مقاله علمی – پژوهشی:

بررسی فراوانی و شاخص‌های تنوع زیستی ماهیان در رودخانه دینور، استان کرمانشاه

علیرضا رادخواه[۱]، سهیل ایگدری*[۱]، هادی پورباقر[۱]

*soheil.eagderi@ut.ac.ir

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۴۰۰ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۴۰۰

چکیده

پژوهش حاضر با هدف تعیین شاخص‌های تنوع زیستی ماهیان در رودخانه دینور، استان کرمانشاه، به‌اجرا درآمد. بدین منظور، در تیرماه ۱۳۹۷، تعداد ۶ ایستگاه جهت نمونه‌برداری از ماهیان در طول رودخانه دینور انتخاب شدند که ایستگاه ۶ در بالادست رودخانه و ایستگاه ۱ در پایین‌ترین دست رودخانه قرار داشت. عملیات نمونه‌برداری با استفاده از دستگاه الکتروشوکر انجام شد. در مجموع، ۲۵۴۳ نمونه ماهی از رودخانه دینور صید شدند که متعلق به ۲۰ گونه بودند. در این مطالعه، بیشتر گونه‌های صید شده به خانواده کپورماهیان (Cyprinidae) تعلق داشتند و گونه‌های *Alburnus sellal* و *Capoeta trutta* به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین فراوانی در بین گونه‌های مورد بررسی بودند. در این مطالعه، شاخص‌های تنوع زیستی شامل شانون- وینر، مارگالف، سیمپسون، غنای گونه‌ای، غالبیت و یکنواختی (همگنی) تعیین شدند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که شاخص‌های شانون- وینر و مارگالف از ایستگاه‌های بالادست (۶ و ۵) تا ایستگاه ۴ با افزایش همراه بودند، اما پس از ایستگاه چهارم با کاهش مواجه شدند. در مورد شاخص سیمپسون، ایستگاه چهارم بیشترین مقدار این شاخص را نشان داد اما پس از آن در ایستگاه سوم به‌شدت اُفت پیدا کرد. از نظر غناء گونه‌ای، ایستگاه ۶ کمترین مقدار غناء گونه‌ای را به‌خود اختصاص داد درحالی‌که بیشترین مقدار غناء گونه‌ای در ایستگاه ۴ مشاهده شد. اگرچه ایستگاه ۴ دارای بیشترین میزان همگنی در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه بود، اما پس از این ایستگاه در بخش‌های پایین‌دست به‌خصوص ایستگاه ۳ کاهش همگنی مشاهده شد. در این مطالعه شاخص غالبیت رابطه معکوسی با شاخص همگنی نشان داد به‌طوری‌که میزان غالبیت در ایستگاه ۴ کمترین و در ایستگاه ۳ به بیشترین مقدار خود رسید. تغییرات مشاهده شده در شاخص‌های تنوع زیستی در طول رودخانه دینور می‌تواند ناشی از تغییرات کاربری اراضی در حریم رودخانه، برداشت غیراصولی شن و ماسه و نیز رهاسازی انواع آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی و فاضلاب‌های خانگی به رودخانه دینور باشد.

لغات کلیدی: رودخانه دینور، شاخص سیمپسون، شاخص شانون–وینر، غالبیت، همگنی

*نویسنده مسئول

مقدمه

تنوع گونه‌ای به عملکرد سیستم‌های اکولوژیک مربوط است و به درک مکانیسم‌ها و اثرات ناشی از آشفتگی‌های محیطی مانند آلودگی کمک می‌کند (Das and Chakrabarty, 2007; Mora *et al*., 2008; Bhuyan *et al*., 2017; Jewel *et al*., 2018). علاوه‌براین، اطلاعات حاصل از تنوع گونه‌ها در زمینه‌های مختلف مانند احیاء اکوسیستم، کمی‌سازی خطرات انقراض و در نتیجه، اولویت‌بندی برنامه‌های حفاظت از مناطق و تنوع زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Naigaga *et al*., 2011). مجموع این موارد به‌خوبی نشان می‌دهد که ارزیابی تعداد گونه‌های موجود در یک اکوسیستم، همچنان به عنوان یکی از موضوعات اساسی در علم بوم‌شناسی مطرح است (Radkhah, 2017).

کشور ایران به دلیل قرارگیری در یک موقعیت ویژه جغرافیایی از تنوع بالای ماهیان در آبهای داخلی برخوردار است (رادخواه و ایگدری، ۱۳۹۴؛ رادخواه و همکاران، ۱۳۹۴). بر اساس پژوهش Esmaeili و همکاران (۲۰۱۸) Cyprinidae، Nemacheilidae، Gobiidae، Cyprinodontidae، Clupeidae و Cobitidae متنوع‌ترین خانواده‌ها در بین ماهیان آبهای داخلی ایران را به‌خود اختصاص دادند (رادخواه و ایگدری، ۱۳۹۴؛ رادخواه و همکاران، ۱۳۹۹؛ Radkhah *et al*., 2019; Radkhah and Eagderi, 2020;). تاکنون، پژوهش‌های مختلفی در آبهای داخلی ایران به منظور بررسی فون ماهیان انجام شده است که از جمله آنها می‌توان به تحقیقات عباسی و سرپناه (۱۳۸۰)، عبدلی و نادری (۱۳۸۷)، عباسی و همکاران (۱۳۸۸)، عباسی و همکاران (۱۳۹۲)، عباسی و همکاران (۱۳۹۵) و افرائی بندپی و همکاران (۱۳۹۷) اشاره کرد. اگرچه تحقیقات انجام شده پیرامون فون ماهیان در ایران قابل ملاحظه است، اما با این حال، ارزیابی شاخص‌های مطرح در زمینه تنوع زیستی در مقایسه با مطالعه فون ماهیان کمتر مورد توجه قرار گرفته است. تاکنون پژوهش‌های اندکی پیرامون تنوع زیستی اکوسیستم‌های رودخانه‌ای استان کرمانشاه انجام شده است که از جمله آنها می‌توان به مطالعات حسن‌خانی و همکاران (۱۳۹۷) در حوضه رودخانه سیروان، بیوکانی و همکاران (۱۳۹۰) در حوضه رودخانه گاماسیاب و علیزاده مرزناکی و همکاران (۱۳۹۵) در رودخانه گاوه‌رود اشاره کرد. از این‌رو، مطالعه تنوع زیستی اکوسیستم‌های آبی هنوز به عنوان یکی از ضرورت‌های تحقیقاتی در علم ماهی‌شناسی کشور مطرح است.

با توجه به اینکه رشد صنعت و کشاورزی در سال‌های اخیر در حاشیه رودخانه‌های استان کرمانشاه از جمله در حاشیه رودخانه دینور موجب شده است تا ساختار و تنوع زیستی جوامع آبزی آن به‌ویژه ماهیان مورد تهدید قرار گیرند، بر این اساس، مطالعه حاضر با هدف بررسی فراوانی و تنوع زیستی ماهیان رودخانه دینور با استفاده از شاخص‌های زیستی شامل شانون- وینر، مارگالف، سیمپسون، غناء گونه‌ای، غالبیت و همگنی به منظور درک روند تغییرات آنها به طرف پایین‌دست رودخانه که با توسعه اثرات جامعه انسانی همراه است، به‌اجرا درآمد.

مواد و روش کار

انتخاب ایستگاه‌ها و روش‌های نمونه‌برداری

تحقیق حاضر در تیرماه ۱۳۹۷ در رودخانه دینور استان کرمانشاه انجام شد. در این مطالعه، ۶ ایستگاه براساس متغیرهای مختلف محیطی از قبیل مولفه‌های هیدرولوژیک (دبی، سرعت جریان آب)، نوع بستر، عمق رودخانه، پوشش حاشیه رودخانه و ... جهت نمونه‌برداری انتخاب شدند (رادخواه و همکاران، ۱۳۹۹). موقعیت جغرافیایی این ایستگاه‌ها به‌ترتیب از ایستگاه ۱ در پایین‌دست تا ایستگاه ۶ در بالادست در جدول ۱ ارائه شده است. نمونه‌برداری از هر ایستگاه از ۳۰ متر با ۳ تکرار و در مجموع از ۹۰ متر طول رودخانه بر اساس روش یک‌رفت با استفاده از دستگاه الکتروشوکر (Samus Mp750) انجام شد. پس از شناسایی و تعیین فراوانی، همه نمونه‌های صید شده به منظور حفاظت از ذخایر ماهیان به محیط رودخانه بازگردانده شدند.

جدول ۱: مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در مسیر رودخانه دینور

Table 1: Geographical coordinates of sampling stations along the Dinor River

ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
ایستگاه ۱	°۴۷ ′۲۶ ۴۶"	°۳۴ ′۲۶ ۱۱"
ایستگاه ۲	°۴۷ ′۲۵ ۵۵"	°۳۴ ′۲۸ ۵۱"
ایستگاه ۳	°۴۷ ′۲۲ ۴۳"	°۳۴ ′۳۱ ۲۸"
ایستگاه ۴	°۴۷ ′۲۴ ۶"	°۳۴ ′۳۲ ۳۴"
ایستگاه ۵	°۴۷ ′۲۷ ۲۶"	°۳۴ ′۳۴ ۳۰"
ایستگاه ۶	°۴۷ ′۳۳ ۴۴"	°۳۴ ′۴۴ ۵۶"

شناسایی ماهیان و شاخص‌های تنوع زیستی

در این پژوهش، به منظور شناسایی ماهیان از کلیدهای معتبر و جدید ماهی‌شناسی از قبیل Esmaeili و همکاران (۲۰۱۸) و Coad (۲۰۲۱) استفاده شد. شاخص‌های تنوع زیستی شامل شانون- وینر، مارگالف، سیمپسون، غناء گونه‌ای، غالبیت و یکنواختی (همگنی) با استفاده از نرم‌افزارهای BiodiversityPro و Past مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج

بر اساس نتایج، از ۲۵۴۳ ماهی نمونه‌برداری شده، تعداد ۲۰ گونه شناسایی شدند. فهرست گونه‌ها، درصد فراوانی و وضعیت بومزاد/ غیربومی هر کدام از گونه‌های ماهی در جدول ۲ ارائه شده است. شایان ذکر است، تشخیص وضعیت بومزاد/ غیربومی گونه‌ها بر اساس آخرین منابع و کلیدهای معتبر ماهی‌شناسی مانند Esmaeili و همکاران (۲۰۱۸) و Coad (۲۰۲۱) انجام گرفت.

جدول ۲: فهرست گونه‌های ماهی، تعداد و درصد فراوانی آنها (علامت ستاره نشان‌دهنده حضور گونه در ایستگاه مورد نظر می‌باشد)

Table 2: List of fish species, abundance and their percentage (star indicates the presence of fish species in the station)

گونه‌ها	ST-1	ST-2	ST-3	ST-4	ST-5	ST-6	تعداد	درصد فراوانی	بومزاد/ غیربومی
Garra rufa	❋	❋	❋	❋	❋	-	۲۰۶	۸/۱۰	-
Capoeta shajariani	❋	❋	❋	❋	❋	❋	۱۷۰	۶/۶۸	بومزاد
Carrasius gibelio	❋	❋	❋	-	-	-	۱۸	۰/۷۰	غیربومی
Chondrostoma regium	❋	❋	❋	❋	❋	-	۱۱۹	۴/۶۷	-
Alburnus sellal	❋	❋	❋	❋	❋	❋	۱۳۵۸	۵۳/۴۰	-
Squalius berak	❋	❋	-	-	-	-	۱۰	۰/۳۹	-
Barbus lcerta	❋	❋	❋	❋	❋	-	۸۴	۳/۳۰	-
Pseudorasbora parva	❋	-	❋	-	-	-	۱۳	۰/۵۱	غیربومی
Alburnoides nicolausi	❋	❋	❋	❋	❋	❋	۲۱۲	۸/۳۳	بومزاد
Cyprinion macrostomum	❋	❋	❋	-	❋	-	۵۹	۲/۳۲	-
Capoeta aculeata	❋	❋	-	❋	❋	❋	۲۸	۱/۱۰	بومزاد
C. trutta	❋	-	-	-	-	-	۱	۰/۰۳۹	-
Acanthobrama marmid	-	❋	❋	-	-	-	۷	۰/۲۷	-
Squalius lepidus	-	❋	❋	❋	❋	-	۵۱	۲/۰۰	-
Mastacembulus mastacembulus	❋	❋	-	-	-	-	۱۶	۰/۶۲	غیربومی
Oxynoemacheilus karunensis	❋	❋	❋	❋	❋	❋	۸۱	۳/۱۸	بومزاد
O. kiabi	❋	❋	❋	❋	❋	-	۷۵	۲/۹۴	بومزاد
Gambusia affinis	❋	❋	-	-	-	-	۱۶	۰/۶۲	غیربومی
Cobitis avicennae	-	❋	-	❋	-	-	۱۰	۰/۳۹	بومزاد
Sasanidus kermanshahensis	-	-	-	❋	-	❋	۹	۰/۳۵	بومزاد

نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌های تنوع زیستی در ایستگاه‌های مورد مطالعه در جدول ۳ ارائه شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده، ایستگاه‌های ۶ و ۵ (بالادست) به‌ترتیب کمترین تعداد گونه و ایستگاه‌های ۱ و ۲ (پایین‌دست) دارای بیشترین تعداد گونه بودند. تعداد ماهیان در ایستگاه ۱ بیشترین و در ایستگاه ۴ کمترین تعداد بود. از نظر شاخص‌های تنوع زیستی، شاخص‌های شانون- وینر و مارگالف از ایستگاه‌های بالادست (۶ و ۵) تا ایستگاه ۴ با افزایش همراه بودند، اما پس از ایستگاه چهارم با کاهش مواجه شدند. در مورد شاخص سیمپسون، ایستگاه چهارم بیشترین مقدار این شاخص را نشان داد، اما پس از آن در ایستگاه سوم به‌شدت افت پیدا کرد. از نظر غناء گونه‌ای، ایستگاه ۶ دارای کمترین مقدار غناء گونه‌ای بود، این در حالی است که بیشترین مقدار این شاخص در ایستگاه ۴ وجود داشت. در رابطه با شاخص همگنی، اگرچه ایستگاه ۴ از بیشترین میزان همگنی برخوردار بود، اما پس از این ایستگاه، در بخش‌های پایین‌دست به‌خصوص در ایستگاه ۳، همگنی کاهش معنی‌داری نشان داد. در این تحقیق، شاخص غالبیت رابطه معکوسی با همگنی نشان داد به‌طوری‌که میزان غالبیت در ایستگاه ۴ کمترین و در ایستگاه ۳ دارای بیشترین میزان بود.

جدول ۳: نتایج و مقادیر شاخص‌های تنوع زیستی در ایستگاه‌های مورد مطالعه در رودخانه دینور

Table 3: Results and values of biodiversity indices in the studied stations in Dinor River

شاخص‌ها	ایستگاه ۱	ایستگاه ۲	ایستگاه ۳	ایستگاه ۴	ایستگاه ۵	ایستگاه ۶
آرایه-S	۱۶	۱۷	۱۳	۱۲	۱۱	۶
افراد	۹۲۰	۵۱۰	۴۳۳	۱۶۰	۲۴۶	۲۷۴
شانون- وینر	۱/۵۸۹	۱/۸۹۷	۰/۹۶۵	۲/۲۱۱	۱/۷۱۹	۰/۹۱۵
مارگالف	۲/۱۹۸	۲/۵۶۶	۱/۹۷۷	۲/۱۶۷	۱/۸۱۶	۰/۸۹۰
سیمپسون	۰/۶۳۸	۰/۷۳۰	۰/۴۰۸	۰/۸۷۴	۰/۷۲۴	۰/۵۴۲
غنای گونه‌ای	۰/۵۲۴	۰/۷۵۲	۰/۶۲۵	۰/۹۴۹	۰/۷۰۱	۰/۳۶۲
غالبیت	۰/۳۶۱	۰/۲۶۹	۰/۵۹۱	۰/۱۲۵	۰/۲۷۵	۰/۴۵۷
همگنی	۰/۳۰۶	۰/۳۹۲	۰/۲۰۲	۰/۷۶۰	۰/۵۰۶	۰/۴۱۶

بحث

استفاده از شاخص‌های تنوع زیستی به منظور مقایسه این شاخص‌ها با شرایط حاکم بر رودخانه‌ها که تحت تاثیر فعالیت‌های انسانی از قبیل کشاورزی قرار دارند، از جمله روش‌های تحقیقاتی مرسوم است. بررسی فراوانی و تنوع گونه‌ای ماهیان در یک اکوسیستم آبی می‌تواند اطلاعات مفید و اساسی از ساختار جوامع ماهیان در اختیار محققین بوم‌شناس قرار دهد. براساس نتایج، بیشتر ماهیان رودخانه دینور به خانواده کپورماهیان تعلق داشتند که این نتایج با پژوهش‌های عباسی و سرپناه (۱۳۸۰) در دریاچه سد ارس، عباسی و همکاران (۱۳۹۲) در رودخانه قره‌چایِ استان همدان، عباسی و همکاران (۱۳۹۵) در دریاچه ارسباران و حسن‌خانی و همکاران (۱۳۹۷) در حوضه رودخانه سیروان کاملاً هم‌خوانی داشت، زیرا بر اساس پژوهش‌های Esmaeili و همکاران (۲۰۱۸)، کپورماهیان با بیش از ۱۱۷ گونه بیشترین تنوع گونه‌ای را در بین ماهیان آب‌های داخلی ایران به‌خود اختصاص داده‌اند.

در مطالعه حاضر، در مجموع، ۲۵۴۳ ماهی از ۶ ایستگاه در رودخانه دینور صید شد و نشان داد که بیشترین فراوانی در پایین‌دست رودخانه و کمترین آن در بالادست رودخانه وجود دارد. به عبارت دیگر، فراوانی ماهیان از بالادست رودخانه به پایین‌دست با کاهش همراه است که چنین نتایجی در مطالعات بیوکانی و همکاران (۱۳۹۰) و افرائی‌بندپی و همکاران (۱۳۹۶) نیز گزارش شده است.

در این تحقیق، بیشترین فراوانی ماهیان متعلق به گونه *A. sellal* بود که به عنوان یک گونه‌ی غالب در رودخانه دینور محسوب می‌شود. در مطالعه یوسفی ساداتی و همکاران (۱۳۹۵) که بر تنوع گونه‌ای و الگوی پراکنش جنس شاه‌کولی (*Alburnus sp.*) در رودخانه‌های استان کرمانشاه انجام شده بود، جنس *آلبرنوس* دارای بیشترین

فراوانی بود. در بین گونه‌های مورد مطالعه، *C. trutta* دارای کمترین فراوانی بود و تنها دو عدد از آن به‌ترتیب در ایستگاه ۱ و ایستگاه ۶ حضور داشت. به‌هرحال، این نتایج نشان داد که گونه *A. sellal* به عنوان یک گونه عام‌گرا قابلیت بالایی در سازگاری به شرایط متنوع رودخانه‌ای دارد، ولی گونه *C. trutta* که یک گونه شاخص در آبهای تمیز و نواحی بالادست رودخانه‌هاست، فراوانی و حضور کمتری نشان می‌دهد.

به‌علاوه، حضور گونه مقاوم و غیربومی *C. gibelio* در ایستگاه‌های اول تا سوم بیانگر شرایط نامساعد محیطی آنها می‌تواند باشد که شاخص‌های تنوع زیستی و همگنی در تایید این موضوع می‌باشد. مشابه این حالت برای گونه‌های غیربومی و مهاجم مانند آمورچه (*Pseudorasbora parva*) و گامبوزیا (*Gambusia affinis*) نیز صادق است (رادخواه و همکاران، ۱۳۹۹). حضور گسترده گونه‌های غیربومی و مهاجم در ایستگاه‌های مورد مطالعه، به‌خصوص در ایستگاه اول، می‌تواند تاثیرات منفی بر سایر ماهیان به‌ویژه گونه‌های بومی از قبیل *C. shajariani* و *Cobitis avicennae* داشته باشد (Radkhah *et al*., 2016; 2017). رادخواه و همکاران (۱۳۹۷) بیان داشتند که گونه آمورچه به دلیل تحمل گسترده شرایط محیطی و نیز پتانسیل تولیدمثلی بالا قادر است در بسیاری از اکوسیستم‌های آبزی یک جمعیت غالب را تشکیل دهد. این جمعیت غالب در گذر زمان می‌تواند به‌واسطه اشغال آشیان اکولوژی سایر گونه‌های ماهی، اثرات منفی بر تنوع گونه‌ای ماهیان و در نهایت تنوع زیستی آن اکوسیستم داشته باشد. این چنین وضعیتی در مورد گونه گامبوزیا (*G. affinis*) نیز صادق می‌باشد (رادخواه و همکاران، ۱۳۹۹).

شاخص شانون-وینر در ایستگاه چهارم (۲/۲۱۱) بیشترین مقدار بود که بیانگر این است که تغییرات این شاخص با شاخص سیمپسون هماهنگ است. بر اساس معیارهای شاخص تنوع، اگر چنانچه مقدار شاخص شانون کمتر از یک باشد، تنوع پایین است. اگر مقدار این شاخص ۳-۱ باشد، نشان دهنده تنوع متوسط و اگر مقدار آن بیشتر از ۳ باشد، نشان‌دهنده تنوع بالاست (Ulfah *et al*., 2019).

بر این اساس، تنوع زیستی ماهیان در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه در رودخانه دینور به‌جز ایستگاه چهارم پایین بود، ولی در ایستگاه چهارم میزان تنوع در حد متوسط ارزیابی می‌شود.

دامنه شاخص سیمپسون در دامنه ۱-۰ متغیر است (BFSC, 2021). بیشترین مقدار شاخص سیمپسون در ایستگاه چهارم (۰/۸۷۴) و کمترین مقدار آن در ایستگاه سوم (۰/۴۰۸) مشاهده شد. بنابراین، ایستگاه‌های چهارم و سوم به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان تنوع گونه‌ای ماهیان بودند. این نتایج با شاخص غالبیت نیز مرتبط است. به عبارت دیگر، ایستگاه سوم دارای بیشترین میزان شاخص غالبیت و کمترین میزان شاخص سیمپسون (تنوع گونه‌ای) بود. مشابه این حالت برای ایستگاه چهارم که شاخص غالبیت پایین‌تر و شاخص سیمپسون بالاتر داشت، صادق است. با توجه به نتایج میزان همبستگی بالای شاخص‌های شانون-وینر، سیمپسون و غالبیت، این نتایج قابل انتظار بود.

در مورد شاخص مارگالف، بیشترین مقدار این شاخص به‌ترتیب در ایستگاه‌های دوم (۲/۵۶)، اول (۲/۱۹) و چهارم (۲/۱۶) مشاهده شد و تفاوت زیادی بین این ایستگاه‌ها وجود نداشت. بالا بودن میزان شاخص مارگالف نشان می‌دهد که ایستگاه‌های پایین‌دست رودخانه (ایستگاه‌های ۱ و ۲) دارای بیشترین مقدار شاخص مارگالف بودند. بر اساس مطالعات قبلی (Mehler *et al*., 2015) شاخص مارگالف از بالادست رودخانه به سمت پایین‌دست با افزایش همراه است. بالا بودن مقدار شاخص مارگالف در ایستگاه چهارم با نتایج حاصل از شاخص‌های سیمپسون و شانون-وینر نیز تایید می‌گردد. نتایج این مطالعه نشان داد که کمترین مقدار شاخص مارگالف در ایستگاه ششم (۰/۸۹) که در واقع، به عنوان ایستگاه بالادست در رودخانه دینور شناخته می‌شود، ثبت شد. این نتیجه با یافته‌های حاصل از مطالعه رادخواه و همکاران (۱۳۹۹) در رودخانه زرینه‌رود هم‌خوانی داشت. آنها اظهار نمودند که مقدار شاخص مارگالف در رودخانه زرینه‌رود از بخش بالادست به سمت پایین‌دست با کاهش همراه بود.

از نظر شاخص همگنی، ایستگاه چهارم (۰/۷۶۰) بیشترین مقدار همگنی را به‌خود اختصاص داد درحالی‌که ایستگاه‌های اول (۰/۳۰۶) و سوم (۰/۲۰۲) دارای کمترین میزان همگنی بودند. بر اساس یافته‌های Krebs (۱۹۸۹) اگر چنانچه شاخص همگنی در دامنه ۰/۵-۰ قرار داشته باشد، جامعه ماهیان به عنوان یک جامعه آشفته در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که این شاخص در دامنه ۰/۷۵-۰/۵ قرار داشته باشد، نشان‌دهنده یک جامعه ناپایدار است و اگر چنانچه، مقدار این شاخص در دامنه ۱-۰/۷۵ نوسان داشته باشد، جامعه ماهیان به عنوان یک جامعه پایدار معرفی می‌گردد. از این‌رو، با توجه به اظهارات Krebs (۱۹۸۹) می‌توان اظهار نمود که اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه در رودخانه دینور نشان‌دهنده یک جامعه آشفته می‌باشند که این موضوع به‌واسطه توسعه فعالیت‌های انسانی در مسیر رودخانه قابل توجیه است. این مسئله در مورد ایستگاه چهارم که در مقایسه با سایرین دارای بهترین وضعیت بود نیز صادق است و این ایستگاه به عنوان یک جامعه ناپایدار شناخته می‌شود. مجموع این نتایج نشان می‌دهد که از نظر شاخص همگنی، شرایط نامساعدی بر جامعه ماهیان در رودخانه دینور حاکم است (Ulfah *et al*., 2019).

بر اساس نتایج، بیشترین و کمترین میزان شاخص غالبیت به‌ترتیب در ایستگاه‌های ۳ و ۴ مشاهده شد. این نتایج نشان‌دهنده این است که شاخص غالبیت با سایر شاخص‌های مورد مطالعه شامل شانون- وینر، سیمپسون، مارگالف و همگنی رابطه عکس دارد. Ulfah و همکاران (۲۰۱۹) نیز این موضوع را تایید نموده و آنها بیان کردند که هرچه مقدار شاخص غالبیت در یک اکوسیستم آبی بیشتر باشد، میزان تنوع کاهش می‌یابد و بالعکس، هرچه مقدار تنوع ماهیان در یک پیکره آبزی بیشتر باشد، مقدار شاخص غالبیت آن اکوسیستم کاهش می‌یابد. این یافته‌ها هم‌سو با نتایج ارائه شده در مطالعه حاضر می‌باشد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تنوع گونه‌ای ماهیان از ایستگاه ۱ الی ۶ نوسانات مختلفی داشته است که باید از زوایای مختلف مورد بررسی قرار گیرد. Grando (۲۰۰۰) بیان کرد که جوامع ماهی در اکوسیستم‌های رودخانه‌ای معمولاً از الگوی افزایش غناء گونه‌ای، تنوع و فراوانی از بالادست به پایین‌دست تبعیت می‌کنند. بر اساس نتایج این مطالعه، تقریباً تنوع گونه‌ای از ایستگاه‌های ۱ الی ایستگاه ۴ افزایش یافته است و در ایستگاه ۴ به بالاترین میزان خود رسیده است. این در حالی است که در ایستگاه‌های ۵ و ۶ غناء گونه‌ای کاهش محسوسی داشته است. علت کاهش غناء گونه‌ای در ایستگاه‌های بالادست به‌ویژه ایستگاه ۶ را علاوه بر موقعیت آن نسبت به سایر ایستگاه‌ها، می‌توان به عوامل مختلف انسانی از جمله ورود پساب‌های حاصل از فعالیت‌های کشاورزی (کودهای شیمیایی) و توسعه اسکان جامعه انسانی نسبت داد. در تایید این مسئله، Bengen (۲۰۰۰) ابراز نمود که تغییرات تنوع زیستی و نیز غناء گونه‌ای ماهیان در یک اکوسیستم آبی به‌شدت تحت تاثیر عوامل فیزیکوشیمیایی و در دسترس بودن منابع غذایی قرار دارد.

بررسی اکثر شاخص‌های تنوع زیستی در رودخانه مورد مطالعه نشان داد که از ایستگاه اول الی ایستگاه ششم تغییرات پیچیده تنوع زیستی مشهود است. می‌توان تنوع زیستی در رودخانه مورد مطالعه را به دو بخش تقسیم کرد که بخشی از آن قبل از ایستگاه چهارم و بخشی نیز پس از ایستگاه چهارم مورد بررسی قرار می‌گیرد. اگرچه میزان تنوع زیستی در ایستگاه‌های بالادست (ایستگاه‌های ۶ و ۵) نوسانات مختلفی دارد، اما به طور کلی پایین بودن تنوع زیستی در این ایستگاه‌ها را می‌توان به مداخلات و فعالیت‌های انسانی و در واقع، ورود انواع آلاینده‌ها با منشاهای مختلف از جمله فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی نسبت داد. ورود آلاینده‌ها در ایستگاه‌های بالادست می‌تواند بر تنوع زیستی ماهیان تاثیرات منفی داشته باشد. بررسی گونه‌های به‌دست آمده از ایستگاه‌های ۵ و ۶ نشان داد که در این ایستگاه‌ها اغلب گونه‌های *O. karunensis*، *O. kiabi*، *S. kermanshahensis*، *A. sellal*، *C. shajariani* و *A. nicolausi* و *C. aculeata* حضور دارند. سازگاری‌های ریختی این گونه‌ها در طول زمان موجب شده است که بتوانند بسیاری از شرایط محیطی در بخش‌های بالادست رودخانه را تحمل کنند. برای مثال، شکل خاص بدن این گونه‌ها موجب شده است که در

جریان‌های تند آب در بخش‌های بالادست رودخانه که تحت تاثیر ارتفاع نیز قرار دارد، مقاومت کنند (احمدی و همکاران، ۱۳۹۵).

با توجه به اینکه فراوانی، تنوع گونه‌ای و پراکنش ماهیان می‌تواند تحت تاثیر متغیرهای محیطی در بخش‌های مختلف رودخانه متفاوت باشد، پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آتی ارتباط بین متغیرهای محیطی و فراوانی و تنوع گونه‌ای ماهیان در رودخانه دینور مورد مطالعه قرار گیرد تا به طور دقیق مشخص شود که کدام پارامترهای محیطی تاثیر بیشتری بر فراوانی و تنوع گونه‌ای ماهیان دارند.

منابع

احمدی، س.، ایگدری، س. و جوادزاده، ن.، ۱۳۹۵. مطالعه انعطاف‌پذیری ریختی شکل بدن ماهی کاراس (*Carrassius auratus*): مطالعه موردی جمعیت‌های رودخانه سفیدرود و دریاچه آلاگل. اکوبیولوژی تالاب، ۸ (۲۷): ۱۱۵-۱۰۷.

افرائی بندپی، م.ع.، نصراله زاده ساروی، رامین م.، باقری، س. و اسماعیلی، ر.، ۱۳۹۶. بررسی پراکنش و تنوع گونه ای ماهیان در رودخانه هراز. مجله علمی-ترویجی آبزیان دریای خزر، ۲(۷): ۵۴-۴۳.

افرائی بندپی، م.، فضلی، ح. و شهلاپور، ش.، ۱۳۹۷. شناسایی و تنوع گونه‌ای ماهیان در خلیج گرگان. مجله علمی شیلات ایران، ۲۷(۲): ۶۹-۶۱.

بیوکانی، س.، امینی، ش. و سرخوش، ج.، ۱۳۹۰. بررسی ماهیان رودخانه گاماسیاب استان کرمانشاه و تاثیر آلودگی بر پراکنش آنها. زیست‌شناسی جانوری، ۳(۴): ۲۷-۱۵.

حسن‌خانی، م.، کیوانی، ی.، جبله، ا.ر، پولادی، م. و محبوبی صوفیانی، ن.، ۱۳۹۷. بررسی فراوانی و تنوع زیستی ماهیان حوضه رودخانه سیروان کردستان. پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی، ۶(۳): ۵۰-۳۵.

رادخواه، ع.ر. و ایگدری، س.، ۱۳۹۴. نخستین گزارش حضور گونه تیزه‌کولی (*Hemiculter leucisculus* Basilewsky, 1855) در رودخانه زرینه‌رود (حوضه دریاچه ارومیه) و برخی خصوصیات زیستی آن. مجله بوم شناسی آبزیان، ۴(۴) :۱۲۱-۱۱۶.

رادخواه، ع.ر.، پورباقر، ه. و ایگدری، س.، ۱۳۹۴. بررسی عوامل اکولوژیکی مؤثر بر ویژگی‌های ریخت‌سنجی ماهی شاه‌کولی (*Alburnus atropatenae* Berg, 1925) در رودخانه‌های سیمینه‌رود و زرینه‌رود. مجله بوم شناسی آبزیان، ۵(۳) :۲۰-۱۲.

رادخواه، ع.ر.، ایگدری، س.، پورباقر، ه. و حسینی، س.و.، ۱۳۹۷. مروری بر پراکنش گونه غیربومی آمورچه (*Pseudorasbora parva*) در آبهای داخلی ایران و بررسی اثرات اکولوژیکی آن. کنفرانس حفاظت از ماهیان بومزاد اکوسیستم‌های آبهای داخلی ایران، گروه شیلات (دانشگاه تهران) و انجمن ماهی‌شناسی ایران، کرج، ۲۸ آذرماه ۱۳۹۷، ص ۲۲۶-۲۳۶.

رادخواه، ع.ر.، ایگدری، س. و پورباقر، ه.، ۱۳۹۹. مروری بر اثرات و چالش‌های ناشی از همپوشانی آشیان اکولوژیک بین ماهی گامبوزیا (*Gambusia holbrooki*) و سایر گونه‌های ماهی. اولین کنفرانس تنوع زیستی فارس، ۱۲ و ۱۳ اسفندماه ۱۳۹۹، دانشگاه شیراز.

رادخواه، ع.ر.، ایگدری، س.، پورباقر، ه. و شمس، ی.، ۱۳۹۹. بررسی فون ماهیان و عوامل محیطی موثر بر تنوع زیستی در رودخانه زرینه‌رود، حوضه دریاچه ارومیه (استان آذربایجان غربی). مجله علمی شیلات ایران، ۲۹(۱): ۹۱-۸۱.

عباسی، ک. و سرپناه، ع.ن.، ۱۳۸۰. شناسایی، بررسی فراوانی و پراکنش ماهیان دریاچه سد ارس و شاخابه‌های ایرانی آن. مجله علمی شیلات ایران، ۱۰(۲): ۶۲-۴۱.

عباسی، ک.، نیک‌سرشت، ک. و نوروزی، ه.، ۱۳۸۸. شناسایی و بررسی جمعیت ماهیان تالاب‌های آق‌گل، پیرسلمان و مناطق تالابی رودخانه‌های گاماسیاب و حرم‌آباد استان همدان. مجله اکوبیولوژی تالاب، ۱(۱): ۹۰-۷۱.

عباسی، ک.، صادقی‌نژاد، ا.، روحانی، ا. و سرپناه، ع.ن.، ۱۳۹۲. شناسایی ماهیان حوضه رودخانه قره‌چای استان همدان. دومین همایش ملی شیلات و آبزیان ایران، ۱۳۹۲، ۱۰ صفحه.

عباسی، ک.، صلواتیان، م. و عابدینی، ع.، ۱۳۹۵. شناسایی و بررسی فراوانی و ساختار طولی، وزنی و سنی ماهیان دریاچه ارسباران. فن‌آوری‌های نوین در توسعه آبزی‌پروری، ۱۰(۴): ۳۸-۳۳.

عبدلی، ا. و نادری، م.، ۱۳۸۷. تنوع زیستی ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر. انتشارات علمی آبزیان، تهران. ۲۴۲ صفحه.

علیزاده مرزناکی، ع.، شجاعی کاوان، ل. و شهریاری، ر.، ۱۳۹۵. بررسی تنوع زیستی و فراوانی و پراکنش ماهیان رودخانه گاوه‌رود استان کرمانشاه. علوم تکثیر و آبزی‌پروری، ۴(۸): ۸۴-۶۹.

یوسفی ساداتی ن.ع، وطن دوست ص، چنگیزی ر. ۱۳۹۵. بررسی تنوع گونه‌ای و الگوی پراکنش جنس شاه کولی (*Alburnus* sp.) در رودخانه‌های استان کرمانشاه. فصلنامه علوم تکثیر و آبزی‌پرروی. دوره ۴، شماره ۱۱. صفحه ۷۴-۶۵.

Bengen, D.G., 2000. Kosistem dan Sumber Daya Alam Pesisir dan Laut Sinopsis Pusat Kajian Sumber Pesisir dan Lautan Institut Pertanian Bogor Bogor, 62 p.

BFSC, 2021. Barcelona Field Studies Centre. Simpson's Diversity Index. https://geographyfieldwork.com/Simpson%27sDiversityIndex.htm. Cited 17 Feb, 2021

Bhuyan, M.S., Abu Bakar, M., Hoque, M.E., ASM, S. and Islam, M.S., 2017. Industrial pollution and its effects on fish in Bangladesh: A review. *Indian Journal of Science*, 24(90): 46-57. DOI: 10.11648/j.sjee.20170504.13

Coad, B.W., 2021. Freshwater Fishes of Iran. Available at http://www.briancoad.com. Cited 5 May, 2021.

Das, S.K. and Chakrabarty, D., 2007. The use of fish community structure as a measure of ecological degradation: a case study in two tropical rivers of India. *Biosystems*, 90(1): 188-196. DOI: 10.1016/j.biosystems.2006.08.003

Esmaeili, H.R., Sayyadzadeh, G., Eagderi, S. and Abbasi, K., 2018. Checklist of freshwater fishes of Iran. *FishTaxa*, 3: 1-95.

Grando, C., 2000. Ecology of Communidades the Paradigm of Freshwater Pisces. University of Seville Secretariat Publications, Sevilla.

Jewel, M.A.S., Haque, M.A., Khatun, R. and Rahman, M.S. 2018. A comparative study of fish assemblage and diversity indices in two different aquatic habitats in Bangladesh: Lakhandaha Wetland and Atari River. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 11(4): 427-434. DOI: 10.1078/JJBS.2018

Krebs, C.H.J., 1989. Ecological methodology Univ of British ColumbiaHarper Collins Publisher, 645 P.

Mehler, K., Acharya, K., Sada, D. and Yu, Z., 2015. Factors affecting spatiotemporal benthic macroinvertebrate diversity and secondary production in a semiarid watershed. *Journal of Freshwater Ecology*, 30(2): 197-214. DOI: 10.1080/02705060.2014.974225.

Mora, C., Tittensor, D.P. and Myers, R.A., 2008. The completeness of taxonomic inventories for describing the global diversity and distribution of marine fishes. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275: 149-155. DOI: 10.1098/rspb.2007.1315

Naigaga, H., Kaiser, H., Muller, W.J., Ojok, L., Mbabazi, D., Magezi, G. and Muhumuza, E., 2011. Fish as bioindicators in aquatic environmental pollution assessment: A case study in Lake Victoria wetlands, Uganda. *Physics and Chemistry of the Earth*, 36(14–15): 918-928. DOI: 10.1016/j.pce.2011.07.066

Radkhah, A.R., Eagderi, S. and Mousavi-Sabet, H., 2016. First record of the exotic species *Hemiculter leucisculus* (Pisces: Cyprinidae) in southern Iran. *Limnetica*, 35(1): 175-178. DOI: 10.23818/limn.35.14.

Radkhah, A.R., 2017. Introduction to some species of Argulus (Crustacea: Branchiura), parasitic infections in the freshwater fishes. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 21(7): 1268–1271. DOI: 10.4314/jasem.v21i7.7.

Radkhah, A.R., Eagderi, S. and Poorbagher, H., 2017. Habitat effects on morphological plasticity of Saw-belly (*Hemiculter leucisculus*) in the Zarrineh River (Urmia Lake basin, Iran). *Journal of BioScience and Biotechnology*, 6(1): 37-41.

Radkhah, A.R., Eagderi, S. and Poorbagher, H., 2019. Book review: Fishes of Guilan, By Abbasi Ranjbar K. 2017. 206 p. Iliya Culture Publication, Rasht, ISBN: 978-964-190-517-2. *International Journal of Aquatic Biology*, 7(2): 112-116.

Radkhah, A.R. and Eagderi, S., 2020. Anzali Wetland Basin Fishes, by Abbasi K., Moradi M. & Mirzajani A.R. 2018. North Green Books Publishing, Lahijan. First Edition, 144 p. ISBN: 978-622-6715-00-3. (In Persian). *Iranian Journal of Ichthyology*, 7(1): 120-124.

Ulfah, M., Fajri, S.N., Nasir, M., Hamsah, K. and Purnawan, S., 2019. Diversity, evenness and dominance index reef fish in Krueng Raya Water, Aceh Besar. IOP Conf. *Series: Earth and Environmental Science*, 348: 012074. DOI: 10.1088/1755-1315/348/1/012074.

A study on the abundance and biodiversity indicators of fish in Dinor River, Kermanshah Province

Radkhah A.R.[1]; Eagderi S.[1*]; Poorbagher H.[1]

[*]soheil.eagderi@ut.ac.ir

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Abstract

The aim of this study was to determine the biodiversity indicators of fish in Dinor River, Kermanshah province. For this purpose, in July 2018, six stations were selected for fish sampling along the Dinor River, with Station 6 upstream and Station 1 downstream. Fish sampling was performed using an electroshocking device. In total, 2543 fish specimens were caught from the Dinor River, belonging to 20 species. In this study, most of the species caught belonged to the family Cyprinidae. *Alburnus sellal* and *Capoeta trutta* had the highest and lowest abundance among the studied species, respectively. In the present study, biodiversity indices including Shannon-Wiener, Margalf, and Simpson, species richness, dominance and homogeneity were determined. The results showed that the Shannon-Wiener and Margalf indices increased from the upstream stations (6 and 5) to station 4, but decreased after the fourth station. In relation to the Simpson index, the fourth station showed the highest value of this index, but then fell sharply in the third station. In terms of species richness, stations 6 and 4 had the lowest and highest species richness, respectively. Although Station 4 had the highest level of homogeneity among the studied stations, but after this station, a decrease in homogeneity was observed in the downstream sections, especially Station 3. In this study, the dominance index showed an inverse relationship with homogeneity, so that the dominance value was lowest in station 4 and reached its highest in station 3. Changes in biodiversity indices along the Dinor River can be due to land-use changes in the riparian zone, improper extraction of sand, as well as the entry of pollutants from agricultural, industrial and domestic wastewater into the Dinor River.

Keywords: Dinor River, Simpson Index, Shannon-Wiener Index, Dominance, Homogeneity

[*]Corresponding author