دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی"
دوره چهارم، شماره اول، بهار ۹۵
http://jair.gonbad.ac.ir

تنوع مورفولوژیکی جمعیت‌های ماهی شاه‌کولی جنوبی *Alburnus mossulensis* Heckel, 1843 در حوضه کارون

یزدان کیوانی*[1]، سیدمحمدعلی موسوی[2]، سالار درافشان[1] و مظاهر زمانی فرادنبه[3]

[1]دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
[2]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
[3]دانشجوی دکتری تخصصی شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
تاریخ ارسال: ۱۳۹۴/۱۲/۱۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۴/۱۲

چکیده

مطالعه ماهیان در اکوسیستم‌های آبی از جهات بسیاری از جمله رفتارشناختی، بوم‌شناختی، مدیریت و حفاظت منابع زیستی، بهره‌برداری از ذخایر و پرورش آن‌ها دارای اهمیت است. به همین جهت در تابستان سال ۱۳۸۸ تعداد ۱۹۵ قطعه ماهی شاه‌کولی جنوبی (*A. mossulensis*) به‌منظور بررسی ساختار جمعیتی این ماهی از ده رودخانه حوضه رود کارون با استفاده از تور پره صید شدند. ۲۲ صفت ریخت‌سنجی (اندازشی) به‌وسیله کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد و ۱۴ صفت شمارشی به کمک استریومیکروسکوپ چشمی شمارش شد. مقادیر صفات ریخت‌سنجی، پیش از تحلیل، جهت کاهش خطای حاصل از رشد ناهمسان نمونه‌ها استانداردسازی شدند. به‌منظور بررسی تفاوت بین جمعیت‌های مورد بررسی از آنالیزهای ANOVA و آزمون دانکن، PCA، CVA استفاده شد. دامنه طولی ماهیان ۱۶۰/۲-۲۷/۹ میلی‌متر قرار داشت. از بین صفات اندازشی ۲۱ صفت و در بین صفات شمارشی ۱۳ صفت در بین جمعیت‌ها دارای تفاوت معنی‌دار بودند (p<۰/۰۱). در بررسی صفات موردنظر سه عامل اول نشان‌دهنده ۷۵/۸۶ درصد واریانس بین افراد جمعیت‌های مورد مطالعه بودند. روش تحلیل متغیرهای کانونی نشان داد که از بین ۱۰ جمعیت مورد بررسی، جمعیت‌های خرسان، ایوان عباسی و دربند از هفت جمعیت دیگر متمایز هستند. از طرف دیگر با وجود این که دو جمعیت بشار و ماربر دارای همپوشانی با جمعیت‌های بنستان، شیروان، دوپلان، الیگودرز و سپیدار هستند، اما از یکدیگر متمایز بوده و جمعیت‌های مجزایی را تشکیل می‌دهند. نتایج این مطالعه نشان داد صفات اندازشی و شمارشی به خوبی قادر هستند که جمعیت‌های شاه کولی جنوبی را از یکدیگر تفکیک کنند.

واژه‌های کلیدی: ***A. mossulensis*، ریخت‌شناسی، ریخت‌سنجی، صفات شمارشی، صفات اندازشی**

*مسئول مکاتبه: keivany@cc.iut.ac.ir

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-11-04]

مقدمه

ماهیان متنوع‌ترین و فراوان‌ترین گروه مهره‌داران را تشکیل می‌دهند و در سراسر آب‌های جهان پراکنده‌اند و این گسترش به‌خاطر تنوع شگفت‌آوری است که از نظر سازگاری‌های ریختی، فیزیولوژیکی و رفتاری از خود نشان داده‌اند (Keivany, 2008). بررسی ماهیان در اکوسیستم‌های آبی از لحاظ تکاملی، بوم‌شناسی، رفتارشناسی، حفاظت، مدیریت منابع آبی، بهره‌برداری ذخایر و پرورش ماهی حایز اهمیت است و شناسایی ماهیان اولین قدم محسوب می‌شود (Bagenal, 1978).

اغلب تصور می‌گردد که موجودات دارای ویژگی‌های ریختی مشابه یک جمعیت را تشکیل می‌دهند. در این میان، تنوع ریختی بین جمعیت‌های مختلف جغرافیایی یا به ساختار ژنتیکی مجزا یا به شرایط محیطی خاص هر منطقه نسبت داده می‌شود. از طرفی تنوع ریختی بین ذخایر می‌تواند اساسی برای شکل‌دهی به ساختار ذخیره فراهم کرده و احتمالاً می‌تواند برای مطالعه تغییرات ناشی از محیط و حتی برای مدیریت شیلاتی کاربرد داشته باشد (Turan, 2004). مطالعه جامع ویژگی‌های یک گونه در سطح جمعیتی و تنوع‌پذیری آن‌ها بخصوص برای گونه‌هایی که در مرکز بهره‌برداری صنعتی قرار می‌گیرند، امکان درک بهتر و بیشتر از وضعیت جمعیت‌ها و یا به نوعی ذخایر جمعیتی در شرایط کنونی اکوسیستم‌های آبی و همچنین تقابل بین گونه و اکوسیستم را فراهم می‌نماید. تنوع ریخت‌شناسی ممکن است نتیجه انعطاف‌پذیری فنوتیپی سازگاری‌های منطقه‌ای، تغییرات خصوصیات اکولوژیکی و یا رابطه متقابل هر یک از این فرآیندها باشد. اختلاف ریخت‌شناسی بین گونه‌ها و یا جمعیت‌های همزیست اغلب به‌عنوان تکامل جهت پرهیز از رقابت و در جمعیت‌های ایزوله و یا دور از هم نتیجه سازگاری به شرایط منطقه‌ای تفسیر می‌گردد (Nicieza, 1995). مطالعه تنوع‌پذیری در ویژگی‌های بوم‌شناختی و ریخت‌شناسی جمعیت‌های یک گونه که در محیط‌های متفاوت از نظر خصوصیات زیستگاهی، زندگی می‌کنند، امکان درک و فهم بهتر تغییرات در ویژگی‌های جمعیتی را در مقابل تغییرات محیطی فراهم می‌نماید (Kuliev, 1984). طبق تئوری‌های رشد و نمو ماهی، جایگزینی و تغییرات در صفات ریخت‌شناسی همزمان با تغییرات فیزیولوژیکی، آناتومیکی، رفتاری و حتی زیستگاه حاصل می‌شود (Sagnes and Statzner, 1997).

ایران در منطقه‌ای واقع گردیده که از نظر جغرافیای جانوری بسیار حائز اهمیت است، ولی اطلاعات کمی در مورد فون ماهیان آن وجود دارد. مطالعات انجام شده درباره ماهیان رودخانه‌ها نشان می‌دهد که فاکتورهای غیرزیستی از قبیل دما، سرعت جریان آب و نوع بستر رودخانه در پراکنش و فراوانی گونه‌های ماهیان مختلف مؤثر بوده که روی غنای گونه‌ای، تنوع گونه‌ای و تولیدات ماهیان نیز در قسمت‌های مختلف مؤثر است (Abdoli, 1994). با وجود اکوسیستم‌های آبی متعدد در کشور تاکنون مطالعات کمی روی سیستماتیک، بیولوژی و اکولوژی ماهیان صورت گرفته است و این در حالی است

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-11-04]

که ابهامات زیادی در ارتباط با زیر گونه‌ها و جمعیت‌های ماهیان آب‌های داخلی و دریایی ایران وجود دارد. حدود ۴۰ درصد از ماهی‌ها در آب‌های شیرین به‌سر می‌برند ولی در بسیاری از مناطق جهان و از جمله ایران تاکنون اقدام مستمر و شایسته‌ای برای مطالعات گسترده، شناسایی و حفاظت از آن‌ها به عمل نیامده است (Abdoli, 2000; Keivany *et al.*, 2016).

گونه *Alburnus mossulensis* (Heckel, 1843) که در مناطق مختلف ایران با نام‌های شاه‌کولی، شاه‌ماهی و شاه‌کولی جنوبی شناخته می‌شود (Coad, 2016). یکی از گونه‌های این جنس در ایران است که پراکنش وسیعی در مناطق مختلف آب‌های داخلی دارد. با وجود گسترش وسیع این‌گونه در حوضه‌های آبی مختلف به‌عنوان یک گونه بومی ایران مطالعات اندکی بر روی آن انجام شده است. لذا مطالعه‌ای جامع بر روی آن ضروری به نظر می‌رسد. مطالعه اخیر در جهت شناسایی جمعیت‌های مختلف این‌گونه در یک حوضه آبی داخلی شامل کر و دو حوضه آبی خارجی شامل بوشهر (خلیج) و دجله که خود شامل رودخانه‌های دجله، کرخه و کارون است که بر مبنای تعیین صفات قابل تفکیک این جمعیت‌ها انجام شده است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه جهت بررسی تنوع جمعیتی شاه‌کولی جنوبی (*A. mossulensis*)، تعداد ۱۹۵ قطعه ماهی از ۱۰ رودخانه حوضه آبریز رود کارون، صید گردید (جدول ۱، شکل ۱). برای صید نمونه‌ها از یک تور پره ریزچشمه که به‌وسیله دو نفر در بستر رودخانه و کناره سواحل رودخانه که احتمال وجود نمونه‌های ماهی وجود داشت، استفاده گردید. ماهی‌های صید شده بلافاصله پس از صید و بررسی اولیه در محلول گل میخک بی‌هوش شده، در فرمالین ۱۰ درصد تثبیت و پس از انتقال به آزمایشگاه، در الکل ۷۰ درصد جهت شماره‌زنی و انجام بیومتری نگهداری شدند.

تعداد ۲۲ صفت اندازشی که در مطالعات ریخت‌شناسی ماهی‌ها معمول هستند، با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شدند (جدول ۲). همچنین، تعداد ۱۴ صفت شمارشی (جدول ۳) با استفاده از استریومیکروسکوپ MS5Leica با بزرگنمایی ۱۰ برابر شمارش شدند. به‌منظور اصلاح خطای ناشی از رشد آلومتریک در داده‌های ریخت‌سنجی، این اطلاعات به کمک رابطه ارائه شده توسط (Bakhoum, 1994) استاندارد شدند:

$$M_t = M\,(L/L_0)^b$$

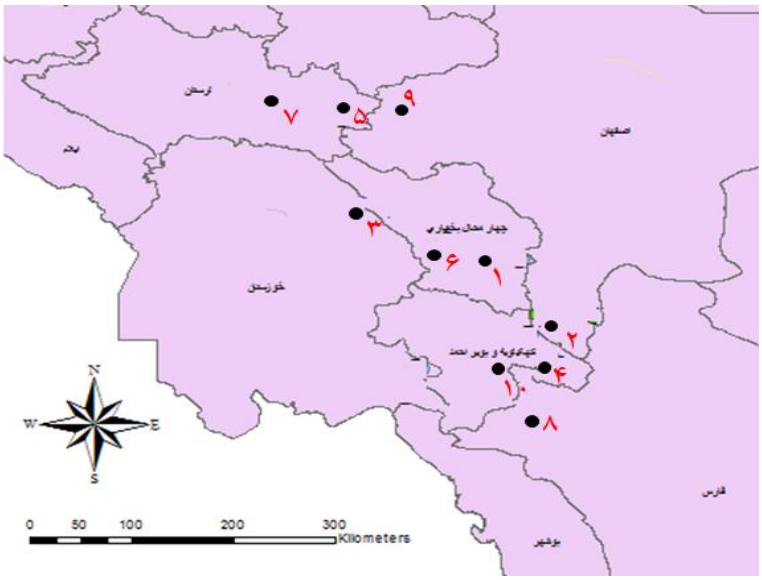
در این رابطه M_t برابر با مقادیر استاندارد شده برای هر صفت در هر نمونه، M_0 برابر مقدار اندازه‌گیری شده از هر صفت، L برابر با میانگین طول استاندارد برای کلیه نمونه‌های مورد مطالعه، L_0 برابر با طول استاندارد همان نمونه، ضریب رگرسیون بین Log M_0 و Log L_0 برای هر جمعیت به‌طور مجزا می‌باشد. برای تعیین اختلاف بین جمعیت‌های مورد مطالعه در هر یک از صفات (اندازشی اصلاح شده و

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-11-04]

شمارشی)، از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA)، برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. همچنین صفات اندازه‌گیری شده، شمارش شده و وزن نمونه‌ها جهت بررسی اختلاف بین جمعیت‌های مورد مطالعه تحت تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA)، تحلیل متغیرهای کانونی (MANOVA/CVA) نیز قرار گرفتند. کلیه تجزیه تحلیل‌های آماری در این مطالعه با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS ver. 22، PAST (ver. 2.17c) و Excel 2010 انجام شدند.

جدول ۱: نام و مشخصات رودخانه‌های نمونه‌برداری ماهی شاه‌کولی جنوبی (*A. mossulensis*) در حوضه آبریز کارون

ردیف	نام رود	تعداد نمونه صید شده
۱	خرسان	۴۶
۲	ماربر	۱۵
۳	ایوان‌عباسی	۳۰
۴	بنستان	۱۷
۵	شیروان	۱۱
۶	دوپلان	۱۴
۷	الیگودرز	۱۸
۸	سپیدار	۱۵
۹	دربند	۱۲
۱۰	بشار	۱۷



شکل ۱: نقشه ایستگاه‌های نمونه‌گیری در رودخانه‌های عنوان شده در جدول ۱

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-11-04]

جدول ۲: صفات اندازشی در ماهی شاه‌کولی جنوبی (*A. mossulensis*) در حوضه آبریز کارون

ردیف	صفت	علامت اختصاری	توصیحات
۱	طول کل	TL	فاصله نوک پوزه تا انتهای دم
۲	طول چنگالی	FL	فاصله نوک تا شکاف باله دمی
۳	طول استاندارد	SL	فاصله نوک پوزه تا ابتدای باله دمی
۴	ارتفاع بدن	BH	بیشتر فاصله شکم و پشت ماهی به‌طور عمودی
۵	طول سر	HL	نوک پوزه تا پشت سرپوش آبششی
۶	عرض سر	HW	فاصله عرضی سرپوش‌های آبششی دو طرف سر
۷	طول پوزه	SL	نوک پوزه تا جلو حدقه چشم
۸	قطر چشم	ED	فاصله جلو و عقب حدقه چشم
۹	طول گونه	PoL	فاصله پشت چشم تا انتهای سرپوش آبششی
۱۰	فاصله دو چشم	EW	فاصله عرضی دو چشم
۱۱	طول ساقه دمی	CL	فاصله انتهای باله مخرجی تا ابتدای باله دمی
۱۲	ارتفاع ساقه دمی	CH	بیشترین ارتفاع عمودی ساقه دمی
۱۳	طول پیش باله پشتی	PrDL	فاصله نوک پوزه تا ابتدای باله پشتی
۱۴	طول پس باله پشتی	PoDL	فاصله پشت باله پشتی تا ابتدای باله دمی
۱۵	طول پیش باله مخرجی	PrAL	فاصله نوک پوزه تا ابتدای باله مخرجی
۱۶	طول پایه باله پشتی	DB	طول قاعده باله چشتی
۱۷	ارتفاع باله پشتی	DH	ارتفاع بلندترین شعاع باله پشتی
۱۸	طول پایه باله مخرجی	AB	طول قاعده باله مخرجی
۱۹	ارتفاع باله مخرجی	AH	ارتفاع بلندترین شعاع باله مخرجی
۲۰	طول باله شکمی	VL	طول بلندترین شعاع باله شکمی
۲۱	طول باله سینه‌ای	PL	طول بلندترین شعاع باله سینه‌ای
۲۲	فاصله سینه‌ای- مخرجی	P-VL	فاصله قاعده دو باله سینه‌ای و مخرجی

جدول ۳: علامت‌های اختصاری صفات شمارشی ماهی شاه‌کولی جنوبی (*A. mossulensis*) در حوضه آبریز کارون

ردیف	علامت اختصاری	صفت
۱	D1	شعاع سخت باله پشتی
۲	D2	شعاع نرم باله پشتی
۳	A1	شعاع سخت باله مخرجی
۴	A2	شعاع نرم باله مخرجی
۵	P	تعداد شعاع باله سینه‌ای
۶	V	تعداد شعاع باله شکمی
۷	C	تعداد شعاع باله دمی
۸	LL	تعداد فلس روی خط جانبی
۹	UpLL	تعداد فلس بالای خط جانبی
۱۰	DoLL	تعداد فلس زیر خط جانبی
۱۱	CSc	تعداد فلس دور ساقه دمی
۱۲	PrDS	تعداد فلس پیش باله پشتی
۱۳	KeelScale	تعداد فلس کیل
۱۴	ArchSp	تعداد خار کمان آبششی

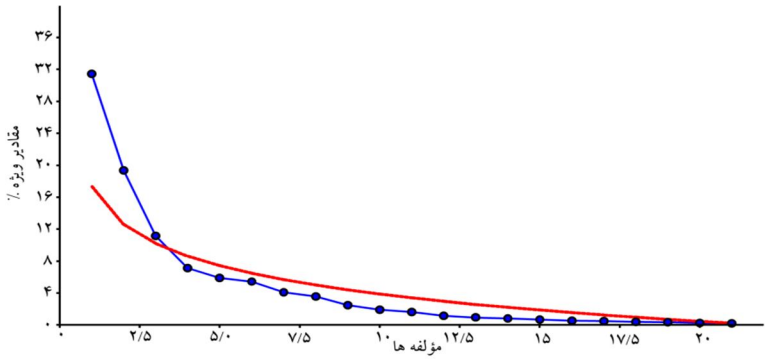
[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-11-04]

نتایج

صفات اندازشی: بررسی نتایج تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون دانکن برای صفت‌های اندازشی اصلاح شده نشان داد که از بین ۲۱ صفت مورد بررسی همه صفات بین جمعیت‌های مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌دار هستند (p<۰/۰۱) (جدول ۶). در بررسی نتایج تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA)، تعداد ۲۱ عامل اصلی استخراج شد که از بین آن‌ها سه عامل (PC) بالاتر از خط برش جولیف قرار داشتند (شکل ۲، جدول ۴) و در مجموع ۶۱/۹۸۹ درصد واریانس را به خود اختصاص داده‌اند. به‌منظور بررسی تفاوت شکلی بین جمعیت‌های مورد مطالعه، نمودار پراکنش جمعیت‌ها براساس دو مؤلفه اصلی اول و دوم (PC1 و PC2) که به‌ترتیب ۴۷/۲۱ و ۱۹/۵۹ درصد واریانس‌ها را به خود اختصاص داده بودند، ترسیم شد (شکل ۳). مطابق گروه‌بندی ارائه شده، جمعیت خرسان به‌خوبی از سایر جمعیت‌ها جدا شده است و سایر جمعیت‌ها دارای همپوشانی با یکدیگر هستند. همچنین مطابق نتایج ارائه شده در جدول ۵، صفاتی که دارای نقش مهمی در گروه‌بندی جمعیت‌ها در طول مؤلفه اول هستند شامل طول کل، طول چنگالی، ارتفاع بدن و ارتفاع ساقه دمی می‌باشند و صفاتی که در جهت مؤلفه دوم اثرگذار هستند، شامل طول کل، طول چنگالی، ارتفاع بدن، طول سر، عرض سر، طول گونه، طول ساقه دمی، طول پیش باله پشتی، طول پس باله پشتی و طول پیش باله مخرجی می‌باشند.

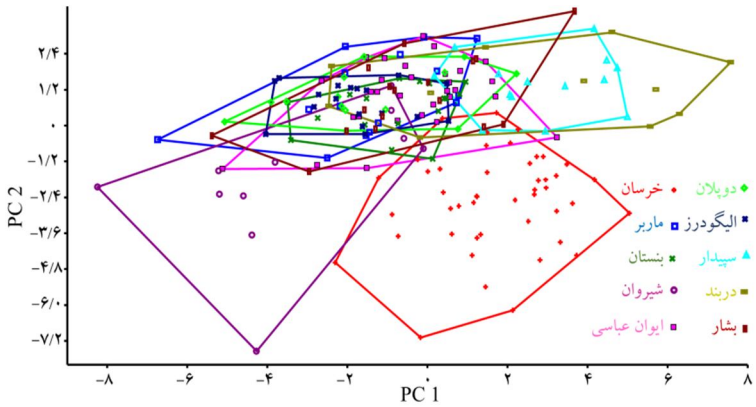
جدول ۴: مقادیر ویژه و واریانس سه مؤلفه اصلی اول حاصل از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) صفات اندازشی

مؤلفه‌ها (PCs)	مقادیر ویژه	واریانس درصد
مؤلفه اول (PC1)	۶/۴۹۸	۳۱/۴۵۳
مؤلفه دوم (PC2)	۴/۰۰۳	۱۹/۳۷۷
مؤلفه سوم (PC3)	۲/۳۰۶	۱۱/۱۵۹
مجموع		۶۱/۹۸۹



شکل ۲: نمودار نقطه‌ای مؤلفه‌های اصلی و نمایش نقطه برش خط جولیف (خط قرمزرنگ) که نشان‌دهنده مرز مؤلفه‌های اصلی صفات اندازشی معنی‌دار است.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-11-04]



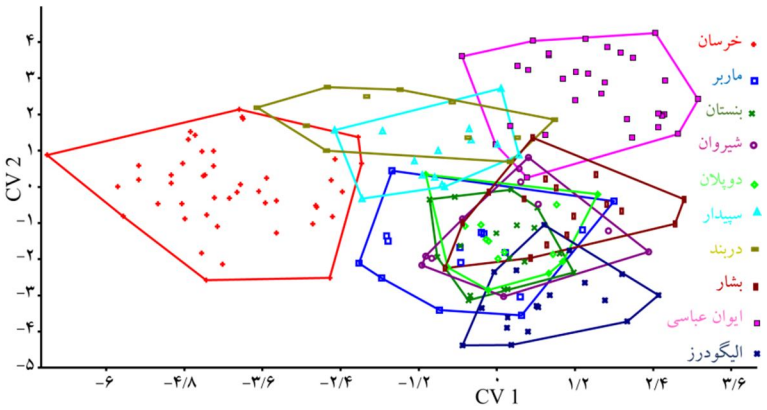
شکل ۳: نمودار نتایج آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) صفات اندازشی در جمعیت‌های شاه‌کولی جنوبی (*A. mossulensis*)

جدول ۵: سهم صفات اندازشی در جهت هر یک از مؤلفه‌های اصلی اول و دوم

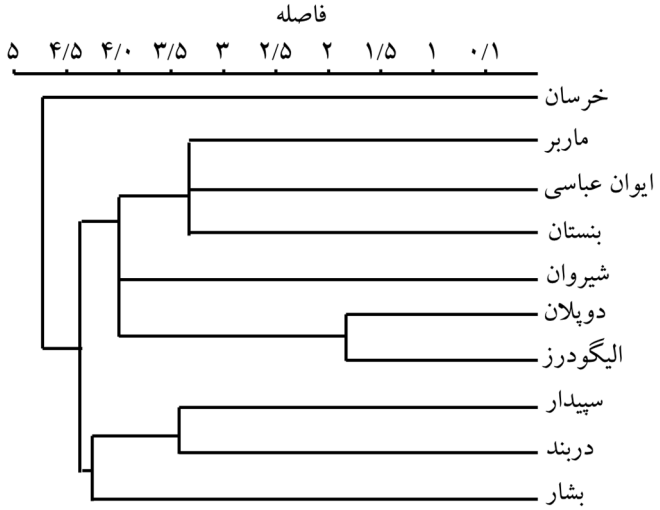
	TL	FL	BH	HL	HW	SnL	ED	PoL	EW	CL	CH
PC 1	۰/۲۰۱	۰/۴۵۴	۰/۳۷۸	-۰/۰۳۵	۰/۰۴۱	۰/۰۴۸	-۰/۰۵۷	۰/۰۰۰	۰/۰۱۱	-۰/۰۵۳	۰/۱۱۴
PC 2	۰/۵۶۱	۰/۲۴۸	-۰/۳۶۲	-۰/۲۳	-۰/۱۲۷	-۰/۰۳۷	-۰/۰۳۸	-۰/۱۸۶	-۰/۰۲۱	۰/۳۰۱	-۰/۰۷۶
	PrDL	PoDL	PrAL	DB	DH	AB	AH	VL	PL	P-VL	-
PC 1	۰/۳۵۸	۰/۲۲۲	۰/۵۰۸	۰/۰۱۲	-۰/۱۴۱	-۰/۰۸۵	-۰/۱۴۹	۰/۰۲۶	-۰/۰۳۱	۰/۳۱۴	-
PC 2	-۰/۲۸۴	۰/۴۲۴	-۰/۱۱۲	۰/۰۷۹	۰/۰۲۶	۰/۰۲۹	۰/۰۰۶	۰/۰۸۱	۰/۰۴۳	۰/۰۱۰	-

ترسیم پراکنش نقطه‌ای جمعیت‌های مورد مطالعه براساس آزمون CVA صفات (Wilks =۰/۰۰۱۴۵ lambda، f=۸/۶۹ و p<۰/۰۰۰) نیز نشان می‌دهد که جمعیت‌های رودخانه‌های خرسان، دربند، ایوان عباسی و سپیدار به طور آشکاری از سایر جمعیت‌های مورد مطالعه متفاوت هستند؛ با وجود اینکه دو جمعیت بشار و ماربر دارای همپوشانی با جمعیت‌های بنستان، شیروان، دوپلان، الیگودرز و سپیدار هستند، اما با یکدیگر متمایز بوده و جمعیت مجزایی را تشکیل می‌دهند (شکل ۴). در نتایج آنالیز خوشه‌ای (شکل ۵) نیز جمعیت رودخانه خرسان به‌خوبی جدا شده و در گروه جداگانه‌ای قرار گرفته است و سایر جمعیت‌ها نیز تا حدی نسبت به یکدیگر جدا شده‌اند.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-11-04]



شکل ۴: نمودار نتایج تحلیل همبستگی کانونی (CVA) صفات اندازشی در جمعیت‌های شاه‌کولی جنوبی (*A. mossulensis*)



شکل ۵: نمودار آنالیز خوشه‌بندی جمعیت‌های شاه‌کولی جنوبی (*A. mossulensis*) بر اساس صفات اندازشی مورد مطالعه

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-11-04]

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-11-04]

جدول ۶- میانگین، انحراف معیار، نتایج آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون دانکن صفات اندازشی در جمعیت‌های شاه کولی جنوبی (*A. mossulensis*) در حوضه رود کارون.

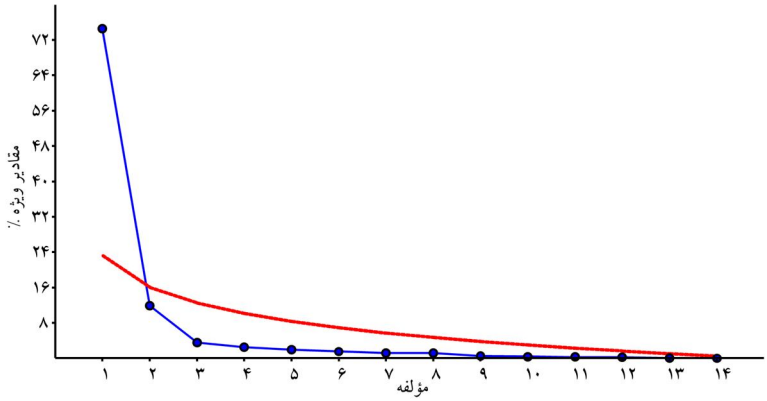
	صفت	رود خرسان	رود ماربر	رود ایوان عباسی	رود بنستان	رود شیروان	رود دوپلان	رود الیگودرز	رود سپیدار	رود دربند	رود بشار	p
۱	TL	۸۷/۰۳±۷/۹۳^{a}	۷۸/۹۱±۱۴/۳۴^{e}	۸۵/۵۳±۱۲/۶۳^{e}	۸۳/۱۴±۱۵/۸۸^{e}	۵۸/۵۱±۲۹/۹۲^{c}	۷۴/۹۷±۲۰/۸۵^{bc}	۶۹/۴۳±۱۰/۹۹^{c}	۱۲۲/۰۷±۲۶/۲۸^{a}	۱۲۲/۱۳±۳۳/۷۰^{ab}	۷۷/۷۸±۱۹/۵۰^{bc}	۰/۰۰
۲	FL	۸۱/۶۱±۷/۵۹^{d}	۷۲/۲۸±۱۲/۸۲^{bcd}	۷۸/۰۰±۱۱/۵۸^{bcd}	۷۶/۵۰±۱۴/۷۷^{cd}	۵۲/۱۲±۲۷/۷۹^{a}	۶۹/۲۱±۱۹/۸۲^{bc}	۶۳/۶۶±۱۰/۲۴^{b}	۱۱۴/۰۳±۲۴/۷۵^{e}	۱۱۳/۰۷±۳۱/۵۷^{e}	۷۱/۵۳±۱۷/۸۵^{bcd}	۰/۰۰
۳	SL	۷۳/۹۶±۷/۲۱	۶۵/۵۷±۱۱/۸۷	۷۱/۱۰±۱۰/۶۷	۶۹/۰۲±۱۳/۴۶	۴۶/۸۲±۲۵/۰۳	۶۲/۸۵±۱۸/۵۳	۵۷/۷۳±۹/۳۳	۱۰۴/۴۹±۲۲/۷۷	۱۰۳/۵۴±۲۹/۳۷	۶۵/۰۶±۱۶/۴۰	–
۴	BH	۱۸/۶۲±۱/۷۷^{c}	۱۴/۰۵±۲/۸۲^{bc}	۱۶/۴۹±۲/۶۰^{d}	۱۴/۵۸±۳/۰۲^{ab}	۱۰/۵۸±۵/۳۵^{c}	۱۳/۴۴±۳/۶۵^{bc}	۱۱/۸۶±۲/۰۰^{a}	۲۳/۵۱±۵/۲۳^{d}	۲۵/۴۰±۸/۱۷^{e}	۱۲/۹۹±۳/۳۳^{bc}	۰/۰۰
۵	HL	۱۸/۹۱±۱/۴۶^{c}	۱۶/۰۱±۲/۵۹^{bc}	۱۷/۱۲±۲/۳۹^{b}	۱۷/۲۸±۲/۹۱^{de}	۱۲/۲۴±۶/۴۱^{e}	۱۵/۳۴±۳/۸۳^{bcd}	۱۴/۶۲±۲/۳۹^{de}	۲۳/۳۸±۵/۰۰^{a}	۲۳/۶۹±۶/۴۷^{a}	۱۶/۱۸±۳/۶۹^{cd}	۰/۰۰
۶	HW	۹/۳۵±۰/۷۱^{f}	۷/۶۴±۱/۳۴^{bcd}	۸/۲۸±۱/۱۷^{bcd}	۸/۴۱±۱/۶۰^{e}	۵/۶۶±۳/۰۸^{cd}	۷/۰۱±۱/۶۶^{a}	۶/۹۸±۱/۰۸^{de}	۱۱/۶۸±۲/۴۱^{abc}	۱۱/۵۷±۳/۳۱^{ab}	۷/۵۸±۱/۵۳^{bcd}	۰/۰۰
۷	SL	۴/۸۲±۰/۵۴^{d}	۴/۰۲±۰/۷۰^{bc}	۴/۴۰±۰/۶۶^{c}	۴/۳۲±۰/۸۴^{c}	۲/۷۶±۱/۵۴^{a}	۳/۸۶±۱/۰۹^{bc}	۳/۳۸±۰/۵۴^{a}	۶/۴۲±۱/۳۶^{cd}	۶/۰۲±۱/۶۸^{ab}	۴/۰۸±۰/۹۱^{cd}	۰/۰۰
۸	ED	۴/۵۷±۰/۳۴^{bc}	۳/۹۳±۰/۴۳^{b}	۴/۶۳±۰/۷۰^{d}	۴/۴۲±۰/۷۶^{cd}	۳/۰۱±۱/۵۳^{bc}	۳/۵۳±۰/۷۴^{a}	۳/۵۶±۰/۵۴^{b}	۵/۶۱±۱/۰۹^{a}	۵/۲۹±۱/۰۸^{a}	۴/۳۸±۰/۶۶^{e}	۰/۰۰
۹	PoL	۱۰/۱۴±۰/۹۸^{f}	۸/۶۱±۱/۴۶^{bc}	۸/۵۵±۱/۱۶^{a}	۸/۷۱±۱/۵۸^{b}	۶/۵۰±۳/۳۸^{df}	۸/۰۳±۲/۱۰^{bc}	۷/۷۰±۱/۳۶^{cd}	۱۱/۹۳±۲/۵۷^{a}	۱۲/۹۷±۳/۵۵^{bc}	۸/۲۷±۱/۹۶^{b}	۰/۰۰
۱۰	EW	۵/۵۵±۰/۵۳^{d}	۴/۷۴±۰/۷۹^{abcd}	۵/۲۷±۰/۷۱^{cd}	۴/۹۵±۰/۹۱^{abc}	۳/۴۰±۱/۹۲^{a}	۴/۶۲±۱/۲۵^{bcd}	۴/۳۲±۰/۶۸^{cd}	۷/۱۷±۱/۳۶^{ab}	۷/۲۷±۱/۸۷^{abc}	۴/۷۱±۰/۹۴^{abcd}	۰/۰۰
۱۱	CL	۱۷/۵۲±۱/۹۶^{a}	۱۶/۷۲±۳/۲۸^{bcd}	۱۷/۴۴±۲/۷۰^{ab}	۱۷/۸۶±۳/۶۰^{cd}	۱۱/۶۴±۵/۸۰^{bc}	۱۶/۲۲±۴/۱۶^{d}	۱۴/۶۹±۲/۲۶^{bcd}	۲۵/۷۹±۵/۵۲^{bcd}	۲۵/۴۹±۶/۳۲^{bcd}	۱۶/۶۶±۴/۲۳^{bcd}	۰/۰۰
۱۲	CH	۷/۸۷±۰/۸۵^{e}	۶/۵۹±۱/۲۸^{cd}	۷/۳۷±۱/۲۵^{de}	۶/۶۹±۱/۳۷^{bc}	۴/۶۲±۲/۵۸^{b}	۶/۱۶±۱/۹۳^{bc}	۵/۱۳±۰/۹۷^{a}	۹/۶۳±۲/۰۶^{b}	۱۰/۴۲±۳/۱۱^{d}	۶/۲۲±۱/۵۵^{b}	۰/۰۰
۱۳	PrDL	۴۰/۱۷±۴/۰۷^{e}	۳۴/۳۶±۶/۱۲^{bcd}	۳۷/۲۱±۵/۵۸^{bc}	۳۶/۵۰±۷/۲۱^{cd}	۲۴/۸۳±۱۲/۶۳^{de}	۳۲/۴۷±۹/۳۴^{ab}	۳۰/۰۶±۵/۲۰^{ab}	۵۴/۷۶±۱۲/۱۸^{bcd}	۵۴/۴۹±۱۶/۰۲^{bcd}	۳۳/۳۵±۸/۴۵^{a}	۰/۰۰
۱۴	PoDL	۲۷/۷۴±۳/۱۳^{b}	۲۵/۴۴±۴/۷۲^{cde}	۲۶/۹۱±۴/۳۵^{bc}	۲۶/۱۸±۵/۳۰^{bcd}	۱۷/۳۹±۹/۹۶^{a}	۲۴/۲۳±۷/۰۷^{bcde}	۲۲/۱۵±۳/۵۷^{bcde}	۳۸/۵۳±۱۳/۰۳^{de}	۴۰/۲۹±۱۱/۶۳^{e}	۲۵/۰۴±۶/۴۴^{bcde}	۰/۰۰
۱۵	PrAL	۴۹/۷۷±۴/۷۸^{b}	۴۲/۴۹±۷/۵۴^{a}	۴۵/۷۷±۷/۱۷^{a}	۴۶/۰۳±۸/۸۵^{b}	۳۰/۸۳±۱۶/۷۵^{a}	۴۰/۹۸±۱۲/۴۳^{a}	۳۷/۸۰±۶/۶۶^{a}	۶۹/۴۶±۱۵/۶۰^{b}	۶۷/۸۵±۲۰/۷۲^{a}	۴۳/۵۶±۱۱/۲۹^{b}	۰/۰۰
۱۶	DB	۷/۶۰±۰/۸۱^{ab}	۶/۶۲±۱/۲۷^{a}	۸/۲۷±۱/۲۵^{e}	۷/۳۱±۱/۳۴^{bc}	۵/۲۹±۲/۸۲^{cd}	۶/۵۹±۲/۰۳^{ab}	۵/۸۴±۱/۰۱^{a}	۱۱/۳۲±۲/۵۵^{cde}	۱۱/۵۵±۳/۴۲^{de}	۷/۲۹±۱/۹۵^{cde}	۰/۰۰
۱۷	DH	۱۳/۲۵±۱/۰۶^{b}	۱۱/۹۹±۱/۹۹^{b}	۱۳/۷۳±۲/۰۰^{cd}	۱۲/۸۵±۲/۳۱^{bc}	۹/۲۸±۴/۷۱^{d}	۱۱/۷۵±۳/۱۴^{bc}	۱۰/۵۵±۱/۶۸^{b}	۱۷/۲۶±۳/۲۳^{a}	۱۸/۳۸±۴/۱۴^{b}	۱۲/۱۷±۲/۶۹^{bc}	۰/۰۰
۱۸	AB	۸/۶۰±۱/۰۱^{a}	۷/۷۹±۱/۵۷^{a}	۱۰/۱۴±۱/۶۱^{d}	۷/۹۵±۱/۵۹^{a}	۶/۳۹±۲/۸۹^{b}	۷/۸۲±۲/۶۷^{a}	۷/۰۴±۱/۲۰^{a}	۱۱/۹۰±۲/۸۵^{a}	۱۲/۸۴±۳/۵۳^{b}	۷/۸۷±۲/۰۴^{a}	۰/۰۰
۱۹	AH	۱۰/۶۱±۰/۸۴^{b}	۹/۹۱±۱/۸۳^{bcd}	۱۰/۵۳±۱/۴۲^{bcd}	۱۰/۵۲±۲/۰۳^{cd}	۷/۴۴±۳/۴۳^{e}	۹/۶۳±۲/۳۷^{cde}	۸/۶۰±۱/۳۷^{bc}	۱۳/۷۵±۲/۶۴^{a}	۱۴/۸۳±۳/۷۴^{bc}	۱۰/۰۴±۱/۹۶^{de}	۰/۰۰
۲۰	VL	۱۰/۳۶±۱/۱۰^{bc}	۹/۵۸±۲/۰۰^{cd}	۱۰/۴۹±۱/۶۱^{d}	۹/۹۹±۲/۱۹^{bcd}	۷/۴۴±۲/۷۸^{bc}	۹/۰۳±۲/۸۶^{bcd}	۷/۸۲±۱/۳۵^{a}	۱۴/۲۵±۲/۹۱^{ab}	۱۴/۸۸±۳/۶۹^{d}	۹/۴۲±۲/۲۲^{cd}	۰/۰۰
۲۱	PL	۱۳/۲۵±۱/۲۶^{bc}	۱۲/۳۰±۲/۲۸^{d}	۱۳/۳۳±۱/۹۹^{d}	۱۲/۷۷±۲/۵۹^{cd}	۸/۹۰±۴/۶۱^{d}	۱۱/۶۴±۳/۴۸^{cd}	۱۰/۱۹±۱/۷۱^{ab}	۱۷/۶۷±۳/۵۹^{a}	۱۸/۳۷±۴/۸۶^{bcd}	۱۲/۱۹±۲/۹۴^{d}	۰/۰۰
۲۲	P-VL	۱۸/۴۶±۲/۲۶^{de}	۱۵/۸۷±۳/۲۴^{bcd}	۱۶/۶۳±۲/۷۱^{ab}	۱۶/۴۶±۳/۱۷^{abc}	۱۰/۹۲±۵/۸۹^{a}	۱۵/۴۶±۵/۰۸^{bcde}	۱۳/۸۴±۲/۴۰^{abc}	۲۶/۱۰±۵/۱۰^{e}	۲۷/۳۸±۹/۴۰^{f}	۱۶/۱۱±۴/۲۸^{cde}	۰/۰۰

نکته: مقایسه بین جمعیت‌ها با استفاده از مقادیر اندازشی استاندارد شده نسبت طول استاندارد انجام شد ولی داده‌های جدول (Mean±SD) مربوط به مقادیر اصلاح نشده و خام می‌باشد.

صفات شمارشی: از میان ۱۴ صفت شمارشی مورد بررسی نیز ۱۳ صفت در بین جمعیت‌ها دارای اختلاف معنی‌دار هستند (p<۰/۰۱) و تنها صفت تعداد شعاع سخت باله مخرجی در بین جمعیت‌ها اختلاف معنی‌دار در بین جمعیت‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری نشان نداد (p>۰/۰۵) (جدول ۹). در بررسی نتایج تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA)، تعداد ۱۴ عامل اصلی استخراج شد که از بین آن‌ها یک عامل (PC) بالاتر از خط برش جولیف قرار داشت (شکل ۶، جدول ۷) و ۷۴/۶۰ درصد واریانس را به خود اختصاص داد. به‌منظور بررسی تفاوت شکلی بین جمعیت‌های مورد مطالعه، نمودار پراکنش جمعیت‌ها براساس دو مؤلفه اصلی اول و دوم (PC1 و PC2) که به‌ترتیب ۷۴/۶۰ و ۱۱/۹۳ درصد واریانس‌ها را به خود اختصاص داده‌اند، ترسیم شد (شکل ۷). مطابق گروه‌بندی ارائه شده، جمعیت خرسان، سپیدار و ایوان عباسی به خوبی از یکدیگر و از سایر جمعیت‌ها جدا شده است و سایر جمعیت‌ها دارای همپوشانی با یکدیگر هستند. همچنین مطابق نتایج ارائه شده در جدول ۸، صفاتی که دارای نقش مهمی در گروه‌بندی جمعیت‌ها در طول مؤلفه اول هستند شامل تعداد شعاع نرم باله مخرجی، تعدا شعاع باله سینه‌ای، تعداد فلس خط جانبی، تعداد فلس دور ساقه دمی و تعداد فلس پیش باله پشتی می‌باشند.

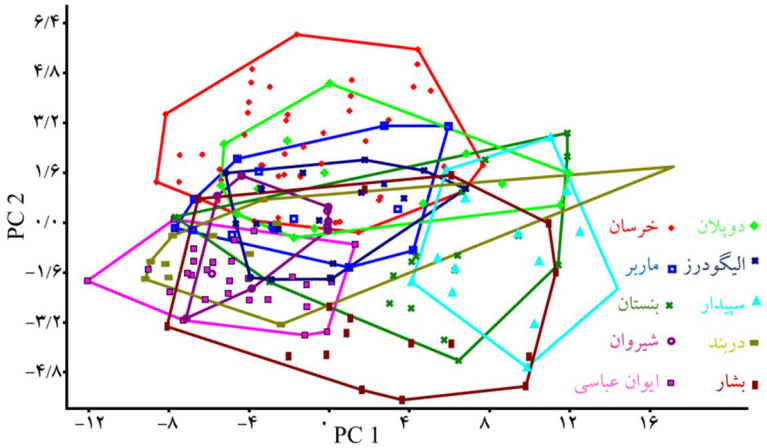
جدول ۷: مقادیر ویژه و واریانس سه مؤلفه اصلی اول حاصل از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) صفات شمارشی

مؤلفه‌ها (PCs)	مقادیر ویژه	واریانس درصد
مؤلفه اول (PC1)	۳۳/۶۹	۷۴/۶۰
مؤلفه دوم (PC2)	۵/۳۹	۱۱/۹۳
مجموع		۸۶/۵۳



شکل ۶: نمودار نقطه‌ای مؤلفه‌های اصلی و نمایش نقطه برش خط جولیف (خط قرمزرنگ) که نشان‌دهنده مرز مؤلفه‌های اصلی صفات شمارشی معنی‌دار است.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-11-04]



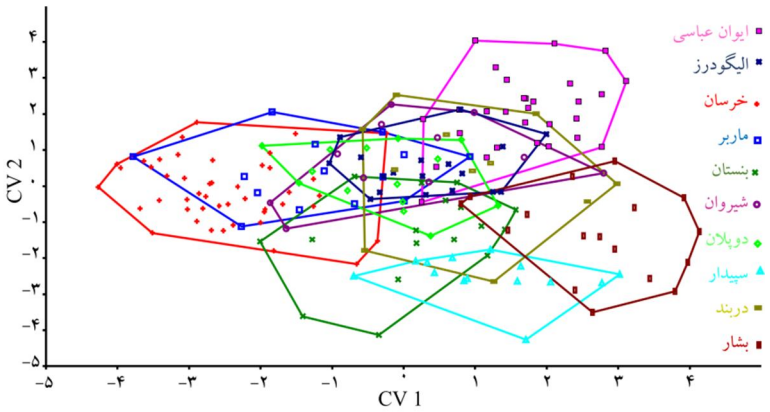
شکل ۷: نمودار نتایج آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) صفات شمارشی در جمعیت‌های شاه کولی جنوبی (*A. mossulensis*)

جدول ۸: سهم صفات شمارشی در هر یک مؤلفه‌های اصلی اول و دوم

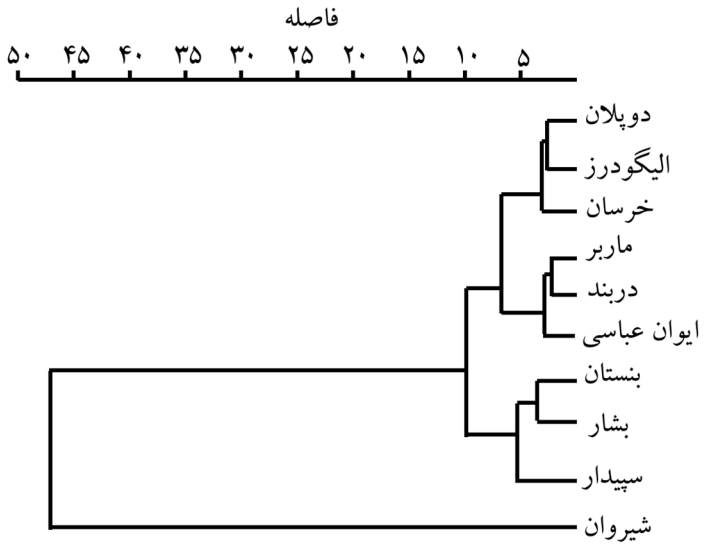
C	V	P	A2	A1	D2	D1	
۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۵۵	−۰/۰۲۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	PC 1
−۰/۰۰۷	−۰/۰۲۸	−۰/۱۳۶	−۰/۱۶۲	۰/۰۰۱	−۰/۰۱۹	۰/۰۰۳	PC 2
ArchSp	KeelScale	PrDS	CSc	Do LL	Up LL	LL	
۰/۰۰۶	۰/۰۳۵	۰/۱۴۷	۰/۰۸۲	۰/۰۰۸	۰/۰۴۹	۰/۹۸۲	PC 1
−۰/۰۷۸	−۰/۰۰۸	۰/۹۳۷	۰/۱۹۹	۰/۰۵۷	۰/۰۵۲	−۰/۱۵۶	PC 2

ترسیم پراکنش نقطه‌ای جمعیت‌های مورد مطالعه براساس آزمون CVA صفات (۰/۰۱۵۴۲= Wilks lambda، ۹/۹۷۹= f و ۰/۰۰۰>p) نیز نشان می‌دهد که در حال مقایسه دو به دو می‌توان تمایز را این‌گونه بیان کرد که جمعیت خرسان با جمعیت ماربر همپوشانی دارد ولی از سایرین متمایز است، همچنین جمعیت‌های ایوان عباسی، بشار، سپیدار و بنستان از یکدیگر و سایر جمعیت‌ها متفاوت هستند ولی جمعیت‌های الیگودرز، دوپلان، شیروان و در بند با یکدیگر همپوشانی دارند (شکل ۸). در نتایج آنالیز خوشه‌ای (شکل ۹) جمعیت رودخانه شیروان به خوبی از بقیه جمعیت‌ها جدا شده و در گروه جداگانه‌ای قرار گرفته است و سایر جمعیت‌ها نیز تا حدی نسبت به یکدیگر جدا شده‌اند.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-11-04]



شکل ۸: نمودار نتایج تحلیل همبستگی کانونی (CVA) صفات شمارشی در جمعیت‌های شاه کولی جنوبی (*A. mossulensis*)



شکل ۹: نمودار آنالیز خوشه‌بندی جمعیت‌های شاه کولی جنوبی (*A. mossulensis*) بر اساس صفات شمارشی مورد مطالعه

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-11-04]

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-11-04]

جدول ۹- میانگین، انحراف معیار، نتایج آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون دانکن صفات شمارشی در جمعیت‌های شاه کولی جنوبی (*A. mossulensis*) در حوزه رود کارون (تابستان ۱۳۸۸)

	صفت	رود خرسان	رود ماربر	رود ایوان عباسی	رود بنستان	رود شیروان	رود دوپلان	رود الیگودرز	رود سپیدار	رود دربند	رود بشار	p
۱	W	۷/۸۹±۲/۳۴^{b}	۴/۶۸±۲/۷۴^{ab}	۵/۶۶±۲/۰۴^{ab}	۵/۰۸±۳/۰۴^{ab}	۲/۸۸±۳/۱۸^{a}	۴/۱۹±۳/۷۸^{ab}	۲/۸۹±۱/۶۴^{a}	۲۰/۰۴±۱۱/۹۴^{c}	۲۲/۴۲±۱۵/۹۰^{c}	۳/۸۷±۳/۲۸^{ab}	۰/۰۰
۲	D1	۳/۰۰±۰/۰^{a}	۳/۰۰±۰/۰۰^{b}	۳/۰۰±۰/۰۰^{b}	۳/۰±۰/۰^{b}	۳/۰±۰/۰^{b}	۳/۰±۰/۰^{b}	۳/۰±۰/۰^{b}	۳/۰±۰/۰^{b}	۲/۵۵±۰/۵۲^{a}	۳/۰±۰/۰^{b}	۰/۰۰
۳	D2	۷/۷۸±۰/۴۲^{a}	۷/۷۱±۰/۴۷^{a}	۷/۸۷±۰/۳۵^{ab}	۸/۱۲±۰/۳۳^{b}	۷/۸۲±۰/۴۰^{a}	۷/۹۳±۰/۲۷^{ab}	۸/۱۱±۰/۳۲^{b}	۸/۰±۰/۳۸^{ab}	۸/۰±۰/۰^{ab}	۷/۸۸±۰/۳۳^{ab}	۰/۰۰
۴	A1	۳/۰±۰/۰^{b}	۳/۰۰±۰/۰۰^{b}	۳/۰۰±۰/۰۰^{b}	۳/۰±۰/۰^{b}	۳/۰±۰/۰^{b}	۳/۰±۰/۰^{b}	۳/۰±۰/۰^{b}	۳/۰±۰/۰^{b}	۲/۹۱±۰/۳۰^{a}	۳/۰±۰/۰^{b}	۰/۰۵۲
۵	A2	۹/۶۱±۰/۷۱^{a}	۹/۷۹±۰/۷۰^{a}	۱۱/۴۰±۰/۹۳^{d}	۱۰/۱۲±۰/۷۰^{ab}	۱۰/۹۱±۰/۹۴^{cd}	۱۰/۶۴±۰/۵۰^{bc}	۱۰/۶۷±۰/۶۹^{bc}	۹/۸۷±۰/۷۴^{a}	۱۰/۶۴±۰/۵۰^{bc}	۱۰/۴۷±۰/۷۲^{bc}	۰/۰۰
۶	P	۱۳/۷۴±۰/۷۱^{ab}	۱۲/۳۶±۰/۵۰^{a}	۱۴/۶۰±۰/۷۲^{cd}	۱۴/۰۰±۰/۷۹^{b}	۱۴/۰۹±۰/۸۳^{bc}	۱۵/۰±۰/۷۸^{de}	۱۴/۹۴±۰/۶۴^{de}	۱۵/۴۷±۰/۸۳^{e}	۱۴/۲۷±۱/۱۰^{bc}	۱۶/۰۶±۱/۰۹^{f}	۰/۰۰
۷	V	۷/۹۶±۰/۲۱^{a}	۸/۲۹±۰/۴۷^{abc}	۸/۴۰±۰/۵۰^{bc}	۸/۲۹±۰/۴۷^{abc}	۹/۱۸±۰/۶۰^{ab}	۸/۵۰±۰/۵۲^{bc}	۸/۵۶±۰/۵۱^{c}	۸/۵۲±۰/۵۲^{bc}	۸/۱۸±۰/۴۰^{ab}	۸/۲۹±۰/۴۷^{abc}	۰/۰۰
۸	C	۱۸/۷۸±۰/۴۲^{abc}	۱۸/۷۹±۰/۴۳^{abc}	۱۹/۰۳±۰/۱۸^{c}	۱۹/۰±۰/۰۰^{bc}	۱۸/۵۵±۰/۵۲^{a}	۱۸/۷۹±۰/۴۳^{abc}	۱۸/۹۴±۰/۲۴^{bc}	۱۸/۹۳±۰/۲۶^{bc}	۱۸/۷۳±۰/۴۷^{ab}	۱۸/۸۲±۰/۳۹^{bc}	۰/۰۰
۹	LL	۶۸/۰۴±۳/۹۶^{bc}	۶۷/۹۳±۴/۳۴^{bc}	۶۵/۱۷±۳/۲۵^{ab}	۷۵/۱۲±۴/۸۷^{d}	۶۳/۶۴±۱/۰۳^{a}	۷۰/۷۹±۶/۰۷^{c}	۶۸/۹۴±۳/۳۹^{c}	۷۸/۹۳±۳/۵۳^{e}	۶۳/۸۲±۲/۵۲^{a}	۷۳/۵۹±۵/۰۴^{d}	۰/۰۰
۱۰	UpLL	۱۴/۴۳±۰/۶۵^{de}	۱۲/۵۷±۰/۶۵^{b}	۱۳/۸۶±۰/۸۳^{bc}	۱۴/۰۰±۰/۷۱^{bcd}	۱۴/۶۴±۰/۶۷^{ef}	۱۴/۲۱±۰/۷۰^{cde}	۱۴/۷۲±۰/۵۷^{ef}	۱۵/۰۰±۰/۶۵^{f}	۱۲/۹۱±۰/۷۰^{a}	۱۴/۵۳±۰/۶۲^{ef}	۰/۰۰
۱۱	DoLL	۵/۵۹±۰/۵۰^{cd}	۵/۲۹±۰/۴۷^{abcd}	۴/۹۳±۰/۴۶^{a}	۵/۲۴±۰/۴۴^{abc}	۵/۶۴±۰/۵۰^{d}	۵/۲۹±۰/۴۷^{abcd}	۵/۲۲±۰/۴۳^{abc}	۵/۰۷±۰/۲۶^{ab}	۵/۳۶±۰/۵۰^{bcd}	۵/۲۹±۰/۴۷^{abcd}	۰/۰۰
۱۲	CSc	۲۲/۶۵±۰/۷۹^{e}	۲۱/۲۱±۰/۸۰^{bc}	۲۰/۵۵±۰/۹۵^{a}	۲۲/۳۵±۱/۱۱^{de}	۲۱/۰۹±۰/۷۰^{ab}	۲۱/۷۱±۰/۶۱^{bcd}	۲۱/۶۷±۰/۶۹^{bcd}	۲۲/۳۳±۱/۰۵^{de}	۲۱/۲۷±۱/۰۱^{bc}	۲۱/۸۸±۱/۱۷^{cd}	۰/۰۰
۱۳	PrDS	۳۵/۲۶±۱/۸۳^{e}	۳۳/۵۷±۱/۷۰^{de}	۳۱/۳۸±۰/۹۴^{abc}	۳۳/۱۲±۲/۴۲^{cde}	۳۰/۲۷±۲/۰^{ab}	۳۵/۱۴±۱/۶۱^{e}	۳۳/۸۳±۱/۶۲^{e}	۳۴/۰۷±۲/۲۸^{e}	۳۱/۶۴±۱/۳۶^{bcd}	۲۹/۵۳±۷/۲۹^{a}	۰/۰۰
۱۴	KeelScale	۷/۸۵±۰/۷۶^{ab}	۷/۹۳±۰/۷۳^{ab}	۷/۶۹±۰/۶۰^{ab}	۸/۰۰±۰/۷۹^{ab}	۸/۲۷±۰/۶۵^{b}	۷/۶۴±۰/۷۴^{a}	۷/۷۲±۰/۵۷^{ab}	۸/۲۷±۰/۷۰^{b}	۷/۸۲±۰/۷۵^{ab}	۹/۱۲±۱/۱۷^{c}	۰/۰۰
۱۵	ArchSp	۱۱/۳۵±۰/۷۴^{a}	۱۱/۵۰±۰/۷۶^{a}	۱۲/۵۳±۰/۹۴^{b}	۱۱/۸۲±۰/۶۴^{ab}	۱۱/۵۵±۰/۸۲^{a}	۱۱/۰۷±۰/۷۳^{a}	۱۲/۳۹±۰/۸۵^{b}	۱۱/۲۷±۰/۸۸^{a}	۱۱/۳۶±۳/۳۲^{a}	۱۱/۷۶±۰/۸۳^{ab}	۰/۰۰

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که براساس ۲۱ صفت اندازشی و ۱۴ صفت شمارشی موردنظر، ده جمعیت شاه کولی جنوبی مورد مطالعه در ۲۱ صفت اندازشی و ۱۳ صفت شمارشی (تعداد شعاع سخت باله مخرجی) دارای تفاوت معنی‌داری (p<۰/۰۱) با همدیگر هستند. این نتایج بدین معنا هستند که جمعیت‌های مختلف ماهیان در زیستگاه‌های دارای شرایط زیستی متفاوت، تنوع ریختی بالایی را از خود ارائه می‌دهند (Medeiros and Ramos, 2007; Zamani Faradonbe *et al*., 2015). نتایج بررسی حاضر تغییرات ایجاد شده در شکل بدنی جمعیت‌های شاه‌کولی جنوبی را در حوضه رود کارون اثبات می‌کند که این امر جدایی ریختی وابسته به زیستگاه در جمعیت‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در بسیاری از مطالعات سازگاری به زیستگاه‌های متفاوت را به‌دلیل تفاوت شکل بدن نسبت داده‌اند (Motta *et al*., 1995; Norton *et al*., 1995; Zamani Faradonbe *et al*., 2015).

به‌طور کلی تغییرات شکلی در نواحی سر و دهان و نیز موقعیت چشم‌ها با عمق زیست‌ماهی و نیز رژیم غذایی و منبع اصلی تغذیه ماهی ارتباط مستقیم دارد، به‌طوری که ماهیانی که از مواد موجود در بستر تغذیه می‌کنند، دارای دهانی در موقعیت شکمی و رو به پایین هستند، این در حالی است که ماهیان تغذیه کننده از مواد غذایی موجود در ستون آب دارای دهان انتهایی و ماهیان تغذیه کننده از مواد سطح آب دارای دهان رو به بالا هستند. موقعیت و اندازه باله‌های بدن، ارتفاع بدن، طول و ارتفاع ساقه دمی، اندازه و ارتفاع سر نیز در پیش‌بینی و توصیف شرایط زیستگاه ماهیان نقش بسزایی دارد، به‌طوری‌که تفاوت در سرعت جریان و عمق آب موجب ایجاد تغییرات در این پارامتر می‌شود (Motta *et al*., 1995; Norton *et al*., 1995; Abbasi *et al*., 2014; Zamani Faradonbe *et al*., 2015). انعطاف‌پذیری ریختی مشاهده شده بین جمعیت‌های مختلف شاه‌کولی جنوبی احتمالاً به‌واسطه فرآیند سازگاری در مدت طولانی جدایی جمعیت بوده است، چرا که کارایی فرآیند انعطاف‌پذیری ریختی به‌واسطه تغییر سریع شرایط محیطی رودخانه ممکن است پاسخ مناسب و سریعی ارائه ندهد (Ruehl and DeWitt, 2005).

در بررسی ساختار ژنتیکی شاه‌کولی جنوبی (*A. mossulensis*) در حوضه دجله شامل رودخانه‌های کنجان‌چم، کشگان، دورود، دوپلان و داوود عرب با استفاده از چهار جایگاه ریزماهواره، مشاهده شده است که تمایز ژنتیکی بین جمعیت‌های این‌گونه در پنج رودخانه مورد مطالعه در حوضه دجله اندک ولی معنی‌دار می‌باشد (Shafee *et al*., 2013; Dorafshan *et al*., 2014).

همان‌طور که نتایج این تحقیق نشان می‌دهند شاه‌کولی جنوبی یک گونه دارای قابلیت انعطاف‌پذیری بدنی بالا می‌باشد که قادر است در زیستگاه‌ها و نواحی جغرافیایی مختلف ساکن شود. انعطاف‌پذیری ریختی امکان بقای جمعیت‌های یک گونه را در محیط‌های متنوع تسهیل کرده و

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-11-04]

می‌تواند به‌واسطه پاسخ تکاملی در راستای بهره‌برداری از منابع محیطی سبب تفکیک جمعیت‌ها گردد (Chapman *et al*., 2008; Esmaeilzadegan *et al*., 2013; Keivany *et al.* 2015). در این بین شکل بدن و موقعیت باله‌ها از جمله پارامترهای ریختی مهم در ماهیان ساکن آب‌های جاری می‌باشد که به جایگاه استقرار در زیستگاه و بهره‌برداری از منابع زیستگاهی مرتبط می‌گردد (Chuang *et al*., 2006).

با توجه به نتایج و ترسیم نمودار حاصل از آزمون مؤلفه‌های اصلی (PCA) و تحلیل متغیرهای کانونی (MANOVA/CVA) صفات شمارشی و اندازشی جمعیت‌های رودخانه‌های خرسان، ایوان عباسی، ماربر، دربند، بشار و سپیدار دارای تفاوت هستند و کمترین میزان همپوشانی را با یکدیگر دارند. توضیح عوامل و علت‌های ایجاد تفاوت‌های ریختی میان جمعیت‌ها بسیار دشوار است. به‌طور کلی صفت‌های ریختی تحت کنترل و در کنش با دو عامل شرایط محیطی و ژنتیکی می‌باشد (Swain and Holtby., 1989). در طول مراحل اولیه نمو ماهیان ویژگی‌های محیطی و زیستگاه دارای اثرات مهمی بر ماهیان هستند و ماهیان دارای سنین کم و چثه کوچک به تغییرات شرایط محیطی بسیار حساس هستند. معمولاً ماهیانی که در دوران اولیه زندگی دارای شرایط محیطی مشابه هستند از لحاظ ریختی وضعیت مشابهی دارند (Pinheiro *et al*., 2005).

تفاوت‌های ریختی بین جمعیت‌های مورد مطالعه نشان‌دهنده تفاوت در ویژگی‌های زیستگاه‌هایی است که این جمعیت‌ها در آن ساکن هستند می‌باشد، که در مسیر تاریخ تکاملی آن‌ها حاصل شده است (Bertrand *et al*., 2008; Antonucci *et al*., 2009; Haghighy *et al*., 2013). بنابراین هنگامی که جمعیت‌های مختلف یک گونه تحت تأثیر انتخاب جهت‌دار قرار می‌گیرند، به‌علت تغییر شرایط زیستگاه یا مهاجرت به زیستگاه جدید، به‌واسطه فرایند انعطاف‌پذیری ریختی قادر هستند که شانس پایداری خود را در زیستگاه‌های جدید افزایش دهند (Torres-Dowdall *et al*., 2012). بنابراین با توجه به این‌که صفات ریختی بیشتر تحت تأثیر عوامل بوم‌شناختی قرار دارند و به‌صورت بارزتری تفاوت‌های زیستگاهی و اختلاف ریختی در سطح جمعیت را نشان می‌دهند و می‌توان این چنین بیان کرد که صفات اندازشی و شمارشی می‌توانند تا حدود زیادی جمعیت‌های مورد مطالعه را از یکدیگر تفکیک کنند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود برای مطالعه دقیق‌تر و قابل استنادتر تفکیک جمعیت‌های شاه‌کولی جنوبی *A. mossulensis* از روش‌های مولکولی و ژنتیکی استفاده شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری صمیمانه کارشناس محترم آزمایشگاه شیلات دانشگاه صنعتی اصفهان، آقای مهندس سعید اسدالله و آقایان مهندس ابوالفضل روزدار، مهندس منوچهر نصری و مهندس علی نظام‌الاسلامی جهت همکاری در نمونه‌برداری و کارهای آزمایشگاهی، تشکر و قدردانی می‌شود. هزینه

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-11-04]

انجام این پژوهش از بودجه طرح پژوهشی ملی "مطالعه و تهیه اطلس ماهیان آب‌های داخلی ایران" منعقده بین دانشگاه صنعتی اصفهان و سازمان حفاظت محیط زیست ایران به شماره ۱۱۰۲۳ تأمین شده است.

منابع

Abbasi M., Mosavi sabet H., Bani A., Heidari A. 2014. Morphometric and Meristic Comparison of *Esox lucius* (Linnaeus, 1785) in Anzali and Amirkelayeh wetlands in Southern Caspian Sea basin. Journal of Applied Ichthyological Research, 1(4): 39-52.

Abdoli A. 1994. Ecology of fishes in Sarab Rud and Chalus Rivers in Mazandaran pronince. MScthesis, Faculity of Natural Resources, Tehran University.

Abdoli A. 2000. The Inland Water Fishes of Iran. Iranian Museum of Nature and Wildlife, Tehran, 378P. (In Persian).

Antonucci F., Costa C., Aguzzi J., Cataudella S. 2009. Ecomorphology of morpho-functional relationships in the family of Sparidae: A quantitative statistic approach. Journal of morphology, 270(7): 843-55.

Bagenal T. 1978. Method for assessment of fish production in freshwater, Blackwell scientific, 365P.

Bakhoum S.A. 1994. Comparative study on length-weight relationship and condition factor of the genus *Oreochromis* sp. in polluted and non-polluted parts of Lake Mariut Egypt. Bulletin of the National Institute of Oceanography and Fisheries, 20(1): 201-210.

Bertrand M., Marcogliese D.J., Magnan P. 2008. Trophic polymorphism in brook charr revealed by diet, parasites and morphometrics. Journal of Fish Biology. 72(3): 555-572.

Chapman L., Albert J., Galis F. 2008. Developmental plasticity, genetic differentiation, and hypoxia-induced trade-offs in an African cichlid fish. The Open Evolution Journal, 2: 75-88.

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): 114-23.

Coad B.W. 2016, Freshwater fishes of Iran, www.briancoad.com.

Dorafshan S., Shafee Z., Keivany Y. 2014. A study on genetic differentiation in two species of Iranian bleaks, (*Alburnus mossulensis*) and (*Alburnus caeruleus*) (Teleostei, Cyprinidae) using simple sequence repeats. Caspian Journal of Environmental Sciences, 12(2): 197-204.

Esmaeilzadegan E., Eagderi S., Pirbeigi A., Nedaei S. 2013. Impacts of Tarik dam (Sefidrud River) on the body shape of Riffle minnows *Alburnoides eichwaldi*

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-11-04]

(De Filippi, 1863) using the geometric morphometric method. Journal of Applied Ichthyological Research, 1(2): 39-46. (In persian).

Haghighy E., Sattari M., Dorafshan S., Keivany Y., Khoshkholgh M.R., Mousavi S.H. 2013. A Comparison of the morphological characteristics of Spirlin, (Cyprinidae: *Alburnoides echiwaldii*) in Karganrud and Chalus Rivers using Truss Network System. Journal of Applied Ichthyological Research, 1(1): 41-52. (In persian).

Keivany Y. 2008. A summary of phylogenetic fish systematics. Isfahan University of Technology Press. (In persian).

Keivany Y., Nasri M., Abbasi K., Abdoli A. 2016. Atlas of inland water fishes of Iran. Iran Department of Environment Press. 220p. (In persian).

Keivany Y., Nezamoleslami A., Dorafshan S. 2015. Morphological diversity of *Garra rufa* (Heckel, 1843) populations in Iran. Iranian Journal of Ichthyology, 2(3): 148-154.

Kuliev Z.M. 1984. On the variability of morphometric characters in the Caspian roach, *Rutilus rutilus* caspicus (Yakovlev), Vopr Ikhtiol, 24(6): 935-945.

Medeiros P.R.D., Ramos R.T.D.C. 2007. Predicting ecomorphological patterns from morphology of a tropical estuarine fish assemblage. Biociências: 15(1).

Motta P.J., Norton S.F., Luczkovich J.J. 1995. Perspective on the ecomorphology of bony fish. Environmental Biology of Fish, 44: 11-20.

Nicieza A.G. 1995. Morpholocal variation between geographically disjunct populations of Atlantic salmon: the effect of antogeny and habitat shift. Functional Ecology, 9: 448-456.

Norton S.F., Luczkovich J.J., Motta P.J. 1995. The role of ecomorphological studies in the comparative biology of fish. Environmental Biology of Fish, 44: 284-304.

Pinheiro A., Teixeira C.M., Rego A.L., Marques J.F., Cabral H.N. 2005. Genetic and morphological variation of *Solea lascaris* (Risso, 1810) along the Portugese coast. Fisheries Research. 73: 67-78.

Ruehl C.B., DeWitt T.J. 2005. Trophic plasticity and fine-grained resource variation in populations of western mosquitofish, *Gambusia affinis*. Evolutionary Ecology Research, 7(6): 801-819.

Sagnes P., Gaudin, P., Statzner, B. 1997. Shift in morphometrics and their relation to hydrodynamic potential and habitat use during grayling ontogenesis. Journal of Fish Biology, 50: 846-858.

Swain D.P., Holtby L.B. 1989. Differences in morphology and behavior between juvenile coho salmon *Oncorhynchus kisutch* rearing in a lake and in its tributary stream. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 46(8): 1406-1414.

Torres-Dowdall J., Handelsman C.A., Reznick D.N., Ghalambor C.K. 2012. Local adaptation and the evolution of phenotypic plasticity in Trinidadian guppies (*Poecilia reticulata*). Evolution, 66(11): 3432-3443.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-11-04]

Turan C. 2004. Stock identification of Mediterranean Horse Mackerel (*Trachurus mediterraneus*) using Morphometric and Meristic Characters. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil, 61: 774-781.

Zamani Faradonbe M., Eagderi S., Poorbagher H., Shahbazi Naserabad S. 2015. Ecomorphology of Kura Barbel (*Barbus cyri*, De Filippi, 1865) in Sefidrud River Basin. Journal of Aquatic Ecology, 5(1): 33-24.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2025-11-04]