

## تنوع ریختی گونه بومزاد جویبارماهی کرمانشاهی *Sasanidus kermanshahensis* (Bănărescu & Nalbant, 1966) در حوضه رودخانه کرخه

دلدار شجاعی، سهیل ایگدری\*، هادی پورباقر

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

\*نویسنده مسئول: soheil.eagderi@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۲۲

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۳

### چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تنوع ریختی جویبارماهی کرمانشاهی (*Sasanidus kermanshahensis*) در حوضه رودخانه کرخه به اجرا درآمد. بدین منظور تعداد ۱۶۲ قطعه از رودخانه‌های گردکانه، بوجین، دینور، دوآب، خرم‌رود، ماران و سرتنگ حوضه رودخانه کرخه نمونه‌برداری شد. تعداد ۳۰ صفت ریخت‌سنجی با استفاده از کولیس دیجیتال ثبت شد و پس از استانداردسازی، داده‌ها با استفاده از آنالیزهای کولموگروف-اسمیرنوف، واریانس یک‌طرفه و گروه‌بندی دانکن، کروسکال-والیس، تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA) و آزمون واریانس چند متغیره غیرپارامتریک/تجزیه همبستگی کانونی (NPMANOVA/CVA) تحلیل قرار گرفتند. نتایج نشان داد که از ۳۰ صفت ریخت‌سنجی مورد بررسی در ۲۷ صفت تفاوت معنی‌داری وجود دارد و صفات صفات پیش‌باله مخرجی، فاصله بین باله سینه‌ای و مخرجی، پیش‌باله شکمی، فاصله بین باله سینه‌ای و شکمی و طول ساقه دم و طول باله سینه‌ای به عنوان صفات موثر در تفکیک جمعیت‌های مورد مطالعه بودند. نتایج بیانگر قابلیت انعطاف‌پذیری بالای گونه جویبارماهی کرمانشاهی در زیستگاه‌های مختلف است. همچنین براساس نتایج این گونه با تغییر موقعیت باله‌های خود در طول بدن به شرایط محیطی زیستگاه‌های مختلف سازگار می‌گردد.

واژگان کلیدی: ریخت‌سنجی، جویبارماهی کرمانشاهی، تحلیل خوشه‌ای، انعطاف‌پذیری ریختی.

### مقدمه

بیشترین تنوع گونه‌ای هستند. در این خانواده، گونه بومزاد *Sasanidus kermanshahensis* (Bănărescu & Nalbant, 1966) تنها گونه متعلق به جنس *Sasanidus* است که به واسطه داشتن صفاتی از جمله بدنی کشیده با ارتفاعی یکسان در بخش قدامی و خلفی، ساقه دم نسبتاً ضخیم و فاقد تیغه چربی، خط جانبی ناقص، سبیلک-های کوتاه و باله دم صاف قابل تشخیص است. این گونه از حشرات آبی، ناجورپایان و عنکبوتیان تغذیه می‌نماید (عباسی و همکاران، ۱۳۹۲). پراکنش گونه بومزاد *S. kermanshahensis* حوضه‌های رودخانه کارون، کرخه و دز گزارش شده است (Esmaili et al., 2018). از آن‌جا که گونه‌های بومزاد جزو ذخایر با ارزش هر کشوری تلقی می‌گردد، بنابراین بررسی همه‌جانبه آن‌ها به منظور حفاظت از اولویت‌های تحقیقاتی کشور می‌باشد. تاکنون مطالعات اندکی روی این گونه انجام شده

بررسی انعطاف‌پذیری ریختی جمعیت‌های یک گونه ساکن در زیستگاه‌های متفاوت امکان درک بهتر روند تغییرات ریختی تحت تاثیر تغییرات محیطی را مقدور می‌سازد (Kuliev, 1984). تنوع ریختی می‌تواند نتیجه انعطاف‌پذیری ریختی به واسطه سازگاری‌های منطقه‌ای به خصوصیات اکولوژیک و عوامل زیستی یا رابطه متقابل هر یک از این فرآیندها باشد. بنابراین، تکامل جمعیت‌ها باعث ایجاد سازگاری آن‌ها به شرایط زیستی در مناطق مختلف شده که این امر، خود می‌تواند دلیل به وجود آمدن اختلافات ریخت‌شناختی و ژنتیکی بین جمعیت‌ها و همچنین گونه‌زایی باشد (Niecieza, 1995; Tjarks, 1999). فون ماهیان آب‌های داخلی ایران شامل ۲۹۷ گونه در ۱۰۹ جنس و ۳۰ خانواده است (Esmaili et al., 2018). در این بین اعضای جویبارماهیان خانواده Nemacheilidae از جمله آرایه‌ها با

جدول ۱ - مختصات جغرافیایی ایستگاههای نمونه برداری.

مختصات جغرافیایی	حوضه	رودخانه
33°47'09''N, 48°12'25''E	کشکان رود	گردکانه (الشر)
34°48'42.3''N, 48-02'39.47''E	قره چای - خرم رود - گاماسیاب	نهر بوجین
34°28'41.22''N, 47°25'49''E	گاماسیاب	دینوراب
33°57'56''N, 47°48'07''E	سیمره	دوآب
33°36'27''N, 48°17'50''E	رودخانه کشکان	خرم رود
34°25'17.58''N, 47°53'27.49''E	گاماسیاب	سراب ماران
33°41'18.69''N, 46°42'58.55''E	شیروان-چرداول	سرتنگ

شکل ۱ - نمایی جانبی از گونه *Sasanidus kermanshahensis* صید شده از رودخانه خرم رود.

شده‌ی صفت اندازه‌گیری شده،  $M$ : مقدار اولیه صفت اندازه‌گیری شده،  $L_S$ : میانگین طول استاندارد تمامی نمونه‌ها در تمام ایستگاه‌ها،  $L_0$ : طول استاندارد هر ماهی،  $b$ : شیب رگرسیون  $\log M$  به  $\log L_0$  تمامی نمونه‌ها است (Elliot et al., 1995). کارایی داده‌های اصلاح شده از طریق آزمون معنی‌دار بودن همبستگی بین متغیرها اصلاح شده و طول استاندارد مورد سنجش قرار گرفت. معنی‌دار نبودن این همبستگی نشان‌دهنده‌ی حذف کامل اثر اختلاف اندازه از داده‌ها می‌باشد.

داده‌های اصلاح شده ریختی با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف جهت بررسی نرمال بودن مورد تحلیل قرار گرفتند و سپس جهت بررسی تفاوت ریختی احتمالی بین هفت جمعیت مورد مطالعه، با استفاده از آنالیزهای واریانس یک‌طرفه و گروه‌بندی دانکن (صفات نرمال)، کروسکال-والیس (صفات غیرنرمال)، تجزیه و تحلیل تحلیل مولفه‌های اصلی (Principal component analysis) و تحلیل همبستگی کانونی (Canonical variate analysis) با ارزش  $P$  حاصل از آزمون واریانس چند متغیره غیرپارامتریک (NPMANOVA) آنالیز شدند. تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری در این مطالعه با استفاده

است، بنابراین این مطالعه به‌منظور بررسی تنوع صفات ریختی این گونه در حوضه رودخانه‌های کرخه به اجرا درآمد. اطلاعات این مطالعه می‌تواند در درک تنوع و مدیریت حفاظت این گونه و بررسی‌های آتی مورد استفاده واقع گردد.

### مواد و روش‌ها

در طی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۷، به منظور بررسی ریختی گونه جویبارماهی کرمانشاهی، تعداد ۱۵۴ قطعه ماهی از رودخانه‌های گردکانه (الشر)، بوجین، دینور، دوآب، خرم‌رود، ماران و سرتنگ با استفاده از دستگاه ماهیگیر الکتریکی صید و نمونه‌برداری شدند (جدول ۱ و شکل ۱). نمونه‌ها پس از صید، جهت بررسی و مطالعات ریخت‌سنجی در محلول فرمالین بافوری ۴ درصد تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شدند. برای بررسی تنوع ریختی جمعیت‌های مورد مطالعه براساس روش ریخت‌سنجی سنتی، تعداد ۳۰ ویژگی ریخت‌سنجی با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد (جدول ۲). استانداردسازی داده‌های ریختی به منظور حذف اثرات ناشی از رشد آلومتریک بر اساس فرمول  $M_{adj} = M(L_S/L_0)^b$  که در آن  $M_{adj}$ : مقدار اصلاح

جدول ۱ - میانگین، انحراف معیار، نتایج آنالیزهای کروسکال-والیس، واریانس یک طرفه و گروه‌بندی دانکن صفات ریخت‌سنجی مورد بررسی در جمعیت‌های مورد مطالعه گونه *Sasanidus kermanshahensis*

صفات	الشت	بوجین	دینور	دواب	خرمرد	ماران	سرتنگ	P
طول استاندارد	۵۰/۳۱±۰/۰۰	۵۰/۳۱±۰/۰۰	۵۰/۳۱±۰/۰۰	۵۰/۳۱±۰/۰۰	۵۰/۳۱±۰/۰۰	۵۰/۳۱±۰/۰۰	۵۰/۳۱±۰/۰۰	۱/۰۰
پیش‌باله پشتی	۲۸/۰۳±۱/۶۴b	۲۹/۰۵±۱/۸۰bc	۲۶/۵۷±۱/۵۹a	۲۷/۹۶±۲/۹۱b	۳۰/۲۶±۱/۵۳c	۳۰/۳۶±۰/۹۴c	۲۷/۶۳±۱/۶۲a	<۰/۰۵
پس‌باله پشتی	۱۴/۷۹±۱/۴۱bc	۱۴/۱۵±۱/۲۳b	۱۲/۳۹±۰/۸۳a	۱۴/۵۲±۲/۰۹bc	۱۵/۹۸±۰/۷۱d	۱۵/۳۵±۱/۲۶cd	۱۴/۵۹±۱/۷۱bc	<۰/۰۵
پیش‌باله شکمی	۲۷/۹۷±۱/۷۱	۲۹/۳۵±۱/۶۱	۲۶/۸۱±۱/۸۴	۲۶/۴۵±۱/۸۷	۲۹/۳۶±۲/۱۶	۲۹/۰۷±۱/۱۴	۲۶/۱۷±۱/۴۵	<۰/۰۵
پیش‌باله مخرجی	۳۹/۵۰±۱/۸۰	۴/±۰۰ ۲/۰۵	۳۷/۳۷±۲/۲۳	۳۷/۲۸±۳/۷۱	۴۱/۹۸±۲/۵۰	۴۱/۴۶±۱/۱۳	۳۷/۰۱±۱/۷۶	<۰/۰۵
طول قاعده باله پشتی	۷/۷۱±۱/۰۹	۸/۴۲±۱/۰۱	۸/۰۵±۰/۵۴	۶/۸۱±۰/۶۶	۸/۳۰±۰/۸۹	۸/۷۷±۰/۷۲	۶/۸۵±۰/۷۸	<۰/۰۵
ارتفاع باله پشتی	۶/۴۲±۱/۸۸	۷/۰۸±۰/۹۰	۵/۸۲±۱/۳۲	۶/۰۰±۱/۱۹	۵/۵۴±۱/۱۵	۵/۸۶±۰/۴۸	۵/۶۶±۰/۷۱	<۰/۰۵
<b>طول قاعده باله مخرجی</b>	۲/۴۸±۰/۵۶ab	۲/۴۹±۰/۴۷ab	۲/۳۲±۱/۱۳a	۲/۷۹±۰/۶۱ab	۲/۹۳±۰/۵۰b	۲/۷۰±۰/۵۳ab	۲/۶۹±۰/۵۶ab	>۰/۰۵
ارتفاع باله مخرجی	۵/۹۳±۰/۸۶	۵/۷۶±۱/۰۲	۵/۹۵±۱/۰۲	۶/۲۱±۰/۵۸	۵/۳۰±۰/۹۲	۵/۸۶±۰/۶۶	۵/۰۷±۰/۷۵	<۰/۰۵
طول ساقه دم	۱۷/۷۹±۱/۳۴	۱۷/۷۸±۱/۰۱	۱۴/۷۱±۲/۱۴	۱۶/۴۷±۱/۳۳	۱۶/۸۸±۲/۵۳	۱۸/۳۷±۱/۱۳	۱۶/±۹۰ ۱/۱۹	<۰/۰۵
ارتفاع ساقه دم	۵/۸۲±۱/۵۱abc	۶/۲۱±۰/۵۶bcd	۵/۷۴±۰/۳۵a	۵/۷۷±۰/۵۰ab	۶/۲۷±۰/۹۶cd	۶/۶۱±۰/۴۷d	۶/۰۲±۰/۴۷abc	<۰/۰۵
طول سر	۹/۰۶±۰/۹۹ab	۱۰/۰۵±۰/۶۸c	۹/۲۵±۰/۷۳ab	۸/۶۸±۰/۷۷a	۹/۳۰±۱/۲۵ab	۹/۴۷±۰/۷۷bc	۹/۱۴±۰/۵۷ab	<۰/۰۵
ارتفاع سر در گردن	۶/۱۸±۰/۳۱	۶/۸۰±۰/۴۹	۵/۹۴±۱/۱۷	۴/۵۳±۰/۷۲	۶/۰۳±۱/۰۱	۶/۵۹±۰/۴۸	۵/۹۶±۰/۴۷	<۰/۰۵
طول پوزه	۳/۲۳±۰/۴۷a	۳/۸۰±۰/۴۳b	۳/۱۹±۰/۴۹a	۳/۰۵±۰/۵۰a	۳/۳۲±۰/۵۷a	۳/۱۲±۰/۴۱a	۲/۹۸±۰/۴۵a	<۰/۰۵
پس چشمی	۳/۸۶±۰/۴۴a	۴/۱۰±۰/۴۷	۳/۸۵±۰/۵۳a	۴/۳۴±۰/۴۴bc	۴/۰۵±۰/۷۳ab	۴/۴۷±۰/۵۲c	۴/۱۷±۰/۵۶abc	<۰/۰۵
قطر چشم	۱/۳۶±۰/۲۰b	۱/۴۵±۰/۲۴b	۱/۵۲±۰/۲۶bc	۱/۰۹±۰/۳۵a	۱/۳۷±۰/۲۲b	۱/۵۹±۰/۲۹c	۱/۳۷±۰/۲۲b	<۰/۰۵
طول باله سینه‌ای	۷/۸۹±۱/۶۶d	۷/۶۹±۰/۹۹cd	۷/۳۲±۰/۸۱cd	۵/۶۸±۱/۳۱a	۶/۲۳±۱/۰۹ab	۷/۰۵±۰/۶۷abc	۶/۹۳±۱/۰۸bc	<۰/۰۵
<b>طول باله شکمی</b>	۶/۸۹±۴/۰۱b	۶/۲۴±۰/۸۷ab	۶/۳۸±۱/۰۳ab	۵/۲۰±۱/۳۸a	۶/۰۴±۱/۴۵ab	۶/۱۶±۰/۶۹ab	۵/۸۰±۰/۷۵ab	>۰/۰۵
عمق بدن	۸/۷۱±۰/۷۸ab	۸/۶۳±۰/۶۶ab	۷/۹۶±۱/۲۰a	۸/۵۵±۱/۴۳ab	۸/۷۶±۱/۰۴ab	۹/۷۸±۱/۲۷c	۹/۱۹±۰/۹۲bc	<۰/۰۵
بین شکمی-سینه‌ای	۱۸/۱۶±۱/۳۸	۱۸/۵۴±۱/۲۱	۱۶/۵۸±۳/۱۲	۱۶/۶۷±۵/۲۲	۱۹/۲۳±۱/۴۰	۱۸/۸۲±۱/۲۹	۱۶/۷۹±۱/۰۸	<۰/۰۵
بین شکمی-مخرجی	۲۹/۶۲±۱/۷۷	۳۰/۲۱±۱/۶۴	۲۷/۵۳±۱/۹۰	۲۸/۴۱±۵/۷۸	۳۲/۲۵±۲/۳۲	۳۱/۵۱±۱/۳۸	۲۷/۰۴±۱/۶۷	<۰/۰۵
عرض سر	۷/۱۳±۰/۳۹	۷/۴۱±۰/۶۳	۶/۷۴±۰/۷۴	۶/۸۰±۰/۶۳	۷/۲۸±۰/۵۱	۶/۶۹±۰/۶۳	۶/۵۱±۰/۶۵	<۰/۰۵
عرض بدن	۷/۳۲±۱/۷۱	۶/۸۹±۰/۴۳	۶/۵۰±۱/۱۰	۶/۸۵±۱/۰۲	۶/۸۳±۰/۷۹	۶/۶۱±۱/۰۴	۵/۹۸±۰/۸۷	<۰/۰۵
طول باله دم	۱۰/۰۴±۰/۹۰c	۱۰/۳۶±۰/۹۵c	۸/۹۶±۱/۲۱a	۹/۱۵±۱/۴۵ab	۹/۱۴±۱/۵۱ab	۱۰/۱۸±۰/۴۷c	۹/۸۷±۰/۹۶c	<۰/۰۵
بین چشمی	۲/۹۵±۰/۳۰	۳/±۱۰ ۰/۲۶	۲/۴۸±۰/۶۰	۲/۷۶±۰/۳۰	۲/۸۱±۰/۱۸	۲/۹۳±۰/۲۰	۲/۶۹±۰/۴۰	<۰/۰۵
عرض دهان	۳/۰۵±۰/۳۰bc	۳/۰۸±۰/۳۱c	۲/۵۹±۰/۶۳a	۲/۷۸±۰/۳۵ab	۲/۸۶±۰/۲۵abc	۲/۸۷±۰/۳۰abc	۲/۷۹±۰/۲۹abc	<۰/۰۵
بین بینی	۲/±۲۰ ۰/۲۹	۲/۳۴±۰/۲۸	۱/۸۲±۰/۳۷	۱/۸۶±۰/۲۱	۱/۹۸±۰/۲۳	۱/۸۱±۰/۲۷	۱/۷۶±۰/۲۶	<۰/۰۵
طول سیبک داخلی	۱/۳۰±۰/۲۶	۱/۳۱±۰/۳۳	۰/۹۳±۰/۴۶	۱/۰۹±۰/۱۷	۰/۹۵±۰/۳۳	۱/۰۰±۰/۲۹	۱/۱۲±۰/۲۸	<۰/۰۵
طول سیبک خارجی	۱/۷۷±۰/۳۱	۱/۷۱±۰/۳۲	۱/۴۳±۰/۴۷	۱/۴۰±۰/۲۴	۱/۳۴±۰/۴۷	۱/۴۱±۰/۳۶	۱/۳۹±۰/۴۲	<۰/۰۵
طول سیبک فکی	۱/۹۸±۰/۳۱	۱/۹۶±۰/۴۱	۱/۴۴±۰/۴۹	۱/۵۵±۰/۲۱	۱/۳۰±۰/۵۰	۱/۳۳±۰/۳۲	۱/۴۷±۰/۳۷	<۰/۰۵

هم‌پوشانی برخی از جمعیت‌های مورد مطالعه با یکدیگر بود (شکل ۲). صفات پیش‌باله مخرجی (۰/۵۵)، فاصله بین باله سینه‌ای و مخرجی (۰/۴۸)، پیش‌باله شکمی (۰/۳۶)، فاصله بین باله سینه‌ای و شکمی (۰/۳۳) و طول ساقه دم (۰/۱۷) در طول مولفه اول و طول باله سینه‌ای (۰/۳۵۸) در طول مولفه دوم بیشترین نقش را در تفکیک جمعیت‌های مورد مطالعه به عهده داشتند. نتایج NPMANOVA/CVA در شکل ۳ ارائه شده است. بر اساس آنالیز CVA جمعیت‌های الشتر، بوجین و دینور به خوبی از سایر جمعیت‌ها تفکیک شده‌اند ( $P < 0.001$  و  $F = 4.86$ ،  $Wilks \lambda = 0.0075$ ).

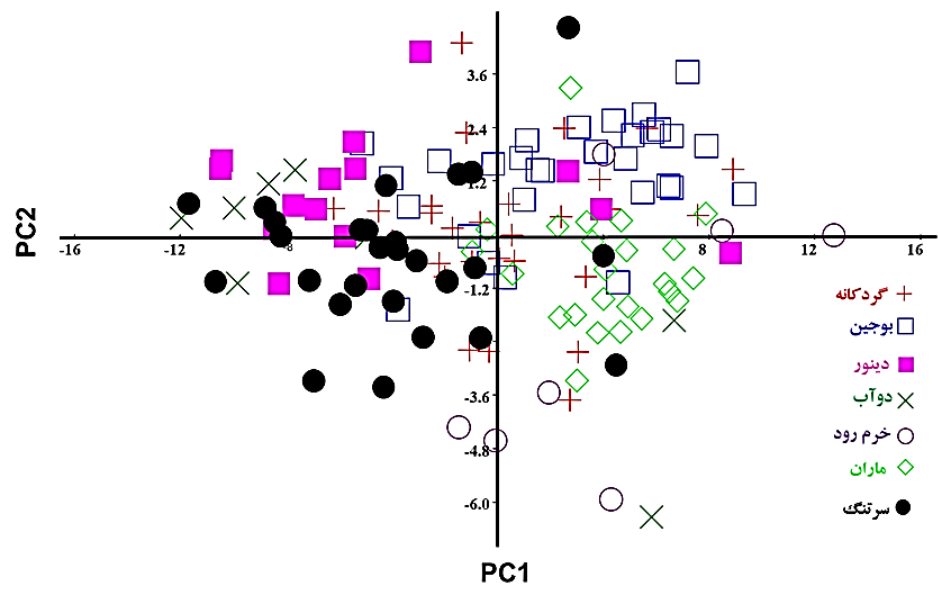
#### بحث

گام اولیه در مدیریت و حفاظت ذخایر ماهیان بررسی جمعیت‌های یک گونه و درک الگوهای تکاملی آن‌ها

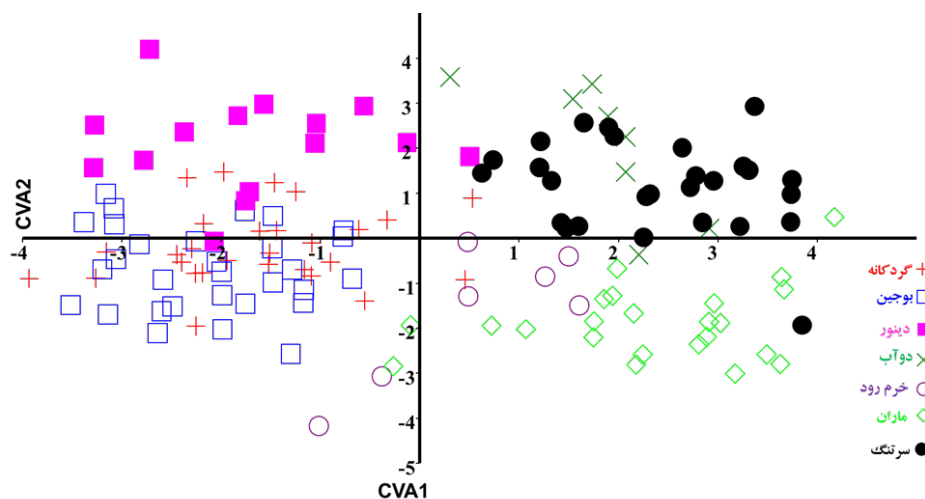
از نرم‌افزارهای SPSS 19، PAST Ver2.17b و Excel (نسخه ۲۰۱۶) (Hammer et al., 2001) انجام شد.

#### نتایج

نتایج آنالیز کروسکال-والیس، واریانس یک‌طرفه و گروه‌بندی دانکن صفات غیرنرمال و نرمال ریخت‌سنجی مورد بررسی در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج جمعیت‌های مورد مطالعه در کلیه صفات مورد بررسی به جز طول قاعده باله مخرجی و طول باله شکمی دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر بودند ( $P < 0.05$ ). تحلیل مولفه‌های اصلی صفات، تنها یک مولفه با درصد واریانس ۶۰/۰۸ را بالاتر از خط برش جولیف نشان داد. همچنین مولفه دوم نیز ۸/۴۶ درصد از واریانس تغییرات را شامل می‌شد. پراکنش جمعیت‌ها بر اساس تحلیل PCA (نمودار مربوط به دو مولفه اصلی اول) نشان‌دهنده



شکل ۲ - نمودار تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA) صفات ریختسنجی در جمعیت‌های گونه *Sasanidus kermanshahensis* مورد مطالعه.



شکل ۳ - نمودار تحلیل همبستگی کانونی (CVA) صفات ریختسنجی در جمعیت‌های گونه *Sasanidus kermanshahensis* مورد مطالعه.

شکمی و طول ساقه دمی و طول باله سینه‌ای به عنوان صفات موثر در تفکیک ریختی جمعیت‌ها بودند. تغییر در شکل بدن و موقعیت باله‌ها از جمله مهمترین تغییرات ریختی ماهیان می‌باشد چرا که حضور و تحرک در زیستگاه و بهره‌برداری از منابع به‌وسیله آن‌ها صورت می‌گیرد (Chuang *et al.*, 2006).

نتایج همچنین نشان داد که جمعیت‌های مورد مطالعه جویبارماهی کرمانشاهی تا حدودی زیادی از لحاظ ریختی از یکدیگر تفکیک شوند. مطالعات اخیر

می‌باشد. مطالعات متعددی، علت تنوع ریختی در ماهیان را عوامل محیطی و ژنتیکی عنوان کرده‌اند و در این بین تاثیر زیستگاه و فاکتورهای زیستگاهی اهمیت بسیاری دارد (Blegvad and Loppenthin, 1942؛ مولودی صالح و همکاران، ۱۴۰۰). نتایج این مطالعه نشان داد که جمعیت‌های گونه جویبارماهی کرمانشاهی مورد مطالعه از ۳۰ صفت ریختسنجی مورد بررسی در ۲۷ صفت تفاوت معنی‌داری دارند که صفات پیش باله مخرجی، فاصله بین باله سینه‌ای و مخرجی، پیش باله شکمی، فاصله بین باله سینه‌ای،

تأثیر شرایط محیطی می‌باشند و بیانگر شرایط محیطی هستند، بنابراین در بیان تفکیک جمعیت‌ها صفات ریخت‌سنجی موثر می‌باشند (عباسی رنجبر و همکاران، ۱۳۹۹). پس تفاوت‌های ریختی مشاهده شده در جویبارماهی کرمانشاهی می‌تواند بیانگر شرایط محیطی متفاوت زیستگاه‌های مورد بررسی باشد. به عنوان یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان داشت که گونه *S. kermanshahensis* از جمله جویبارماهیان با تنوع ریختی و قدرت سازش‌پذیری بالا در زیستگاه‌های آبی است که در زیستگاه‌های متنوع آبهای داخلی ایران دامنه پراکنش بالایی دارد. براساس نتایج این گونه با تغییر موقعیت باله‌های خود در طول بدن به شرایط محیطی زیستگاه‌های مختلف سازگار می‌گردد.

#### تشکر و قدردانی

هزینه‌های مالی اجرای این پژوهش توسط دانشگاه تهران تأمین شده است. همچنین از آقای عطا مولودی صالح بابت کمک در آنالیز داده‌ها تشکر و قدردانی خود را بیان می‌داریم.

#### منابع

عباسی رنجبر ک.، مولودی صالح ع.، ایگدری س.، سرپناه ع. ۱۳۹۹. مقایسه خصوصیات اندازه‌شی-شمارشی و پارامترهای زیستی ماهی کولی‌ارومیه *Alburnus atropatensis* (Berg, 1925) در رودخانه‌های حوضه دریاچه‌ارومیه. پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی. ۸(۱): ۸۹-۹۶.

عباسی ک.، صادقی‌نژاد ا.، صیادرحیم م.، نوروزی م. ۱۳۹۲. اولویت‌های غذایی رفتگرماهی کرمانشاه (*Oxynoemacheilus kermanshahensis*) در حوزه رودخانه گاماسیاب، دومین همایش ملی شیلات و آبریزان ایران، بندرعباس.

محمدی ش.، ایگدری س.، پورباقر ه.، مولودی صالح ع. ۱۳۹۹. بررسی تنوع ریختی جویبارماهی سفیدرود *Oxynoemacheilus bergianus* (Derzhavin, 1934) در حوضه‌های دریاچه نمک و دریای خزر با

نیز با استفاده از روش ریخت‌سنجی سنتی تمایز ریختی گونه‌های مختلف جویبارماهیان را گزارش کرده‌اند. Seçer و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه انعطاف‌پذیری ریختی گونه جویبارماهی سیهان (*Oxynoemacheilus seyhanensis*) در آب‌های داخلی ترکیه نشان دادند که از ۳۱ صفت ریخت‌سنجی مورد بررسی ۲۶ صفت تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشته و فاصله بین چشمی و طول سبیلک فکی را به عنوان صفات موثر در تفکیک ریختی این گونه ذکر کردند. محمدی و همکاران (۱۳۹۹) نیز در مطالعه خود روی تنوع ریختی جویبارماهی سفیدرود *O. bergianus* در حوضه‌های دریاچه نمک و دریای خزر با استفاده از روش ریخت‌سنجی سنتی عنوان کردند که در ۳۱ صفت ریختی مورد بررسی، در ۲۴ صفت تفاوت معنی‌داری یافت شد که ارتفاع باله مخرجی و فاصله بین باله شکمی-مخرجی را در تفکیک جمعیت‌ها مهم یافتند و تفاوت‌های ریختی مشاهده شده را به انعطاف‌پذیری ریختی در پاسخ به شرایط محیطی مرتبط دانستند. Abbasi و همکاران (۲۰۲۱) نیز در مطالعه خود روی تنوع ریختی ماش ماهی (*Leuciscus aspius*) در حوضه جنوبی دریای خزر ۴۱ صفت ریخت‌سنجی را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که پنج جمعیت مورد مطالعه در ۲۷ صفت تفاوت معنی‌داری دارند که تغییرات زیستگاهی و بستر تخم‌ریزی را عامل اصلی تفاوت‌های ریختی گونه ماش ماهی عنوان کردند. انتخاب طبیعی می‌تواند واگرایی سازشی ریختی ایجاد کند (Scharnweber, 2020) که در نهایت می‌تواند منجر به تشکیل جمعیت‌ها یا اکوتیپ‌های متمایز (Svanbäck and Bolnick, 2007) و آغاز فرایند گونه‌زایی (Hendry, 2009) در ماهیان آب‌شیرین باشد. پس می‌توان بیان داشت که عوامل زیست‌محیطی، زمینه‌ساز الگوهای تنوع ریختی در این ماهیان می‌باشد (Scharnweber, 2020). صفات ریخت‌سنجی نسبت به صفات شمارشی از تنوع بالایی برخوردار بوده همچنین این صفات بیشتر تحت

- minnows (*Phoxinus phoxinus*). *Ecology and Evolution* 10(15), 8358-8367.
- Seçer B., Mouludi-Saleh A., Eagderi S., Çiçek E., Sungur S. 2020. Morphological flexibility of *Oxynoemacheilus seyhanensis* in different habitats of Turkish inland waters: A case of error in describing a populations as distinct species. *Iranian Journal of Ichthyology* 7(3), 258-264.
- Svanbäck R., Bolnick D.I. 2007. Intraspecific competition drives increased resource use diversity within a natural population. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274(1611), 839-844.
- Tjarks H. 2009. Geometric Morphometric Analysis of Head Shape in *Thamnophis elegans*. PhD Thesis. Faculty of California State University, Chico. USA. pp: 1-30.
- استفاده از روش ریخت سنجی سنتی. علوم و فنون شیلات. ۲۸۵-۲۹۲: (۴)۹.
- مولودی صالح ع، ایگدری س، پورباقر ه، شجاعی د، نصری م. ۱۴۰۰. الگوی سازگاری ریختی ماهی بیاح (*Planiliza abu*) با استفاده از روش ریخت‌سنجی سنتی و هندسی در رودخانه‌های حوضه خلیج فارس. علوم و فنون شیلات. ۱۰(۲): ۱۵۰-۱۴۱.
- Abbasi K., Mouludi-Saleh A., Eagderi S. 2021. Morphological diversity of the Caspian Asp, *Leuciscus aspius*, in the South Caspian Sea basin (Osteichthyes: Cyprinidae). *Zoology in the Middle East*, 67(1), 25-31.
- Blegvad H., Loppenthin B. 1942. Fishes of the Iranian Gulf. (Trans. Etemad E. Mokhayer B. 1998). Tehran University Publications. 416 P.
- Chuang L.C., Lin Y.S., Liang S.H. 2006. Ecomorphological comparison and habitat preference of 2 cyprinid fishes, *Varicorhinus barbatulus* and *Candidia barbatus*, in Hapen Creek of Northern Taiwan. *Zoological Studies* 45(1), 114-123.
- Elliott N.G., Haskard K., Koslow, J.A. 1995. Morphometric analysis of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) off the continental slope of southern Australia. *Journal of Fish Biology*, 46(2), 202-220.
- Esmaili H.R., Sayyadzadeh G., Eagderi S., Abbasi, K. 2018. Checklist of freshwater fishes of Iran. *FishTaxa* 3(3), 1- 95
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(4), 1-9.
- Hendry A.P. 2009. Ecological speciation! Or the lack thereof? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 66(8), 1383-1398.
- Kuliev Z.M. 1984. On the variability of morphometric charactets in the Caspian roach, *Rutilus rutilus caspicus* (Yakovlev) (Cyprinidne). *Voprosy Ikhtiologii* 24(6), 935-945.
- Nicieza A.G. 1995. Morphological variation between geographically disjunct populations of Atlantic salmon: the effects of ontogeny and habitat shift. *Functional Ecology* 9, 448-456.
- Scharnweber K. 2020. Morphological and trophic divergence of lake and stream

## Morphological variations of the endemic *Sasanidus kermanshahensis* (Bănărescu & Nalbant, 1966) in Karkheh River drainage

Deldar Shojaei, Soheil Eagderi\*, Hadi Poorbagher

Department of Fisheries, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj, Iran.

\*Corresponding author: soheil.eagderi@ut.ac.ir

Received: 2020/12/23

Accepted: 2021/3/12

### Abstract

This study was conducted to investigate the morphological variations of *Sasanidus kermanshahensis*, in the Karkheh river drainage. For this purpose, a total of 162 specimens of the Gardekaneh, Bojin, Dinoarab, Doab, Khoramroud, Maran and Sartang rivers were collected. A total of 30 morphometric traits were measured using digital calipers. After standardization, data were analyzed using Kolmogorov-Smirnov analysis, One-way ANOVA and Duncan grouping, Kruskal-Wallis, principal component analysis (PCA), and Multivariate analysis of variance / canonical variate analysis (MANOVA / CVA). The results showed significant differences in 27 morphometric traits out of 30, and the characteristics, including pre anal length, distance between pectoral and anal fins, pre ventral, distance between pectoral and ventral fins, caudal peduncle length and pectoral fin length were effective traits in separating the studied populations. The results revealed high Phenotype plasticity ability of *Sasanidus kermanshahensis* in different habitats. Also based the results, this species adapts to the environmental conditions of different habitats by shifting the position of its fins throughout the body.

**Keywords:** Morphometric, *Sasanidus kermanshahensis*, Cluster analysis, Phenotype plasticity.