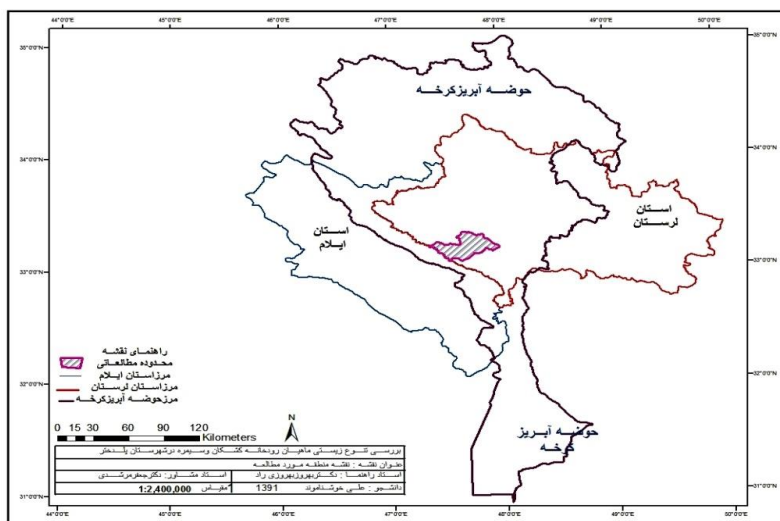
معرفی موقعیت طبیعی و جغرافیایی منطقه مورد مطالعه
محدوده مورد مطالعاتی بخشی از زیرحوضه آبریز کرخه است که با وسعتی معادل ۸۲۴ کیلومترمربع (۸۲۴۶۰ هکتار) در بخش غربی کشور ایران و در گستره چین‌خوردگی‌های زاگرس میانی در شهرستان پلدختر و در مختصات ۴۷ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۵۹ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱).

تعیین مکان ایستگاه‌های نمونه‌برداری

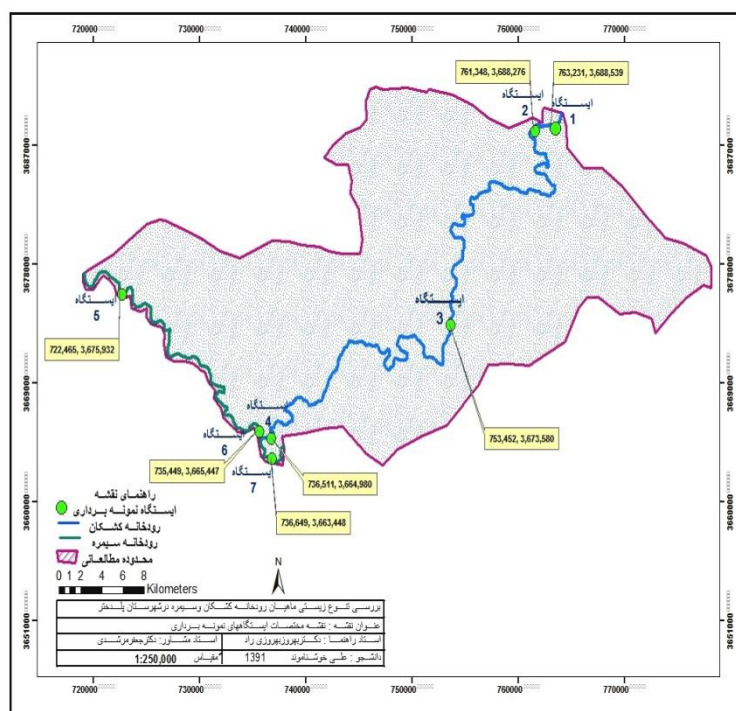
تعداد هفت ایستگاه نمونه‌برداری در محدوده مطالعاتی انتخاب شد. جهت انتخاب محل ایستگاه‌های مطالعاتی، ابتدا با مطالعه نقشه پایه GIS و نگاه کلی به محدوده مطالعاتی با نرم افزار Google Earth، محل تقریبی ایستگاه‌ها با توجه به طول رودخانه‌های مورد مطالعه، تعیین شد و پس از بازدید میدانی جهت تعیین دقیق نقاط نمونه‌برداری ایستگاه‌ها به منطقه مراجعه کرده و باتوجه به نوع بستر، شیب، عمق تقریبی، صاف یا متلاطم بودن جریان آب در محل‌های انتخابی، فاصله داشتن محل ایستگاه با اماکن مسکونی به دلیل صید بی‌رویه ساکنان محلی در نزدیکی اماکن مسکونی و وجود موتورهای پمپاژ آب در نزدیکی روستاهای منطقه، با دستگاه جی پی اس Garmin، نقاط دقیق مکان ایستگاه‌های نمونه‌برداری برداشت گردید. در بازه انتخابی رودخانه کشکان به طول تقریبی ۶۰ کیلومتر، تعداد ۴ ایستگاه انتخاب گردید که بنابه دلایل مذکور و دشواری در دسترسی به رودخانه، انتخاب براساس طول مساوی رودخانه میسر نشد و سه ایستگاه در بالادست شهرستان پلدختر و یک ایستگاه در پایین دست شهرستان پلدختر (به ازاء هر ۱۵ کیلومتر طول رودخانه یک ایستگاه) در نظر گرفته شد. در بازه انتخابی، رودخانه سیمره در بالادست محل تلاقی به طول تقریبی

شد. سپس نقاط برداشت شده در محیط Arcmap نرم افزار ArcGIS9.3 وارد شدند (شکل ۲).

۳۰ کیلومتر، دو ایستگاه (به ازاء هر ۱۵ کیلومتر طول رودخانه یک ایستگاه) در نظر گرفته شد. بعد از تلاقی دو رودخانه کشکان و سیمره به طول تقریبی ۱۰ کیلومتر، یک ایستگاه در نظر گرفته



شکل ۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه



شکل ۲: مختصات ایستگاه‌های نمونه برداری

نمونه برداری از ماهیان

ابتدا جهت انجام صید، پروانه صید ماهی از اداره کل حفاظت محیط زیست لرستان تحت عنوان پروانه صید ماهی تهیه گردید.

صید ماهیان با استفاده از الکتروشوکر (موتور برق بنزینی) و تورهای پرتابی و سالیک باچشمه های 2×2 و 3×3 سانتی متر انجام گرفت. به منظور فراهم کردن شرایط صید استاندارد در

ماهیان موجود در دو رودخانه مذکور تشکیل کلونی دهند، وجود داشت که این امر به نوبه خود باعث ایجاد خلل در جریان نمونه برداری و محاسبات تنوع زیستی می‌شد.

تناوب و تعداد نمونه برداری

نمونه برداری در هفت ایستگاه و طی یک دوره شش ماهه و هر دو ماه یک بار انجام گرفت که مهم‌ترین علت انتخاب این ماه‌ها، قرار داشتن در پایان دوره کم آبی سالانه و آغاز فصل بارش بود که خود از علل افزایش احتمال صید تمامی گونه‌های ماهیان است. تعداد نمونه برداری باتوجه به هفت ایستگاه، سه بار نمونه برداری در هر کدام از هفت ایستگاه مطالعاتی بود.

روش تعیین تنوع زیستی

با توجه به این که تعیین تنوع زیستی در سه سطح ژن، گونه و اکوسیستم صورت می‌گیرد، بررسی تنوع زیستی ماهیان در این پژوهش در حد گونه است. جهت تعیین تنوع زیستی ماهیان رودخانه‌های کشکان و سیمره در بازه نمونه برداری از شاخص‌های Shannon-Viener, Hill, Pielou و Margalof استفاده شده است.

جهت تعیین تنوع گونه‌های ماهیان از شاخص اطلاعات Shannon-Viener استفاده شد. سپس با میانگین گیری، مقادیر به دست آمده برای رودخانه‌های کشکان و سیمره، با توجه به این که در بازه پایین دست یک ایستگاه در نظر گرفته شده بود و طول بازه‌های مطالعاتی یکسان نبود، میانگین تنوع گونه‌ای ایستگاه‌ها بر تعداد ایستگاه‌ها در رودخانه‌های کشکان و سیمره تقسیم شد و سپس بررسی و مقایسه انجام گردید. جهت تعیین یکنواختی گونه‌ها نیز از شاخص Hill و شاخص همگنی Pielou استفاده شد و در این مطالعه نیز از روش میانگین گیری استفاده شد. جهت تعیین غناء گونه‌ای گونه‌ها نیز از شاخص Margalof استفاده شد.

نتایج

گونه‌های ماهیان صید شده در هر سه بازه مطالعاتی از رده ماهیان استخوانی و متعلق به سه راسته کپورماهی شکلان (Cypriniformes)، سوف ماهی شکلان (Peciformes) و گربه ماهی شکلان (Siluriformes) هستند (شکل ۳).

ایستگاه‌های نمونه برداری، در هر ایستگاه یک بازه ۳۰ متری از رودخانه به صورتی انتخاب گردید که ۱۵ متر آن در بالادست نقطه برداشت شده ایستگاه و ۱۵ متر در پایین دست نقطه برداشت شده ایستگاه، واقع گردد. سپس جهت پایین آوردن خطا با کمک صیاد محلی عملیات صید در بازه ۳۰ متری هر ایستگاه دو بار از بالا به پایین با استفاده از الکتروشوکر (موتور برق بنزینی ۲۲۰ ولت) و یک بار با ۱۰ پرتاب تورسالیکی با چشمه ۳×۳ سانتی‌متر و یک بار ۱۰ پرتاب تورسالیکی با چشمه ۲×۲ سانتی‌متر جهت افزایش احتمال صید تمام ماهیان، در بازه‌های انتخابی صید ماهیان، انجام گردید. سپس نوع و تعداد ماهیان صید شده در هر ایستگاه با توجه به نام محلی آنها یادداشت شد و در پایان صید هر ایستگاه، یک نمونه از هر گونه ماهی صید شده در داخل ظروف مناسب جهت شناسایی و تهیه تصویر آن قرار داده شد. در هر بار نمونه برداری تعداد ماهیان صید شده هر گونه، شمارش گردیده و به آزمایشگاه انتقال داده شد. نمونه برداری از ماهیان به روش تصادفی ساده (بدون جایگزینی)، انجام گرفت.

شناسایی گونه‌های ماهیان

جهت شناسایی ماهیان صید شده، نمونه‌هایی از ماهیان صید شده، انتخاب شدند که در صورت امکان هنگام صید کمتر آسیب دیده یا سالم بودند و باله‌ها، فلس‌ها و سر ماهی سالم بودند و تصویر برداری از آنها با دوربین دیجیتال صورت گرفت. سپس یک الی دو نمونه از هر گونه ماهی بعد از تثبیت در محلول مناسب، جهت شناسایی به آزمایشگاه منتقل شدند و با کمک کلیدهای شناسایی گونه‌ها و با توجه به خصوصیات ریخت‌شناسی (مرفومتريک) و کتاب مرجع شناسایی گونه (عبدلی، ۱۳۷۸)، شناسایی گونه انجام گرفت.

زمان نمونه برداری

نمونه برداری از ایستگاه‌ها از مردادماه لغایت اواخر آبان ماه سال ۱۳۹۱ و به مدت شش ماه انجام گردید. در انتخاب زمان نمونه برداری سعی شد تا بهترین زمان از لحاظ رشد و نمو گونه‌های ماهیان بومی^۱، بازه نمونه برداری (۲-۳ ماه بعد از آزادسازی لارو ماهیان بالغ زادآور) و پس از بالغ شدن ماهیان بیگانه^۲ انجام شود، زیرا احتمال این که بسیاری از گونه‌های

¹ Native

² Exotics



شکل ۳: نمونه هایی از ماهیان صید شده

جدول ۲: ماهیان ایستگاه شماره ۲ رودخانه کشکان

ایستگاه ۲			گونه ماهی
نمونه - برداري سوم	نمونه - برداري دوم	نمونه - برداري اول	
۱	-	۳	<i>Capoeta damascina</i>
۴	۳	۴	<i>Capoeta trutta</i>
-	۱	۳	<i>Chalcalburnus mossulensis</i>
۳	۳	۷	<i>Cyprinion macrostomum</i>
۱	۱	۲	<i>Cyprinus carpio carpio</i>

نتایج انواع گونه‌های ماهیان صیدشده

نتایج کلی انواع گونه‌های ماهیان صید و شناسایی شده در هر سه بازه مطالعاتی حاکی از وجود ۱۵ گونه ماهی است که به تفکیک رودخانه در جدول ۸ ارائه شده در شکل ۴ نشان داده شده است.

از راسته کپورماهی شکلان، دو خانواده، شامل خانواده کپور ماهیان با ۱۳ گونه و از راسته گربه ماهی شکلان، خانواده گربه ماهیان و از راسته سوف ماهی شکلان، خانواده مارماهیان، هر کدام یک گونه شناسایی گردید (جدول های ۱ الی ۷).

جدول ۱: ماهیان ایستگاه شماره ۱ رودخانه کشکان

ایستگاه ۱			گونه ماهی
نمونه - برداري سوم	نمونه - برداري دوم	نمونه - برداري اول	
۱	۳	-	<i>Alburnus alburnus</i>
-	۱	۲	<i>Capoeta damascina</i>
۵	۴	۷	<i>Capoeta trutta</i>
-	۱	۲	<i>Chalcalburnus mossulensis</i>
۳	۵	۷	<i>Cyprinion macrostomum</i>
۱	۱	۲	<i>Cyprinus carpio carpio</i>

جدول ۳: ماهیان ایستگاه شماره ۳ رودخانه کشکان

گونه ماهی	ایستگاه ۳		
	نمونه برداری اول	نمونه برداری دوم	نمونه برداری سوم
<i>Capoeta damascina</i>	۲	۱	۱
<i>Capoeta trutta</i>	۶	۴	۵
<i>Cyprinion macrostomum</i>	۸	۵	۳
<i>Cyprinus carpio carpio</i>	۳	۱	۲
<i>Nemacheilus nemacheilus</i>	۲	-	۲
<i>Mastacembelus mastacembelus</i>	۱	-	۱

جدول ۴: ماهیان ایستگاه شماره ۴ رودخانه کشکان

گونه ماهی	ایستگاه ۴		
	نمونه برداری اول	نمونه برداری دوم	نمونه برداری سوم
<i>Capoeta damascina</i>	۴	۳	۲
<i>Capoeta trutta</i>	۷	۳	۴
<i>Cyprinion macrostomum</i>	۵	۳	۷
<i>Cyprinus carpio carpio</i>	۲	۱	۱
<i>Nemacheilus nemacheilus</i>	۱	-	۱
<i>Mastacembelus mastacembelus</i>	-	-	۱

جدول ۵: ماهیان ایستگاه شماره ۵ رودخانه سمیره

گونه ماهی	ایستگاه ۵		
	نمونه برداری اول	نمونه برداری دوم	نمونه برداری سوم
<i>Barbus barbulus</i>	۲	۱	۱
<i>Barbus grypus</i>	۳	۲	۱
<i>Barbus luteus</i>	۲	۲	-
<i>Capoeta capoeta gracilis</i>	۲	۱	-
<i>Capoeta damascina</i>	۴	۲	۱
<i>Capoeta trutta</i>	۵	۳	۲
<i>Cyprinion macrostomum</i>	۶	۴	۳
<i>Cyprinus carpio carpio</i>	۱	-	۱
<i>Nemacheilus nemacheilus</i>	-	-	۱
<i>Mastacembelus mastacembelus</i>	-	-	۱

جدول ۶: ماهیان ایستگاه شماره ۶ رودخانه سمیره

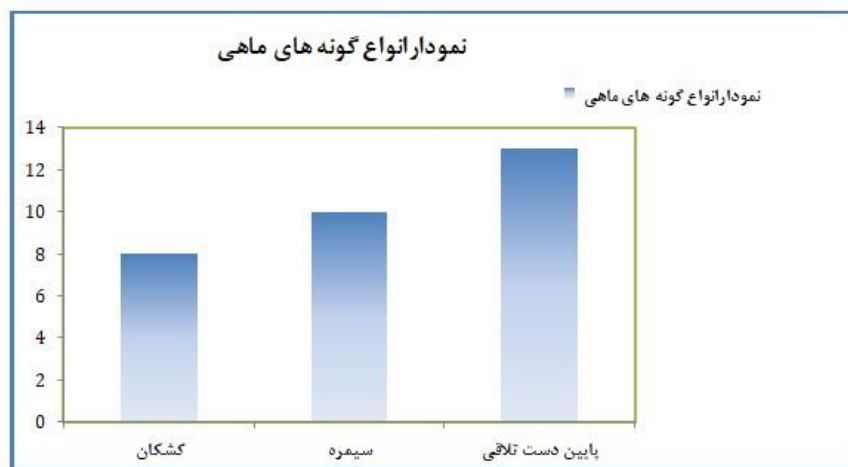
گونه ماهی	ایستگاه ۶		
	نمونه برداری اول	نمونه برداری دوم	نمونه برداری سوم
<i>Barbus barbulus</i>	۳	۲	-
<i>Barbus grypus</i>	۴	۳	۲
<i>Barbus luteus</i>	۳	۲	۱
<i>Capoeta damascina</i>	۳	۲	۱
<i>Capoeta trutta</i>	۵	۳	۲
<i>Cyprinion macrostomum</i>	۷	۵	۳
<i>Cyprinus carpio carpio</i>	۱	-	۲
<i>Leuciscus Lepidus</i>	۳	۲	۱
<i>Nemacheilus nemacheilus</i>	۲	-	۱
<i>Gliptothorax silviae</i>	-	۱	۱

جدول ۷: ماهیان ایستگاه شماره ۷ بازه پایین دست تلاقی

گونه ماهی	ایستگاه ۷		
	نمونه برداری اول	نمونه برداری دوم	نمونه برداری سوم
<i>Alburnus alburnus</i>	-	-	۲
<i>Barbus barbulus</i>	۶	۴	۱
<i>Barbus esocinus</i>	۳	۳	۲
<i>Barbus grypus</i>	۳	۲	۲
<i>Barbus luteus</i>	۵	۴	۱
<i>Capoeta capoeta gracilis</i>	۴	۳	۲
<i>Capoeta damascina</i>	۵	۳	۳
<i>Capoeta trutta</i>	۴	۴	-
<i>Chalcalburnus mossulensis</i>	-	-	۵
<i>Cyprinion macrostomum</i>	۷	۶	۱
<i>Cyprinus carpio carpio</i>	۱	-	۱
<i>Leuciscus Lepidus</i>	۳	۲	۱
<i>Nemacheilus nemacheilus</i>	-	۱	۱

جدول ۸: نتایج کلی انواع گونه‌های صیدشده

رودخانه	تعداد گونه ماهی
کشکان	۸
سمیره	۱۰
پایین دست تلاقی	۱۳



شکل ۴: نمودار نتایج کلی انواع گونه های ماهیان صید شده در سه بازه نمونه برداری

به نتایج آزمون مقایسه میانگین گونه های ماهیان در سه بازه مطالعاتی، می توان بیان کرد که در هر سه بازه (کشکان، سیمره و پایین دست تلاقی)، گونه لوتک (*Cyprinion macrostomum*) دارای بیشترین میانگین صید در بین تمام گونه های صید شده است. همچنین گونه توتینی (*Capoeta trutta*) پس از گونه لوتک بیشترین میانگین صید را نسبت به سایر گونه های صید شده به خود اختصاص داده است.

نتایج تجزیه و تحلیل آماری گونه های ماهیان
آزمون های آماری مورد نظر برای گونه های ایستگاه های مطالعاتی در رودخانه های کشکان و سیمره و بازه پایین دست تلاقی دو رودخانه با استفاده از نرم افزار Spss انجام گرفت که ابتدا آزمون Ttest (مقایسه میانگین) جهت مقایسه میانگین ماهیان صید شده در ایستگاه های هر سه بازه مطالعاتی انجام گردید که با توجه به خروجی نرم افزار به صورت جدول ۹ و شکل ۵ مربوط

جدول ۹: خروجی نرم افزار SPSS نتایج آزمون Ttest (مقایسه میانگین) گونه های ماهیان هر سه بازه مطالعاتی (هفت ایستگاه)

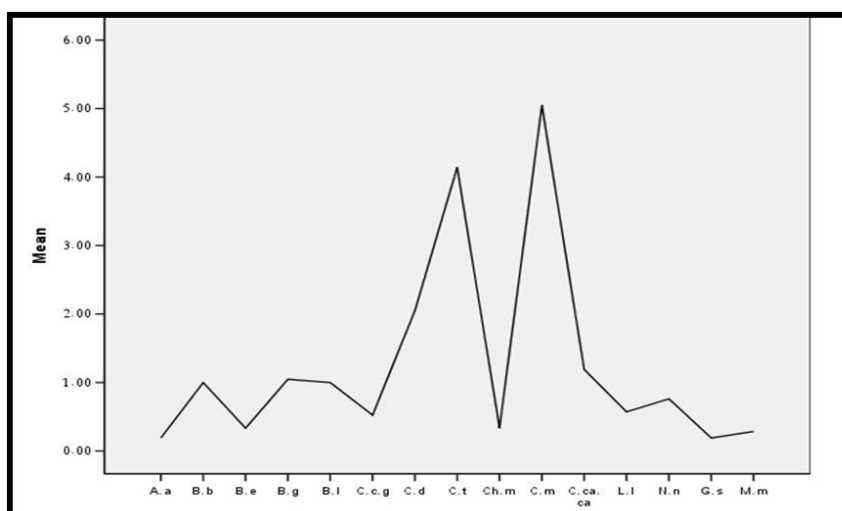
Report																
VAR00		A.a	Bb	Be	Bg	B.I	C.c.g	C.d	C.t	Ch.m	C.m	C.ca.ca	L.I	N.n	G.s	M.m
1.00	Mean	.3333	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	1.6667	4.6667	.5833	5.0000	1.5000	.0000	.8333	.0000	.2500
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	Std. Devi	.88763	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.23091	.37069	.99620	.85864	.67420	.00000	.83485	.00000	.45227
2.00	Mean	.0000	1.5000	.0000	2.5000	1.6667	.5000	2.1667	3.3313	.0000	4.6667	.8333	1.0000	.6667	.3333	.1667
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Std. Devi	.00000	.04881	.00000	.04881	.03280	.83666	.16905	.36626	.00000	.63299	.75277	.26491	.81650	.51640	.40825
3.00	Mean	.0000	4.0000	2.3333	2.3333	3.6667	2.6667	3.3333	3.6667	.0000	6.0000	.6667	2.0000	.6667	.6667	.6667
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Std. Devi	.00000	2.00000	.15470	.57735	.52753	1.52753	.52753	.57735	.00000	.00000	.57735	.00000	.57735	.57735	.57735
Total	Mean	.1905	1.0000	.3333	1.0476	1.0000	.5238	2.0476	4.1429	.3331	5.0476	1.1905	.5714	.7619	.1905	.2857
	N	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	Std. Devi	.67964	.64317	.91287	.35927	.51658	1.12335	.32198	.38873	.79582	.68749	.74960	.02817	.76842	.40237	.46291

گفت که در هر سه بازه مطالعاتی بین گونه های کولی (*Alburnus alburnus*)، سارده (*Capoeta damascina*)، توتینی (*Capoeta trutta*)، شاه کولی (*Chalcalburnus*)، لوتک (*Cyprinion macrostomum*) و *mossulensis*، می توان

در ادامه آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (One Way Anova) جهت تعیین این که بین کدام گونه ها اختلاف معنی داری وجود دارد، انجام گردید و با توجه به جدول خروجی نرم افزار Spss و با اطمینان ۹۵ درصد (سطح معنی داری $\alpha = 0.05$) می توان

سگ‌ماهی (*Nemacheilus nemacheilus*)، اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در ادامه برای بررسی این که بین کدامیک از گونه‌های مذکور فوق در هفت ایستگاه اختلاف معنی‌داری وجود دارد، آزمون توکی انجام گرفت و با توجه به جدول خروجی نرم افزار Spss (جدول ۱۱) بین گونه‌های کولی (*Alburnus alburnus*)، سارده (*Capoeta damascina*)، توئینی

(*Capoeta trutta*)، شاه‌کولی (*Chalcalburnus mossulensis*)، لوتک (*Cyprinion macrostomum*) و سگ‌ماهی (*Nemacheilus nemacheilus*) در تمامی ایستگاه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد که نتایج آزمون‌های آماری انجام گرفته نشانگر تنوع در نوع گونه‌های ماهیان در هر سه بازه مطالعاتی است.



شکل ۵: مقایسه میانگین کل گونه‌های صیدشده

جدول ۱۰: نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه گونه‌های ماهی سه بازه

ANOVA					
		Sum of Squares	df	Mean Square	F Sig.
Aa	Between Groups	.571	2	.286	
	Within Groups	8.667	18	.481	.593
	Total	9.238	20		
C.d	Between Groups	6.786	2	3.393	
	Within Groups	28.167	18	1.565	2.168
	Total	34.952	20		.143
C.I	Between Groups	7.905	2	3.952	
	Within Groups	30.667	18	1.704	2.320
	Total	38.571	20		.127
Ch.m	Between Groups	1.750	2	.875	
	Within Groups	10.917	18	.606	1.443
	Total	12.667	20		.262
C.m	Between Groups	3.619	2	1.810	
	Within Groups	53.333	18	2.963	.611
	Total	56.952	20		.554
N.n	Between Groups	.143	2	.071	
	Within Groups	11.667	18	.648	.110
	Total	11.810	20		.896

نتایج محاسبات شاخص های تنوع زیستی

جهت تعیین تنوع زیستی بازه های مطالعاتی از شاخص های تنوع گونه ای Shannon-Viener، تنوع گونه ای Hill، غنای گونه ای

فرمول شماره (۱): شاخص تنوع گونه ای شانون-وینر

$$H' = - \sum_{i=1}^s \left[\left(\frac{n_i}{n} \right) \ln \left(\frac{n_i}{n} \right) \right]$$

فرمول شماره (۲): شاخص غنای گونه ای مارگالف

$$R = (S-1) / \ln(N)$$

فرمول شماره (۳): شاخص تنوع گونه ای هیل

$$N_1 = e^{H'}$$

فرمول شماره (۴): شاخص همگنی گونه ای پیلو

$$E_1 = \frac{H'}{\ln(S)}$$

نتایج تنوع گونه ای ایستگاه های مطالعاتی

نتایج محاسبه تنوع گونه ای ماهیان ایستگاه های نمونه برداری به صورت مجزا و به تفکیک هر ایستگاه به دو روش Shannon-Viener و Hill محاسبه گردیده است. جدول ۱۵ نشان دهنده وجود تنوع قابل ملاحظه ای در تمامی ایستگاه ها است به طوری که در تمامی نمونه برداری ها شاخص Shannon-Viener دارای دامنه تغییرات از ۱/۰۶ در ایستگاه شماره ۲ کشکان در نمونه برداری دوم تا ۲/۴ در ایستگاه شماره ۷ و در نمونه برداری سوم (پایین دست تلاقی) است. همچنین دامنه تغییرات شاخص Hill از ۲/۸۷ در ایستگاه شماره ۲ کشکان در نمونه برداری دوم تا ۱۰/۸۵ در ایستگاه شماره ۷ (پایین دست تلاقی) بوده که نشان دهنده هماهنگی بودن این دو شاخص است.

n: تعداد کل نمونه های صید شده، n_i: تعداد هر یک از گونه های مشاهداتی، e: عدد ۲/۷۱، S: تعداد گونه های مشاهداتی مقادیر شاخص های تنوع گونه ای (Shannon-Viener و Hill) در هر سه بازه مطالعاتی کشکان، سیمره و پایین دست تلاقی و در هر سه بار نمونه برداری متغیر بودند به طوری که بیشترین مقدار متعلق به بازه پایین دست تلاقی و در نمونه برداری سوم است. مقادیر شاخص همگنی Pielou در هر سه بازه مطالعاتی کشکان، سیمره و پایین دست تلاقی و در هر سه بار نمونه برداری متغیر بودند به طوری که بیشترین مقدار متعلق به بازه پایین دست تلاقی و در نمونه برداری سوم است (جدول های ۱۲ الی ۱۵). با توجه به جداول، شاخص Margalof به شدت تحت تاثیر تعداد ماهیان صید شده قرار دارد و با توجه به این که بیشترین مقدار شاخص Margalof مربوط به نمونه برداری سوم رودخانه کشکان است، این امر کاملاً مشهود است (شکل ۷).

جدول ۱۱: خروجی نرم افزار SPSS نتایج آزمون توکی گونه‌های ماهیان

Multiple Comparisons							
Tukey SD							
Dependent Variable	I)	J)	Mean Difference	Std. Error	Sig.	95 % Confidence Interval	
	VAR00004	VAR00004				Lower Bound	Upper Bound
A.a	100	200	.33333	.34694	.610	-.5521	1.2188
		300	.33333	.44790	.741	-.8098	1.4765
	200	100	-.33333	.34694	.610	-1.2188	.5521
		300	.00000	.49065	1.000	-1.2522	1.2522
	300	100	-.33333	.44790	.741	-1.4765	.8098
		200	.00000	.49065	1.000	-1.2522	1.2522
Cd	100	200	.50000	.62546	.708	-2.0963	10983
		300	-1.66667	.80747	.126	-3.7275	3941
	200	100	.50000	.62546	.708	-10963	20963
		300	-1.66667	.80747	.403	-3.4242	10908
	300	100	.16666	.80747	.126	-.3941	3.7275
		200	.16666	.88454	.403	-1.0908	3.4242
C.t	100	200	.13333	.65263	.131	-.3323	2.9990
		300	1.00000	.84254	.476	-1.1503	3.1503
	200	100	-.13333	.65263	.131	-2.9990	.3323
		300	-.33333	.92296	.931	-2.6889	2.0222
	300	100	-1.00000	.84254	.476	-3.1503	1.1503
		200	.33333	.92256	.931	-2.0222	2.6889
Ch.m	100	200	.58333	.38938	.315	-.4104	1.5771
		300	.58333	.50269	.491	-.6996	1.8663
	200	100	-.58333	.38938	.315	-1.5771	.4104
		300	.00000	.55067	1.000	-1.4054	1.4054
	300	100	-.58333	.50269	.491	-1.8663	.6996
		200	.00000	.55067	1.000	-1.4054	1.4054
C.m	100	200	.33333	.86066	.921	-1.8632	2.5299
		300	1.00000	1.11111	.647	-3.8357	1.8357
	200	100	-.33333	.86066	.921	-2.5299	1.8632
		300	-1.33333	1.21716	.529	-4.4397	1.7731
	300	100	1.00000	1.11111	.647	-1.8357	3.8357
		200	.33333	1.21716	.529	-1.7731	4.4397
N.n	100	200	.16667	.40254	.910	-.8607	1.1940
		300	.16667	.56967	.945	-1.1596	1.4930
	200	100	-.16667	.40254	.910	-1.1940	.8607
		300	.00000	.56928	1.000	-1.4529	1.4529
	300	100	-.16667	.51967	.945	-1.4930	1.1596
		200	.00000	.56928	1.000	-1.4529	1.4529

جدول ۱۲: نتایج محاسبه تنوع گونه‌های ماهیان رودخانه سیمره براساس شاخص‌های تنوع زیستی

شاخص	نمونه برداری اول	نمونه برداری دوم	نمونه برداری سوم
شاخص تنوع گونه‌ای Shannon-Viener	۱/۵۵	۱/۲	۱/۴۴
شاخص یکنواختی گونه‌ای Hill	۴/۷	۳/۳	۴/۱۸
شاخص همگنی گونه‌ای Pielou	۰/۷۹	۰/۶۲	۰/۸۱
شاخص غناء Margalof	۱/۹۹	۲/۵	۴/۳۹

جدول ۱۳: نتایج محاسبه تنوع گونه‌های ماهیان بازه پایین دست تلاقی براساس شاخص‌های تنوع زیستی

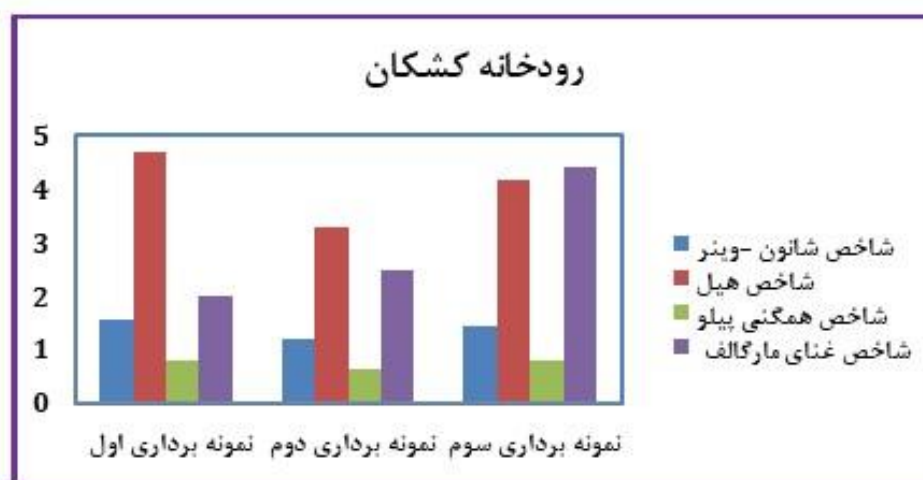
شاخص	نمونه برداری اول	نمونه برداری دوم	نمونه برداری سوم
شاخص تنوع گونه‌ای Shannon-Viener	۲/۰۸	۱/۹۲	۲/۰۲
شاخص یکنواختی گونه‌ای Hill	۷	۶/۸	۷/۵
شاخص همگنی گونه‌ای Pielou	۰/۸۵	۰/۹۲	۰/۸۸
شاخص غناء Margalof	۲/۷۵	۲/۵	۳/۶

جدول ۱۴: نتایج محاسبه تنوع گونه‌ای ماهیان بازه پایین دست تلاقی براساس شاخص‌های تنوع‌زیستی

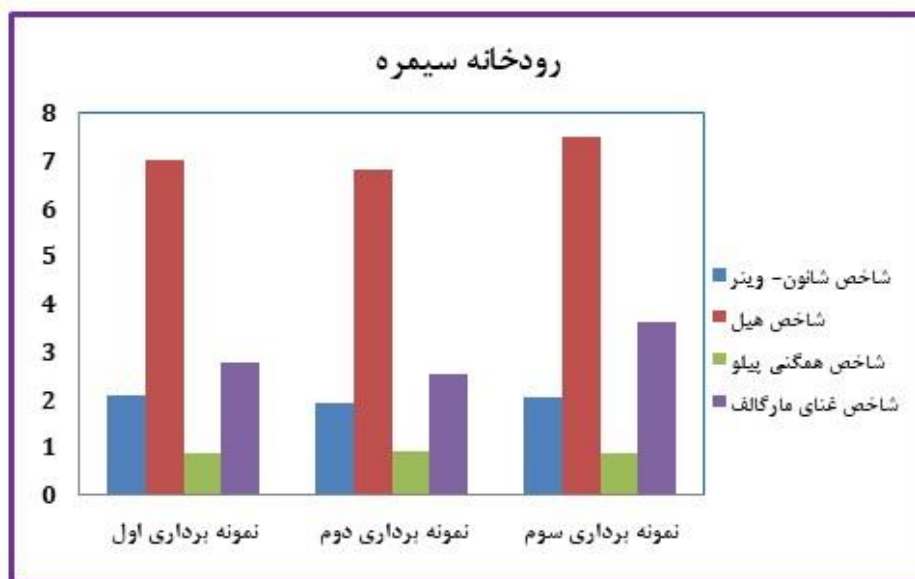
شاخص	نمونه‌برداری اول	نمونه‌برداری دوم	نمونه‌برداری سوم
شاخص تنوع گونه‌ای Shannon-Viener	۲/۳۸	۲/۲۸	۲/۴
شاخص یکنواختی گونه‌ای Hill	۱۰/۶۴	۹/۶۳	۱۰/۸۵
شاخص همگنی گونه‌ای Pielou	۰/۹۹	۰/۹۵	۰/۹۴
شاخص غناء Margalof	۲/۷	۲/۸۶	۳/۸۲

جدول ۱۵ نتایج محاسبات تنوع گونه‌ای شانون- وینر و هیل هفت ایستگاه

ایستگاه	شاخص	نمونه‌برداری اول	نمونه‌برداری دوم	نمونه‌برداری سوم
ایستگاه ۱	Shannon-Viener	۱/۶۱	۱/۲۳	۱/۳۸
	Hill	۴/۹۵	۳/۴	۳/۹۴
ایستگاه ۲	Shannon-Viener	۱/۵۳	۱/۰۶	۱/۲۳
	Hill	۴/۵۸	۲/۸۷	۳/۴
ایستگاه ۳	Shannon-Viener	۱/۶	۱/۱۷	۱/۶۳
	Hill	۴/۸۹	۳/۲	۵/۰۴
ایستگاه ۴	Shannon-Viener	۱/۴۶	۱/۳۱	۱/۵
	Hill	۴/۲۷	۳/۶۸	۴/۴۴
ایستگاه ۵	Shannon-Viener	۱/۸۳	۱/۸۵	۱/۹۵
	Hill	۶/۱۶	۶/۲۹	۶/۹۴
ایستگاه ۶	Shannon-Viener	۱/۹۶	۱/۹۹	۲/۱
	Hill	۷	۷/۲۲	۸/۰۵
ایستگاه ۷	Shannon-Viener	۲/۳۸	۲/۲۸	۲/۴
	Hill	۱۰/۶۴	۹/۶۳	۱۰/۸۵



شکل ۶: نمایش نتایج محاسبه تنوع گونه‌ای ماهیان بازه رودخانه کشکان



شکل ۷: نمایش نتایج محاسبه تنوع گونه‌ای ماهیان بازه رودخانه سیمره

بحث

در یکی دو قرن اخیر، ماهی‌شناسان متعددی به مطالعه ماهی‌های آبهای داخلی ایران پرداخته‌اند (Coad 1998; Nalbant *et al.*, 1998). اما یکی از اولین مطالعات مدون در مورد ماهی‌های آب شیرین ایران و کشورهای همسایه، مربوط به ماهی‌شناس روسی Berg بوده که در نیمه اول قرن بیستم صورت گرفته است. وی تعداد زیادی ماهی نام برده است که بسیاری از آنها، بعدها به عنوان زیرگونه یا اسامی مترادف شناخته شده‌اند. با این حال، هنوز یکی از منابع مرجع برای شناسایی ماهی‌های منطقه است. دو رساله نیز در دانشگاه‌های آمریکا، در مورد ماهی‌های ایران صورت گرفته است. اما، شاه بیت مطالعات ماهی‌شناسی ایران، مربوط به ماهی‌شناس کانادایی (Brian W. Coad) بوده که یکی از پرکارترین ماهی‌شناسان در زمینه ماهی‌های ایران بوده است و مرجعی بین‌المللی در این مورد محسوب می‌شود. خوشبختانه، در سال‌های اخیر، دانش‌پژوهان داخلی مطالعات بسیاری را انجام داده‌اند. کتاب ماهیان آبهای داخلی ایران (عبدلی، ۱۳۸۷) اولین کتاب جامع و مصور به زبان فارسی است که به معرفی ۱۴۰ گونه از ماهی‌های آبهای داخلی پرداخته و همچنان مرجع علاقمندان به این زمینه است.

در پژوهش حاضر که تنوع زیستی را در سه بازه مطالعاتی با چهار شاخص بررسی نموده است، امکان مقایسه تنوع زیستی

بین هر سه بازه مطالعاتی را فراهم می‌کند و دست پژوهشگران را جهت بررسی‌های روند تغییر تنوع زیستی در آینده رودخانه‌ها و بازه‌های مطالعاتی باز می‌گذارد که از مهم‌ترین نقاط قوت این پژوهش است.

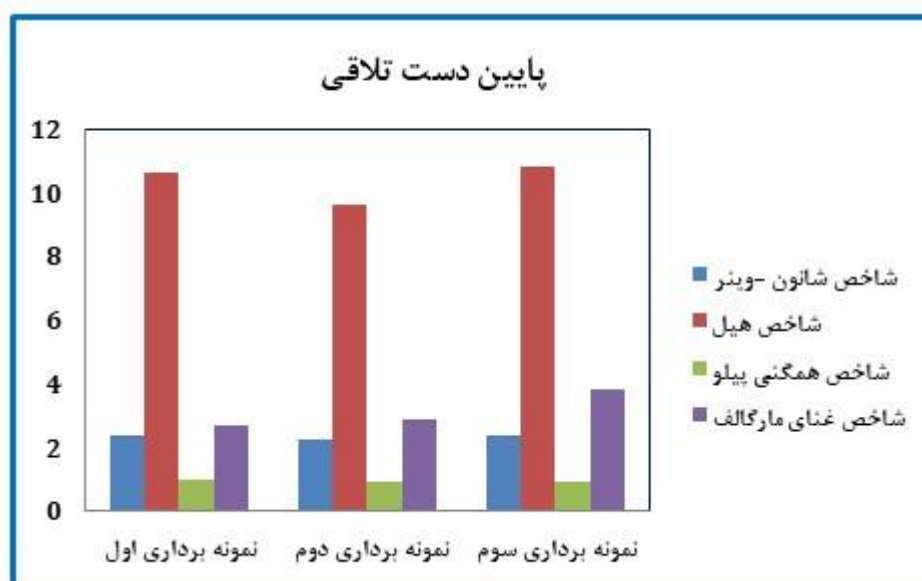
در بازه‌های مطالعاتی، ۱۵ گونه ماهی به تعداد ۳۸۹ قطعه متعلق به رده ماهیان استخوانی و سه راسته و ۴ خانواده صیدگردیدند که پس از شناسایی ماهیان و محاسبه تنوع زیستی آنها در خصوص شاخص Margalof که در این پژوهش دارای دامنه تغییرات ۱/۹۹-۴/۳۹ بوده و این حداقل و حداکثر نیز هر دو مربوط به بازه رودخانه کشکان هستند، این گونه نتیجه‌گیری می‌گردد که این شاخص به شدت تحت تاثیر تعداد ماهیان صید شده قرار دارد و با توجه به این موضوع، بیشترین مقدار شاخص Margalof مربوط به نمونه‌برداری سوم رودخانه کشکان است که با سه شاخص دیگر همخوانی ندارد اما به هر صورت وجود تنوع زیستی در بازه‌های مطالعاتی و اختلاف در تنوع زیستی را نشان می‌دهد.

نتایج محاسبه تنوع گونه‌ای ماهیان، ۷ نمونه‌برداری که به صورت مجزا و به تفکیک هر ایستگاه که به دو روش Shannon-Viener و Hill محاسبه گردیده است (جدول ۱۴)، حاکی از آن است که بیشترین مقدار تنوع گونه‌ای Shannon-Viener مربوط به ایستگاه پایین دست تلاقی (شماره ۷) و در نمونه‌برداری سوم (آذر و دی ماه) بوده که نشان‌دهنده وجود تنوع قابل ملاحظه‌ای در این ایستگاه به نسبت سایر ایستگاه‌ها است.

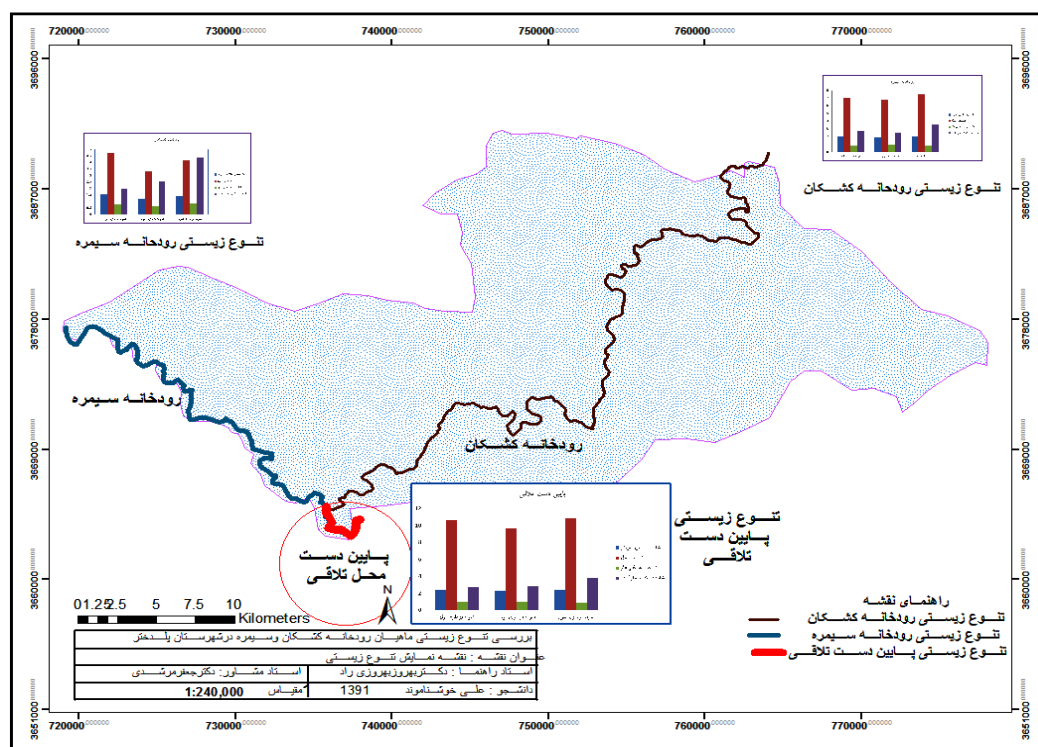
بازه)، وجود تعداد گونه های بیشتری را در این بازه تایید می کند و تعداد ۹۵ قطعه ماهی صید شده در بازه مطالعاتی پایین دست (تعداد کل در هر سه نمونه برداری) بیشترین مقدار صید را نسبت به میانگین صید در ایستگاه های بازه مطالعاتی کشکان (۴۴/۵) قطعه ماهی) و سیمره (۵۶ قطعه ماهی) نیز دارد که حاکی از وجود تنوع زیستی بالاتری در این بازه است. بنابراین، می توان از تحلیل نتایج شاخص های تنوع زیستی Shannon-Viener، Hill و Pielou نتیجه گیری کرد که تنوع زیستی پایین دست تلاقی دو رودخانه کشکان و سیمره به نسبت بازه های مطالعاتی کشکان و سیمره دارای بیشترین مقدار است و سپس بازه مطالعاتی سیمره، تنوع زیستی بیشتری از بازه مطالعاتی کشکان دارد و بازه مطالعاتی کشکان از هر دو بازه دیگر تنوع زیستی کمتری دارد. اما تنوع زیستی قابل ملاحظه ای در هر سه بازه وجود دارد که در نقشه نهایی نشان داده شده است (شکل ۹). در راستای پژوهش حاضر، بناگر و همکاران (۲۰۰۸) پژوهشی در مورد تنوع زیستی با استفاده از شاخص های Simpson، Shannon-Viener، Pielou و Margalof را در رودخانه تالار انجام دادند و به نتایج خوبی نیز دست یافتند که از مجموع ۵۲۲ نمونه ماهی صید شده، ۲۰ گونه در ۹ خانواده شناسایی شد که بیشترین تنوع گونه ای به خانواده کپورماهیان اختصاص داشت.

همچنین کمترین مقدار تنوع گونه ای Shannon-Viener مربوط به ایستگاه شماره ۲ کشکان و در نمونه برداری دوم است. شاخص Hill نیز به موازات شاخص Shannon-Viener دارای بیشترین مقدار در ایستگاه پایین دست تلاقی و نمونه برداری سوم و کمترین مقدار را در ایستگاه شماره ۲ کشکان در نمونه برداری دوم دارد.

با توجه به این که بیشترین مقادیر به دست آمده از محاسبه شاخص های Shannon-Viener و Hill که برای بازه نمونه برداری پایین دست تلاقی در نمونه برداری اول، به ترتیب ۲/۳۸ و ۱۰/۶۴، در نمونه برداری دوم ۲/۲۸ و ۹/۶۳ و در نمونه برداری سوم ۲/۴ و ۱۰/۸۵ به دست آمد و وجود اختلاف معنی دار بازه های مطالعاتی رودخانه های کشکان و سیمره از لحاظ گونه های ماهیان با بازه پایین دست تلاقی که با تحلیل های آماری موجود نیز بیان شد (جداول ۹ الی ۱۱ و شکل ۳) و نیز مطابق شاخص همگنی Pielou که بیشترین مقدار آن برای بازه پایین دست تلاقی و در نمونه برداری اول، دوم و سوم به ترتیب ۰/۹۹ و ۰/۹۵ و ۰/۹۴ به دست آمد که این سه عدد کاملاً به عدد ۱ (بیشترین مقدار در شاخص Pielou که به معنای همگنی صددرصد است)، نزدیک است و به علاوه ۱۳ گونه ماهی در بازه مطالعاتی پایین دست که به نسبت بازه مطالعاتی کشکان (وجود ۸ گونه در بازه) و در بازه مطالعاتی سیمره (وجود ۱۰ گونه در



شکل ۸: نمایش نتایج محاسبه تنوع گونه ای ماهیان بازه پایین دست تلاقی



شکل ۹: نمایش اختلاف تنوع زیستی سه بازه مطالعاتی

منابع

- Zoology, 46(6), 500-522.
<https://doi.org/10.55730/1300-0179.3104>.
- Heckel, J.J., 1847. Die Fische Persiens gesammelt von Theodor Kotschy. In: Russegger J (ed) Reisen in Europa, Asien und Afrika, mit besonderer Rücksicht auf die naturwissenschaftlichen Verhältnisse der betreffenden Länder, unternommen in den Jahren; unternommen in den Jahren 1835 bis 1841. E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung, Stuttgart, pp. 255-257
- Keivany, Y., Nasri, M., Abbasi, K. and Abdoli, A., 2016. Atlas of Inland Water Fishes. Iran Department of Environment. 80P. [In Persian]
- Nalbant, T.T. and Bianco, P.G., 1998. The loaches of Iran and adjacent regions with description of six new species (Cobitoidea). *Italian Journal of Zoology*, 65(sup1), 109-123. <https://doi.org/10.1080/11250009809386803>
- Patimar, R., Abdoli, A., Hasanzadeh Kiabi, B., Alahyari, S., and Naderi Jeloudar, M., 2009. Fish Species Diversity of The Coastal Areas in Gomishan Wetland. *Journal Of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 16(Special Issue 1-A), 0-0. [In Persian]
- Abdoli, A., 2016. Field guide of fishes of inland waters of Iran. 120P. [In Persian]
- Abdoli, A., Rahmani, H. and Rasooli, P., 2002. On the occurrence, diet and reproduction of *Neogobius fluviatilis* in Madarsoo stream, Golestan National Park (North Eastern Iran). *Zoology in the Middle East*, 26(1), 123-128. <https://doi.org/10.1080/09397140.2002.10637927>.
- Banagar, G.R., Karami, M., Kiabi, B. and Ghasempouri, M., 2008. Distribution and Biodiversity of Fish Species in Haraz River in Mazandaran Province. *Environmental Sciences*, 6(2). [In Persian]
- Coad, B.W., 1998. Systematic biodiversity in the freshwater fishes of Iran. *Italian Journal of Zoology*, 65:sup1, 101-108. <https://doi.org/10.1080/11250009809386802>
- Eagderi, S., Mouludi-saleh, A., Esmali, H. R., Sayyadzadeh, G. and Nasri, M., 2022. Freshwater lamprey and fishes of Iran; a revised and updated annotated checklist-2022. *Turkish Journal of*

Comparison of fish biodiversity of Kashkan and Seymareh Rivers in Poldokhtar city with Shannon-Viener, Hill, Pielou and Margalof methods

Khoshnamvand A.¹; Behrouzirad B².; Morshedi J.³

*alikhoshnamvand@gmail.com

1- Department of Environment, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran

2. Department of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

3. Department of Urban Engineering, Shushtar Branch, Islamic Azad University, Shushtar, Iran

Abstract

Iran is located in a region that is very important in terms of animal geography, but there is little information about its fish fauna, which is very interesting and diverse. In the present research, biodiversity was calculated with Shannon-Wiener, Hill, Pielou and Margalf indices for Kashkan and Seymareh rivers in Poldakhtar city in Lorestan province. Sampling was taken in seven stations and 389 pieces of fish belonging to 15 species of carp, dogfish, catfish and snake fish families were caught and identified. Biodiversity values obtained for Shannon-Wiener, Hill, Pielou and Margalf indices in the downstream of the confluence in the first sampling, respectively were 2.38, 10.64, 0.99, 2.7 And in the second sampling, 2.28, 9.63, 0.95, 2.86, and in the third sampling, 2.4, 10.85, 0.94, and 3.82 were obtained and in the Kashkan river, respectively In the first sampling 1.55, 4.7, 0.79, 1.99 and in the second sampling 1.2, 3.3, 0.62, 2.5 in the third sampling 1.44 and 4.18 and 0.81, 4.39 were obtained, and in the Symareh river, respectively, in the first sampling, 2.08, 7, 0.85, 2.75, and in the second sampling, 1.92, 6.8, 92. 0, 2.5 and in the third sampling, 2.02, 7.5, 0.88, 3.6 were obtained that the results obtained from this research showed the greatest biodiversity in the downstream area of the confluence of two rivers, Kashkan and Seymareh.

Keywords: Biodiversity, Hill index, Shannon-Wiener index, Pillou index and Margalf index