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 دریافت: ۹۹/۱۰/۳ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۲/۲۲

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تنوع ریختی جویبارماهی کرمانشاهی (*Sasanidus kermanshahensis*) در حوضه رودخانه کرخه به اجرا درامد. 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 پیش باله مخرجی، فاصله بین باله سینه‌ای و مخرجی، پیش باله شکمی، فاصله بین باله سینه‌ای و شکمی و طول ساقه دمی 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.

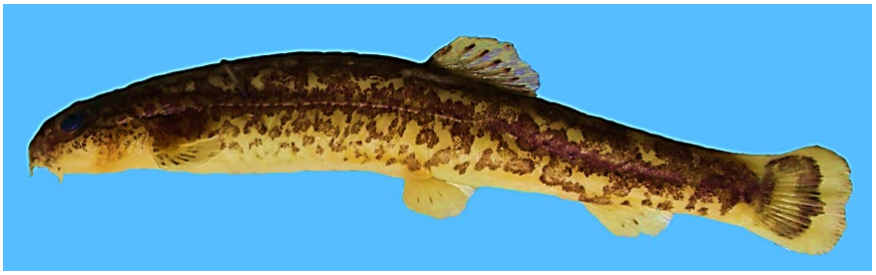
مقدمه

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 (Nicieza, 1995; Tjarks, 1999).

فون ماهیان آب‌های داخلی ایران شامل ۲۹۷ گونه در ۱۰۹ جنس و ۳۰ خانواده است (Esmaeili *et al*., 2018). در این بین اعضای جویبارماهیان خانواده Nemacheilidae از جمله آرایه‌ها با 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 دمی نسبتاً ضخیم و فاقد تیغه چربی، خط جانبی ناقص، سبیلک-های کوتاه و باله دمی صاف قابل تشخیص است. این گونه از حشرات آبزی، ناجورپایان و عنکبوتیان تغذیه می‌نماید (عباسی و همکاران، ۱۳۹۲). پراکنش گونه بومزاد *S. kermanshahensis* حوضه‌های رودخانه کارون، کرخه و دز گزارش شده است (Esmaeili *et al*., 2018؛ عباسی و همکاران، ۱۳۹۲). 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

جدول ۱ – مختصات جغرافیایی ایستگاههای نمونه‌برداری.

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



شکل ۱ – نمایی جانبی از گونه *Sasanidus kermanshahensis* صید شده از رودخانه خرم‌رود.

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 جویباراماهی کرمانشاهی، تعداد ۱۵۴ قطعه ماهی از رودخانه‌های گردکانه (الشتر)، 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 بافری 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 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 داده-های 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 آمون کولموگرف-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

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	الشتر	بوجین	دینور	دوآب	خرم‌رود	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
پیش باله پشتی	۲۸/۰۳±۱/۶۴^{b}	۲۹/۰۵±۱/۸۰^{bc}	۲۶/۵۷±۱/۵۹^{a}	۲۷/۹۶±۲/۹۱^{b}	۳۰/۲۶±۱/۵۳^{c}	۳۰/۳۶±۰/۹۴^{c}	۲۷/۶۳±۱/۶۲^{a}	<۰/۰۵
پس باله پشتی	۱۴/۷۹±۱/۴۱^{bc}	۱۴/۱۵±۱/۲۳^{b}	۱۲/۳۹±۰/۸۳^{a}	۱۴/۵۲±۲/۰۹^{bc}	۱۵/۹۸±۰/۷۱^{d}	۱۵/۳۵±۱/۲۶^{cd}	۱۴/۵۹±۱/۷۱^{bc}	<۰/۰۵
پیش باله 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
پیش باله 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±۱/۱۸	۷/۰۸±۰/۹۰	۵/۸۲±۱/۲۲	۶/۰۰±۱/۱۹	۵/۵۴±۱/۱۵	۵/۸۶±۰/۴۸	۵/۶۶±۰/۷۱	<۰/۰۵
طول قاعده باله مخرجی	۲/۴۸±۰/۵۶^{ab}	۲/۴۹±۰/۴۷^{ab}	۲/۳۲±۱/۱۳^{a}	۲/۷۹±۰/۶۱^{ab}	۲/۹۳±۰/۵۰^{b}	۲/±۷۰ ۰/۵۳^{ab}	۲/۶۹±۰/۵۶^{ab}	**>۰/۰۵**
ارتفاع باله مخرجی	۵/۹۴±۰/۹۰	۵/۷۶±۰/۸۶	۵/۹۵±۱/۰۲	۶/۲۱±۰/۵۸	۵/۹۰±۰/۹۲	۵/۸۶±۰/۶۶	۵/۰۷±۰/۷۵	<۰/۰۵
طول ساقه دمی	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 دمی	۵/۸۲±۱/۵۱^{abc}	۶/۲۱±۰/۵۶^{bcd}	۵/۷۴±۰/۳۵^{a}	۵/۷۷±۰/۵۰^{ab}	۶/۲۷±۰/۹۶^{cd}	۶/۶۱±۰/۴۷^{d}	۶/۰۲±۰/۴۷^{abc}	<۰/۰۵
طول سر	۹/۰۶±۰/۹۹^{ab}	۱۰/۰۵±۰/۶۸^{c}	۹/۲۵±۰/۷۳^{ab}	۸/۶۸±۰/۷۷^{a}	۹/۳۰±۱/۲۵^{ab}	۹/۴۷±۰/۷۷^{bc}	۹/۱۴±۰/۵۷^{ab}	<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±۰/۴۷^{a}	۳/۸۰±۰/۴۳^{b}	۳/۱۹±۰/۴۹^{a}	۳/۰۵±۰/۵۰^{a}	۳/۳۲±۰/۵۷^{a}	۳/۱۲±۰/۴۱^{a}	۲/۹۸±۰/۴۵^{a}	<۰/۰۵
پس چشمی	۳/۸۶±۰/۴۴^{a}	۴/۱۰±۰/۴۷	۳/۸۵±۰/۵۳^{a}	۴/۳۴±۰/۴۴^{bc}	۴/۰۵±۰/۷۳^{ab}	۴/۴۷±۰/۵۲^{c}	۴/۱۷±۰/۵۶^{abc}	<۰/۰۵
قطر چشم	۱/۳۶±۰/۲۱^{b}	۱/۴۵±۰/۲۴^{b}	۱/۵۲±۰/۲۶^{bc}	۱/۰۹±۰/۳۵^{a}	۱/۳۷±۰/۲۲^{b}	۱/۵۹±۰/۲۹^{c}	۱/۳۷±۰/۲۲^{b}	<۰/۰۵
طول باله سینه ای	۷/۸۹±۱/۶۶^{d}	۷/۶۹±۰/۹۹^{cd}	۷/۳۲±۰/۸۱^{cd}	۵/۶۸±۱/۳۱^{a}	۶/۲۳±۱/۰۹^{ab}	۷/۰۵±۰/۶۷^{abc}	۶/۹۳±۱/۰۸^{bc}	<۰/۰۵
طول باله شکمی	۶/۸۹±۴/۰۱^{b}	۶/۲۴±۰/۸۷^{ab}	۶/۳۸±۱/۰۳^{ab}	۵/۲۰±۱/۳۸^{a}	۶/۰۴±۱/۴۵^{ab}	۶/۱۶±۰/۶۹^{ab}	۵/۸۰±۰/۷۵^{ab}	**>۰/۰۵**
عمق بدن	۸/۷۱±۰/۷۸^{ab}	۸/۶۳±۰/۶۶^{ab}	۷/۹۶±۱/۲۰^{a}	۸/۵۵±۱/۴۳^{ab}	۸/۷۶±۱/۰۴^{ab}	۹/۷۸±۱/۲۷^{c}	۹/۱۹±۰/۹۲^{bc}	<۰/۰۵
بین شکمی-سینه ای	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 دمی	۱۰/۰۴±۰/۹۰^{c}	۱۰/۳۶±۰/۹۵^{c}	۸/۹۶±۱/۲۱^{a}	۹/۱۵±۱/۴۵^{ab}	۹/۱۴±۱/۵۱^{ab}	۱۰/۱۸±۰/۴۷^{c}	۹/۸۷±۰/۹۶^{c}	<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±۰/۳۰^{bc}	۳/۰۸±۰/۳۱^{c}	۲/۵۹±۰/۶۲^{a}	۲/۷۸±۰/۳۵^{ab}	۲/۸۶±۰/۲۵^{abc}	۲/۸۷±۰/۳۰^{abc}	۲/۷۹±۰/۲۹^{abc}	<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 سبیک 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
ظول سبیلک 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 سبیلک فکی	۱/۹۸±۰/۳۱	۱/۹۶±۰/۴۱	۱/۴۴±۰/۴۹	۱/۵۸±۰/۲۱	۱/۳۰±۰/۵۰	۱/۳۳±۰/۳۲	۱/۴۷±۰/۳۷	<۰/۰۵

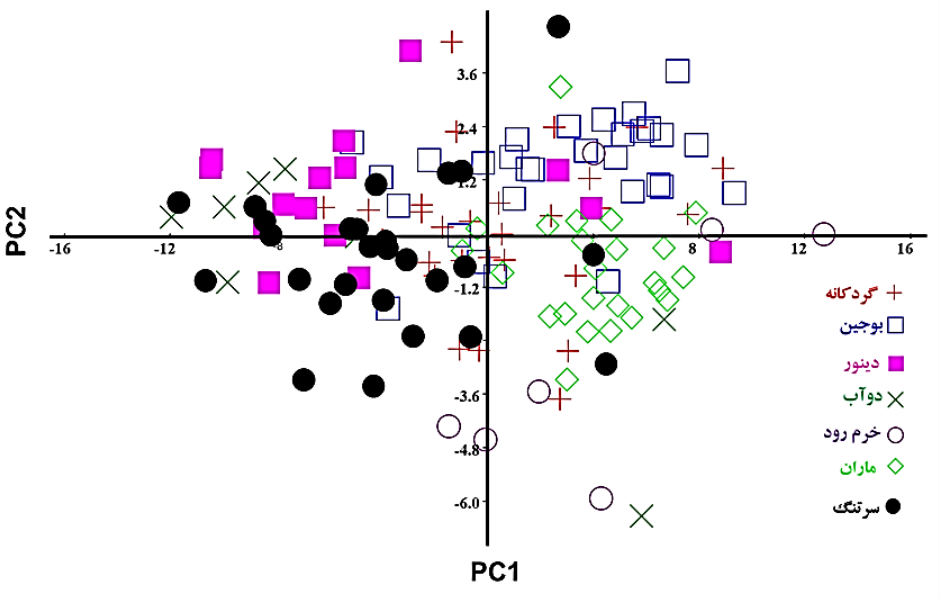
از نرم‌افزارهای SPSS 19، PAST Ver2.17b (Hammer *et al*., 2001) و Excel (نسخه ۲۰۱۶) انجام شد.

نتایج

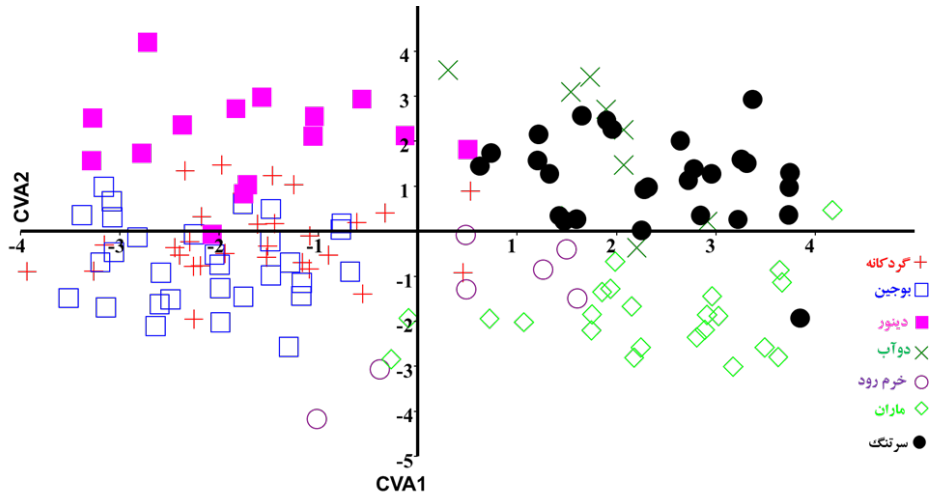
نتایج آنالیز کروسکال-والیس، واریانس یک‌طرفه وگروه‌بندی دانکن صفات غیرنرمال و نرمال ریخت‌سنجی مورد بررسی در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج جمعیت‌های مورد مطالعه در کلیه صفات مورد بررسی به جز طول قاعده باله مخرجی و طول باله شکمی دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر بودند (P<۰/۰۵). تحلیل مولفه‌های اصلی 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 هم‌پوشانی برخی از جمعیت‌های مورد مطالعه با یکدیگر بود (شکل ۲). صفات پیش باله مخرجی (۰/۵۵)، فاصله بین باله سینه‌ای و مخرجی (۰/۴۸)، پیش باله شکمی (۰/۳۶)، فاصله بین باله سینه‌ای و شکمی (۰/۳۳) و طول ساقه دمی (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<۰/۰۰۱ و F=۴/۸۶، Wilks ۰/۰۰۷۵ =lambda).

بحث

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



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.

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، 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

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 دخلی ترکیه نشان دادند که از ۳۱ صفت ریخت سنجی 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 برخودار بوده همچنین این صفات بیشتر تحت تاثیر 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.، مولودی‌صالح ع.، ایگدری س.، سرپناه ع. ۱۳۹۹. مقایسه خصوصیات اندازشی-شمارشی و پارامترهای زیستی ماهی کولی‌ارومیه *Alburnus atropatenae* (Berg, 1925) در رودخانه‌های حوضه دریاچه‌ارومیه. پژوهش‌های ماهی شناسی کاربردی. ۸(۱): ۹۶-۸۹.

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

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

استفاده از روش ریخت سنجی سنتی. علوم و فنون شیلات. ۹(۴): ۲۹۲-۲۸۵.

مولودی‌صالح 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 خلیج‌فارس. 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.

Esmaeili 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 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.

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

Deldar Shojaei, Soheil Eagderi*, Hadi Poorbagher

Department ofFisheries, 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.