



علوم محیطی

علوم محیطی ۱۰، زمستان ۱۳۸۴
ENVIRONMENTAL SCIENCES 10, Winter 2006

۲۱-۳۴

تنوع ریختی میان جمعیتی ماهی شاهکولی *Chalcalburnus chalcoides* (Gueldenstaedt, 1772) در رودخانه های هراز و گزافرود

حسین رحمانی

دکترای شیلات، استادیار مجتمع آموزش عالی منابع طبیعی و علوم کشاورزی ساری

بهرام حسن زاده کیابی

دکترای آبیاری و حیات وحش، دانشیار دانشکده علوم، دانشگاه شهید بهشتی

Inter-Population Morphological Diversity in *Chalcalburnus chalcoides* (Gueldenstaedt, 1772) in Haraz and Gazafrud Rivers

Hossein Rahmani, Ph.D.

Assistan Professor, Higher Education Institute of Agricultural Science and Natural Resources of Sari

Bahram Hassanzadeh Kiabi, Ph.D.

Associate Professor, Faculty of Science, Shahid Beheshti University

Abstract

A study was conducted to determine suitable characters for separating 2 Shemaya (*Chalcalburnus chalcoides*) populations of Haraz and Gazafrud Rivers in spring 2004. Using cast net, 73 specimens were collected in 2 rivers (i.e.: 35 in Gazafrud vs. 38 in Haraz). 27 morphometric characters, 11 meristic characters and 20 proportional morphometric characters were used. PCA in SPSS software was used to determine the best separating (isolating) characters of populations and its separation distance. For morphometric characters, 8 factors with about 77/2 % of character diversity within individuals were selected including: total length, fork length, body depth, head length and premaxilla length. In the case of meristic characters, four factors with 70/75 % of diversity of characters within individuals were selected including: caudal peduncle scales, scale rows above lateral line and gill rakers (anterior). As far as proportional morphometric character are concerned, seven factors with 81% of character diversity within individuals were selected including 1 character. The results showed while morphometric as well as proportional morphometric characters were useful for population separation, the meristic characters could not separate the populations.

Key words: Morphometric, Meristic, Shemaya (*Chalcalburnus chalcoides*), Haraz and Gazafrud rivers.

چکیده

به منظور تعیین صفات مناسب جهت جداسازی جمعیت‌های شاه کولی *Chalcalburnus chalcoides* در دو رودخانه هراز و گزافرود، در بهار ۱۳۸۳ مطالعه‌ای صورت گرفت. ۷۰ نمونه ماهی از رودخانه‌های هراز (۳۸ نمونه) و گزافرود (۳۵ نمونه) با استفاده از تور سالیک صید گردید. در این مطالعه ۲۷ صفت ریخت سنجی مطلق (absolute morphometric characters) و ۲۰ صفت ریخت سنجی نسبی (relative morphometric characters) و ۱۰ صفت شمارشی (merestic characters) مورد بررسی قرار گرفت. با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) بهترین صفات جدا کننده جمعیت‌ها و میزان جدایی جمعیت‌ها مشخص شد. در مورد صفات ریخت سنجی ۸ فاکتور با حدود ۷۷/۲ درصد تنوع صفات بین افراد انتخاب شد که شامل صفاتی نظیر طول کل، طول فورک، ارتفاع بدن، طول سر و طول پیش فک می‌باشند. در مورد صفات شمارشی ۴ عامل با حدود ۷۱/۷۵ درصد تنوع صفات بین افراد انتخاب شد که شامل صفات فلس‌های ساقه دم، خارهای آبشی داخلی، و فلس‌های بالای خط جانبی می‌باشند. در مورد صفات نسبی ریخت سنجی ۷ فاکتور با حدود ۸۱ درصد تنوع صفات بین افراد انتخاب شد که شامل ۱ صفت نسبی می‌باشند. نتایج به دست آمده در این پژوهش نشان داد که صفات ریخت سنجی و ریخت سنجی نسبی برای جدایی جمعیت‌ها مناسب‌تر است، در حالی که صفات شمارشی در بین جمعیت‌ها دارای همپوشانی زیادی است.

کلیدواژه‌ها: رودخانه هراز، رودخانه گزافرود، صفات ریخت شناسی، شاه کولی (*Chalcalburnus chalcoides*).

مقدمه

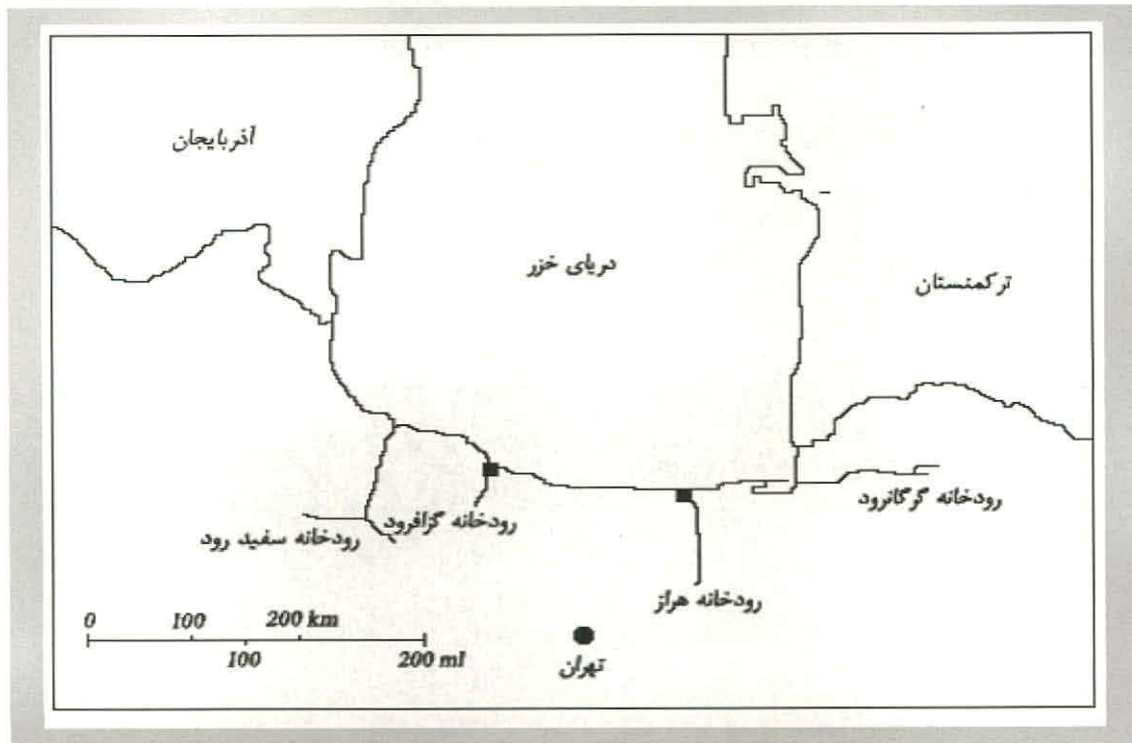
بررسی ماهیان در اکوسیستم‌های آبی از لحاظ تکاملی، بوم‌شناسی، رفتارشناسی، حفاظت، مدیریت منابع آبی، بهره‌برداری ذخایر و پرورش ماهی حائز اهمیت است (Lagler *et al.*, 1962). در مطالعه این اکوسیستم‌ها، قبل از هر چیزی ماهیان آن باید مورد بررسی قرار گیرند (Bagenal, 1978). فراوانی یک جمعیت به دلیل تغییراتی که در احتمال بقاء و موفقیت تولید مثلی هر ماهی رخ می‌دهد، تغییر می‌کند. یک حوزه آبریز ممکن است دارای چندین جمعیت از یک گونه باشد. برای شناسایی جمعیت‌های مختلف یک گونه روش‌های متفاوتی وجود دارد که یکی از آنها بررسی صفات قابل اندازه‌گیری و صفات قابل شمارش می‌باشد (پارسا، ۱۳۷۸). بنابراین، با مطالعه صفات ریخت‌شناسی و شمارشی هر یک از ماهیان و به کارگیری روش‌های آماری می‌توان تعدادی از صفات ریخت‌شناختی شاخص یک جمعیت را به دست آورد (Wootton, 1991). با وجود اکوسیستم‌های آبی متعدد در کشور، تاکنون مطالعات کمی روی سیستماتیک، زیست‌شناسی و بوم‌شناسی ماهیان صورت گرفته است و این در حالی است که در مورد زیرگونه‌ها و جمعیت‌های ماهیان آب‌های داخلی و دریایی ایران، ابهامات زیادی وجود دارد (عباسی و همکاران، ۱۳۸۳). ماهی شاه‌کولی *Chalcalburnus chalcoides* (Gueldenstaedt, 1772) از گونه‌های بتوپلاژیک است و در آب‌های لب‌شور و شیرین زندگی می‌کند. این ماهی برای تولیدمثل به رودخانه مهاجرت می‌کند (Slastenenko, 1955). این گونه در اکوسیستم‌های آبی حوزه دریای خزر، آرال و سیاه، دارای دامنه پراکنش وسیعی است (Bogutskaya, 1997). این گونه بر اساس طبقه‌بندی IUCN (International Union for Conservation of Natural Resources) از گونه‌های در معرض تهدید بوده و در سال‌های اخیر، ذخایر آن در دریای خزر کاهش محسوسی داشته است (Kiabi *et al.*, 1999).

تاکنون، در مورد ویژگی‌های ریخت‌شناختی ماهی شاه‌کولی در حوزه جنوبی دریای خزر، مطالعات کمی صورت گرفته است (Holecik & Olah, 1992; Abdurahmanov, 1975; Berg, 1949). در سال‌های اخیر، Coad (1999) چهار زیرگونه از این گونه را در حوزه جنوبی دریای خزر شناسایی نموده است. کریمپور و همکاران (۱۳۷۲) بر روی شاه‌کولی‌های تالاب انزلی، خوال (۱۳۷۶) بر روی مهاجرت آن در رودخانه سفیدرود و محسن زاده و بهادری (۱۳۸۰)، سن، رشد و تولیدمثل این گونه را در رودخانه گرگانرود، مورد مطالعه قرار دادند. هدف از این مطالعه، مقایسه صفات قابل اندازه‌گیری و صفات قابل شمارش ماهی شاه‌کولی در رودخانه هراز و رودخانه گزافرود و تعیین صفات مناسب برای جداسازی جمعیت‌ها در این دو رودخانه است.

مواد و روش‌ها

۷۰ نمونه شاه‌کولی در اردیبهشت ۱۳۸۳ از رودخانه‌های هراز و گزافرود در جنوب دریای خزر بوسیله تور سالیک با چشمه ۱۰ میلی‌متر (گره تا گره مجاور) صید شدند. مناطق نمونه‌برداری از نظر جغرافیایی با فاصله نسبتاً زیادی از یکدیگر قرار دارند و از نظر برخی ویژگی‌ها، مانند جنس بستر، پوشش گیاهی حاشیه رودخانه، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و در مجموع از نظر بوم‌شناختی، دو رودخانه کاملاً از یکدیگر متمایز می‌باشند (شکل ۱) (روشن طبری، ۱۳۷۵).

نمونه‌های صید شده در محلول فرمالین ۱۰ درصد فیکس شدند. سپس با استفاده از روش‌های معمول و استاندارد (Berg, 1949) ۲۷ صفت ریخت‌سنجی مطلق بوسیله کولیس با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و ۱۱ صفت شمارشی نیز شمارش شدند. قبل از تجزیه و تحلیل داده‌های ریخت‌سنجی توسط فرمول بیچام (Beacham, 1985) استاندارد شدند. استاندارد کردن داده‌های ریخت‌سنجی، تغییرات حاصل از رشد آلومتریک را کاهش



شکل ۱- نقشه موقعیت رودخانه های هراز و گزافروود.

برای مقایسه میانگین صفات از آزمون تست t در سطح ۵ درصد و برای نشان دادن تمایز جمعیت‌ها در مناطق نمونه‌برداری و تعیین صفت مناسب برای جداسازی جمعیت‌ها از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی PCA (Principal Component Analysis) در نرم افزار SPSS تحت ویندوز ویرایش ۱۰/۵ استفاده شده است (Kuliev, 1988).

نتایج

ضریب تغییرات به دست آمده برای صفات شمارشی، صفات ریخت سنجی مطلق و ریخت سنجی نسبی در مناطق نمونه برداری همواره کمتر از ۲۵ درصد بوده و نشان می‌دهد که خطای حاصل از ابزار اندازه گیری و شخص آزمایش کننده پایین می‌باشد و بین ضریب تغییرات جمعیت‌ها اختلاف چندانی وجود ندارد. جدول آنالیز واریانس و آزمون تست t نشان داد که، از بین صفات شمارشی، فقط تعداد شعاع باله سینه‌ای در

خواهد داد (Karakousis, 1991).

$$M_t = M_0 \left(\frac{L}{L_0} \right)^b$$

M_T : مقادیر استاندارد شده صفات.

M_0 : طول صفات مشاهده شده.

L : میانگین طول استاندارد برای کل نمونه و برای همه مناطق.

L_0 : طول استاندارد هر نمونه.

b : ضریب رگرسیونی بین $\log M_0$ و $\log L_0$ برای هر منطقه.

میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات کلی صفات ریخت سنجی، شمارشی و صفات نسبی ریخت سنجی مطابق وان والن (Van valen, 1978) محاسبه شدند.

$$C.V_p = 100 \sqrt{\frac{\sum S^2}{\sum X^2}}$$

S^2 : واریانس صفت مورد مطالعه.

X^2 : مربع میانگین همان صفت مورد مطالعه.

جدول ۱- فراوانی، میانگین و انحراف معیار صفات شمارشی شاه کولی در دو رودخانه هراز و گزافروند.

صفت شمارشی	میانگین		انحراف معیار														
شعاع باله پستی	۷	۸	۹	۱۰													
رودخانه هراز	۱	۳۶	۱	-													
رودخانه گزافروند	-	۳۵	-	-													
شعاع باله مخرجی	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶													
رودخانه هراز	۳	۲۳	۱۱	۱													
رودخانه گزافروند	۶	۲۷	۱۲	-													
شعاع باله سینه‌ای	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴											
رودخانه هراز	۱	۱۰	۱۳	۱۱	۳	-											
رودخانه گزافروند	-	-	۴	۱۲	۱۷	۲											
شعاع باله شکمی	۸																
رودخانه هراز	۳۸																
رودخانه گزافروند	۳۵																
فلسه‌های خط جانبی	۵۴	۵۵	۵۶	۵۷	۵۸	۵۹	۶۰	۶۱	۶۲	۶۳	۶۴	۶۵	۶۶				
رودخانه هراز	-	-	۱	۱	-	۳	۶	۷	۵	۱۰	۴	-	۱	۶۱/۵۵	۲/۰۴		
رودخانه گزافروند	-	-	-	-	-	۳	۲	۶	۴	۶	۴	۳	۵	۶۱/۷۳	۲/۱۵		
فلسه‌های بالای خط جانبی	۹	۱۰	۱۱	۱۲													
رودخانه هراز	۱	۲۲	۱۵	-													
رودخانه گزافروند	-	۷	۲۵	۱													
فلسه‌های پایین خط جانبی	۴	۵															
رودخانه هراز	۱۷	۲۱															
رودخانه گزافروند	۱۳	۲۰															
فلسه‌های طول ساقه دمی	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹												
رودخانه هراز	۸	۱۶	۱۳	-	۱												
رودخانه گزافروند	۶	۸	۱۶	۵	-												
خارهای آبشی-خارجی	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲											
رودخانه هراز	۱	۲	۱۷	۹	۹	-											
رودخانه گزافروند	-	۶	۱۰	۱۱	۴	۴											
خارهای آبشی-داخلی	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲									
رودخانه هراز	۲	۲	۱۴	۱۲	۶	۲	-	-									
رودخانه گزافروند	۱	۶	۹	۶	۸	۴	۱	-									
تعداد مهره‌های بدن	۳۹	۴۰	۴۱	۴۲	۴۳	۴۴	۴۵	۴۶									
رودخانه هراز	-	-	۳	۱۱	۹	۱۱	۳	۱									
رودخانه گزافروند	۱	۱	۸	۸	۸	۲	-	-									
ضریب تغییرات C.V.P																	
رودخانه هراز	۴/۰۵																
رودخانه گزافروند	۴/۱۶																

بین دو جمعیت دارای اختلاف معنی داری است. صفات ریخت سنجی مطلق، شامل طول فورک، طول ساقه دم، طول سر، عرض سر، ارتفاع سر، طول پوزه، قطر چشم، فاصله بین دو حدقه چشم، طول فک پایینی، فاصله نوک پوزه تا ابتدای باله مخرجی، ارتفاع باله پستی، ارتفاع باله مخرجی، طول باله شکمی، طول باله سینه‌ای و فاصله بین باله سینه‌ای و شکمی، در بین دو جمعیت اختلاف معنی داری نشان داد ($p \leq 0/05$). صفات نسبی طول استاندارد به ارتفاع بدن، طول استاندارد به ناحیه جلوی باله پستی تا نوک پوزه، طول استاندارد به طول ساقه دم، طول سر به ارتفاع سر، طول سر به پشت چشم تا انتهای سرپوش آبخشی، طول سر به طول باله‌های سینه‌ای و شکمی و نسبت طول ساقه دم به ارتفاع ساقه دم، در بین دو جمعیت تفاوت معنی داری نداشت ($p \geq 0/05$).
با استفاده از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی از ترکیب خطی ۱۱ صفت شمارشی و ۲۷ صفت ریخت سنجی، و ۲۰ صفت ریخت سنجی نسبی، عامل‌هایی بوجود آمده که ویژگی‌های خاصی از ارتباط صفات را نشان می‌دهند. تغییرات مقادیر هر عامل برای صفات

ریخت شناختی نشان می‌دهد که هر چه میزان واریانس یک عامل بیشتر باشد ضریب شرکت آن عامل در تفکیک جمعیت‌ها بیشتر خواهد بود. زمانی دو صفت شدیداً به هم وابسته هستند که دارای ضریب عاملی بزرگتری باشند و صفاتی که ضریب عاملی بزرگتر از ۰/۷۵ باشند از صفات جداکننده جمعیت‌ها می‌باشند (Mamuris et al., 1998).

در مورد صفات شمارشی ۴ فاکتور با مقدار ویژه بزرگتر از یک و واریانس تجمعی ۷۰/۷۵ درصد تنوع صفات بین افراد انتخاب شد. فلس‌های طول ساقه دم دارای مقدار بزرگتر نسبت به فاکتور اول در بین افراد و فلس‌های بالای خط جانبی دارای مقادیر بزرگتر نسبت به فاکتور دوم در دو جمعیت و تعداد مهره‌ها دارای مقدار بزرگتر نسبت به فاکتور چهارم در دو جمعیت بودند می‌باشند و هیچ کدام از صفات شمارشی دارای مقادیر بزرگ نسبت به فاکتورهای سوم در بین افراد دو جمعیت وجود ندارد. این صفات شمارشی می‌توانند از صفات جداکننده جمعیت‌ها باشند. (جدول ۲).

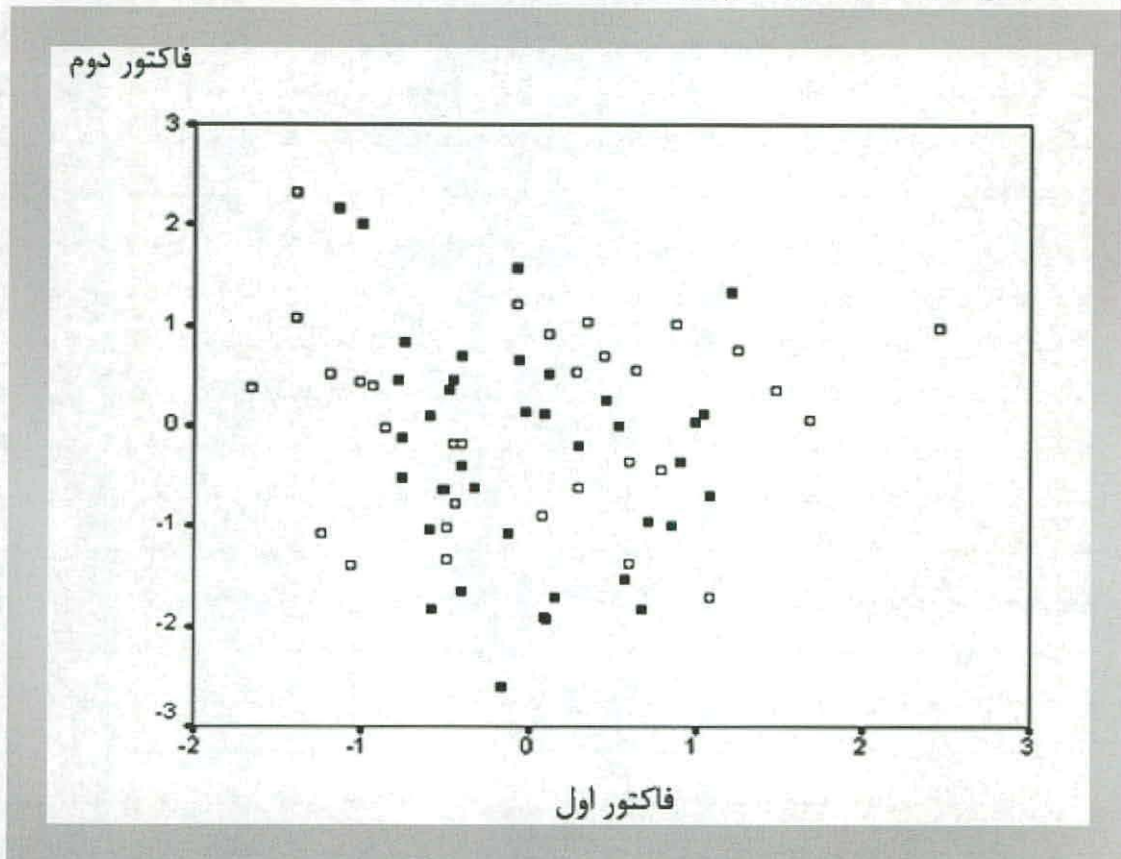
جدول ۲- مقادیر ویژه و درصد واریانس صفات شمارشی به تفکیک عوامل برای جمعیت‌های شاه کولی.

فاکتور	مقدار ویژه EIGEN VALUE	% واریانس نسبی	% واریانس تجمعی
۱	۱/۹۲۴	۲۱/۳۷۴	۲۱/۳۷۴
۲	۱/۷۷۱	۱۹/۶۸۱	۴۱/۰۵۵
۳	۱/۴۸۵	۱۶/۴۹۹	۵۷/۵۵۴
۴	۱/۱۸۷	۱۳۱/۱۹۱	۷۰/۷۴۵

متغیر مورد بررسی	فاکتور اول	فاکتور دوم	فاکتور سوم	فاکتور چهارم
شعاع باله مخرجی	-۰/۴۲۳	۰/۱۳۶	۰/۷۰۱	۰/۷۱
شعاع باله سینه‌ای	-۰/۳۰۸	۰/۳۷۲	۰/۴۵	-۰/۰۳۱
فلسهای خط جانبی	۰/۵۹۷	۰/۵۴۷	۰/۲۵۶	۰/۰۹۶
فلسهای بالای خط جانبی	۰/۳۰۱	۰/۷۸۱	-۰/۸	-۰/۱۴۵
فلسهای پایین خط جانبی	۰/۰۱۲	-۰/۳۰۳	۰/۷۴	-۰/۱۴۴
فلسهای طول ساقه دم	۰/۷۷۱	۰/۲۲۷	۰/۰۸۱	۰/۲۵۳
خارهای آبخشی - خارجی	۰/۷۱۶	-۰/۲۵۷	۰/۲۵۸	-۰/۲۷۵
خارهای آبخشی - داخلی	۰/۴۸۲	-۰/۶۵۸	۰/۱۴۳	-۰/۳۴۵
تعداد مهره‌ها	۰/۲۰۵	-۰/۲۹۴	-۰/۹۲	۰/۸۵۵

با توجه به روش تجزیه به مولفه‌های اصلی براساس صفات شمارشی دو جمعیت به طور کامل از یکدیگر

قابل تفکیک نمی‌باشند (شکل ۲).



شکل ۲- پراکنش افراد بر اساس مقادیر مولفه های ۱ و ۲ صفات شمارشی جمعیت‌های شاه‌کولی. ■ رودخانه هراز □ رودخانه گزافروود.

(شکل ۳) که تعداد کمی از نمونه‌ها دارای همپوشانی بین مناطق مطالعاتی بوده و براساس صفات ریخت سنجی دو جمعیت از یکدیگر قابل تفکیک می‌باشند. در مورد صفات ریخت سنجی نسبی ۷ عامل با حدود ۸۱ درصد تنوع صفات بین افراد انتخاب شد. صفت نسبی طول استاندارد به طول ساقه دمی دارای مقدار بزرگتر نسبت به فاکتور چهارم در دو جمعیت می‌باشد و دیگر صفات ریخت سنجی نسبی دارای مقادیر بزرگ نسبت به فاکتورها نمی‌باشند (جدول ۴).

با توجه به روش تجزیه به مولفه‌های اصلی صفات نسبی ریخت سنجی، بین مناطق مطالعاتی، تعدادی از نمونه‌ها دارای همپوشانی می‌باشند (شکل ۴).

در مورد صفات ریخت سنجی ۸ عامل با مقدار ویژه بزرگتر از یک و واریانس تجمعی ۷۷/۲ درصد تنوع صفات بین افراد انتخاب شد. صفاتی نظیر طول کل، طول فورک، طول سر و طول پیش فک از صفاتی هستند که دارای مقادیر بزرگتر نسبت به فاکتور اول در بین افراد می‌باشند. هیچکدام از صفات مرفومتریک دارای مقادیر بزرگ نسبت به فاکتورهای دوم تا هشتم در بین افراد وجود ندارد و این صفات ریخت سنجی از صفات جداکننده جمعیتها می‌باشند (جدول ۳).

بر اساس مقادیر مولفه‌های ۱ و ۲، صفات ریخت سنجی که دارای بالاترین مقدار ویژه و درصد واریانس نسبی بودند پراکنش افراد در محیط PC رسم گردید.

جدول ۳- مقادیر ویژه و درصد واریانس صفات ریخت سنجی به تفکیک عوامل برای جمعیت‌های شاه کولی.

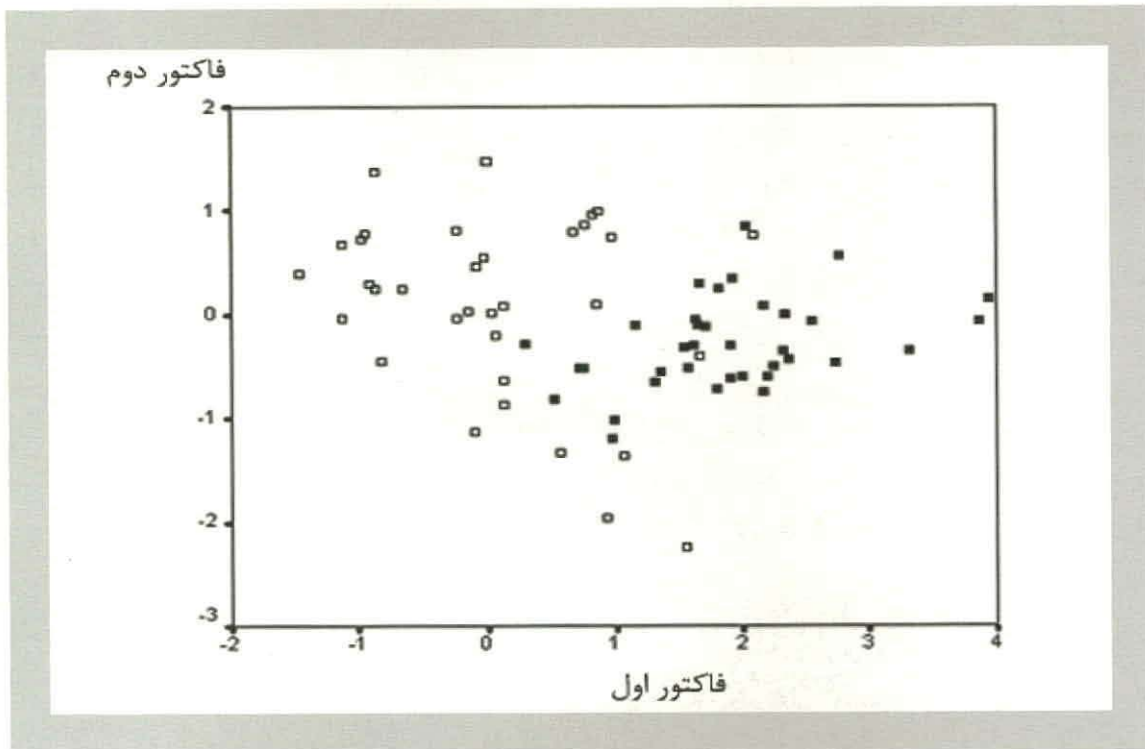
فاکتور	مقدار ویژه (EIGEN VALUE)	% واریانس نسبی	% واریانس تجمعی
۱	۴/۸۲۸	۱۷/۸۸۲	۱۷/۸۸۲
۲	۳/۶۰۱	۱۳/۳۳۵	۳۱/۲۱۵
۳	۲/۶۳۳	۹/۷۵۳	۴۰/۹۷
۴	۲/۶۰۳	۹/۶۴۲	۵۰/۶۱۲
۵	۲/۱۳۶	۷/۹۱۲	۵۸/۵۲۵
۶	۲/۱۱	۷/۸۱۴	۶۲/۳۳۹
۷	۱/۴۸	۵/۴۸۳	۷۱/۸۲۲
۸	۱/۴۵۵	۵/۳۹	۷۷/۲۱۱

صفات مورد بررسی	فاکتور اول	فاکتور دوم	فاکتور سوم	فاکتور چهارم	فاکتور پنجم
طول کل	۰/۹۱	-۰/۰۲۱	۰/۱۲۵	-۰/۰۳۵	-۰/۰۵۵
طول فورک	۰/۹۰۲	-۰/۱۰۹	-۰/۱۰۲	۰/۰۱۱	۰/۰۵۳
ارتفاع بدن	۰/۳۲۸	-۰/۶۰۹	۰/۵۰۷	-۰/۰۲	۰/۲۰۲
طول ساقه دمی	۰/۱۸	۰/۰۷۳	-۰/۲۲۶	-۰/۳۷	۰/۷۴۷
ارتفاع ساقه دمی	۰/۵۷۲	-۰/۳۹۳	۰/۳۱۸	۰/۰۷۷	۰/۱۱۴
طول سر	-۰/۸۴۶	-۰/۰۸۶	-۰/۱۸۵	-۰/۰۶۶	۰/۰۶۵
عرض سر	۰/۶۱۱	-۰/۳۶۷	-۰/۱۵۶	-۰/۱۶۵	-۰/۱۲۱
ارتفاع سر	۰/۷۴۲	-۰/۰۸۲	-۰/۱۳۵	۰/۱۰۷	۰/۳۴۴
طول پوزه	۰/۶۸۳	-۰/۰۵۶	-۰/۱۷۲	۰/۱۵۳	-۰/۱۱۴
قطر چشم	۰/۵۸۲	۰/۴۰۵	-۰/۱۲۸	-۰/۲۴۸	۰/۰۲۹
فاصله پشت چشم تا انتهای سرپوش آبخشی	۰/۴۹۴	۰/۲۰۳	-۰/۰۲۲	-۰/۳۱	-۰/۲۷
فاصله بین دو حدقه چشم	۰/۶۴۴	۰/۲۷۶	-۰/۰۴۹	۰/۳۶۴	-۰/۲۲۴
طول فک بالایی	۰/۶۵۴	۰/۲۴۷	-۰/۴۳۸	-۰/۰۱۲	-۰/۷۰
طول پیش فک	۰/۷۷۹	۰/۲۵۴	-۰/۲۶۲	-۰/۱۳۳	۰/۱۸۴
طول فک پایینی	۰/۶۹۱	-۰/۱۴۳	-۰/۲۴۶	۰/۱۷۶	۰/۲۰۷
فاصله ابتدای باله پشتی تا نوک پوزه	۰/۷۴۵	-۰/۲۳۹	۰/۰۶۷	۰/۱۴	-۰/۲۱۴
فاصله انتهای باله پشتی تا انتهای باله دمی	۰/۰۹۸	۰/۶۵۹	۰/۴۱۴	۰/۵۶۵	۰/۱۴۳
فاصله نوک پوزه تا ابتدای باله مخرجی	۰/۷۳۱	-۰/۳۰۲	۰/۲۴۱	-۰/۰۷	۰/۰۰۵
فاصله انتهای باله مخرجی تا انتهای باله دمی	۰/۰۷۷	۰/۶۲۴	۰/۴۰۴	۰/۵۵۲	۰/۲۳۹
طول باله پشتی	۰/۳۸۷	-۰/۲۳۸	-۰/۳۶۵	۰/۲۵۹	-۰/۰۶۶
ارتفاع باله پشتی	۰/۶۵۵	۰/۱۵۴	-۰/۰۰۸	-۰/۲۳۱	۰/۰۵۹
طول باله مخرجی	۰/۲۸۳	-۰/۰۹۷	-۰/۵۳۵	۰/۲۹۳	۰/۳۳۹
ارتفاع باله مخرجی	۰/۵۸۸	۰/۴۳۲	-۰/۰۰۲	-۰/۳۸۹	-۰/۲۶۵
طول باله شکمی	۰/۵۰۸	۰/۲۷۹	۰/۳۴۱	-۰/۲۵۴	-۰/۰۶۳
طول باله سینه‌ای	۰/۵۹۴	-۰/۰۵۲	۰/۵۲۱	۰/۰۳۲	-۰/۳۲۶
فاصله بین باله شکمی و سینه‌ای	۰/۱۸۹	-۰/۲۷۷	-۰/۱۷۸	۰/۴۱۱	-۰/۰۷۸

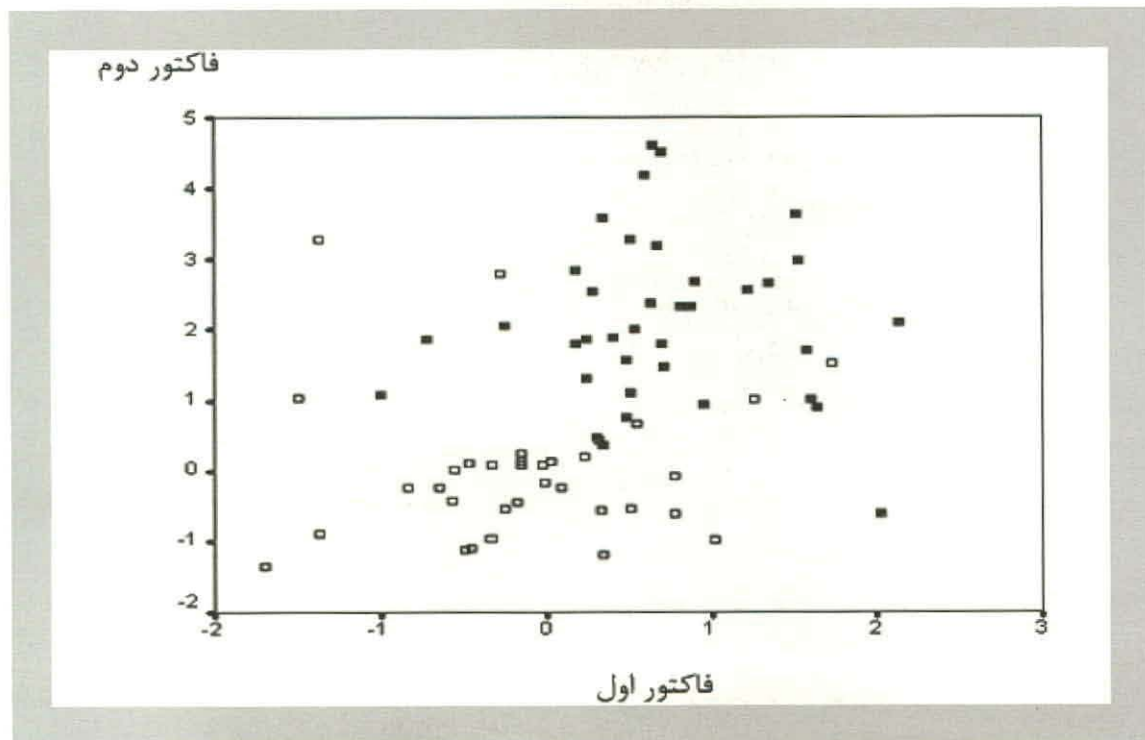
جدول ۴- مقادیر ویژه و درصد واریانس صفات نسبی ریخت سنجی به تفکیک عوامل برای جمعیت‌های شاه کولی.

فاکتور	مقدار ویژه (EIGEN VALUE)	% واریانس نسبی	% واریانس جمعی
۱	۳/۳۰۹	۱۶/۵۴۷	۱۶/۵۴۷
۲	۳/۱۳۱	۱۶/۶۵۴	۳۲/۲۰۱
۳	۲/۴۱۵	۱۲/۰۷۳	۴۴/۲۷۴
۴	۲/۳۴۵	۱۱/۷۲۵	۵۵/۹۹۹
۵	۱/۷۲۹	۸/۶۴۴	۶۴/۶۴۳
۶	۱/۶۳۲	۸/۱۶۲	۷۲/۸۰۵
۷	۱/۶۰۳	۸/۰۳۸	۸۰/۸۴۴

متغیر مورد بررسی	فاکتور اول	فاکتور دوم	فاکتور سوم	فاکتور چهارم	فاکتور پنجم
طول استاندارد به طول سر	-۰/۸۷	-۰/۱۱۲	۰/۳۴۷	-۰/۱۵۲	-۰/۰۵۳
طول استاندارد به ارتفاع سر	-۰/۵۷	-۰/۴۰۱	۰/۲۷۲	۰/۱۸۴	-۰/۳۵۴
طول استاندارد به ارتفاع بدن	-۰/۳۴۴	-۰/۵۴۱	-۰/۳۵۱	-۰/۴۸۱	۰/۰۱
طول استاندارد به طول باله سینه‌ای	-۰/۴۱	۰/۶۸	-۰/۲	-۰/۲۷	-۰/۳۱۳
طول استاندارد به طول باله شکمی	-۰/۰۸۷	-۰/۷۲۱	۰/۲۲۳	-۰/۲۴۳	-۰/۴۰۹
طول استاندارد به جلوی باله پشتی تا پوزه	-۰/۶۱۳	-۰/۵۶۱	۰/۲۱	۰/۲۲	-۰/۰۴۳
طول استاندارد به طول ساقه دم	-۰/۱۱۱	-۰/۲۰۵	۰/۰۲۷	-۰/۷۷۲	-۰/۲۵۴
طول استاندارد به ارتفاع ساقه دم	-۰/۵۴۱	-۰/۵۹۶	-۰/۰۲۹	۰/۰۶۵	۰/۱۴
طول سر به ارتفاع سر	۰/۳۷۳	-۰/۳۷۵	-۰/۰۷۱	-۰/۴۲۷	-۰/۴۸۳
طول سر به عرض سر	۰/۱۸۷	-۰/۲۳۸	-۰/۷۱۲	-۰/۲۳۲	۰/۰۷۹
طول سر به طول پوزه	-۰/۱۵۴	-۰/۲۱۳	-۰/۴۸۴	-۰/۳۴۶	۰/۲۵۷
طول سر به قطر چشم	۰/۵۹۹	۰/۴۴۶	۰/۳۸۷	-۰/۰۵۵	-۰/۰۸
طول سر به فاصله دو چشم	۰/۳۷۶	۰/۲۱	-۰/۱۸۹	-۰/۳۳۴	۰/۴۰۹
طول سر به پشت چشم تا سرپوشش آبشی	۰/۲۳۹	-۰/۳۴۳	-۰/۱۵۷	-۰/۱۰۲	-۰/۳۹۴
طول سر به ارتفاع ارتفاع باله پشتی	۰/۴۴۳	-۰/۴۵۲	۰/۲۳۸	۰/۰۹	۰/۰۷۶
طول سر به ارتفاع باله مخرجی	۰/۵۲۸	-۰/۴۷۱	۰/۴۷۳	-۰/۰۸	۰/۰۹۲
طول سر به طول باله سینه ای	۰/۳۹۱	-۰/۶۰۳	-۰/۵۱۲	-۰/۱۴۲	-۰/۲۷۴
طول سر به طول باله شکمی	۰/۵۷۸	-۰/۶۰۸	-۰/۰۳۹	-۰/۱۰۸	-۰/۳۵۲
طول ساقه دم به ارتفاع ساقه دم	-۰/۳۸۹	۰/۳۷۱	-۰/۰۱	-۰/۵۹۸	۰/۳۶۶
اختلاف طول باله های سینه‌ای و شکمی به باله سینه ای	۰/۴۱۷	۰/۱۷۴	۰/۵۹۲	۰/۰۶۵	۰/۲۰۴



شکل ۳- پراکنش افراد بر اساس مقادیر مولفه های ۱ و ۲ صفات ریخت سنجی جمعیت‌های شاه‌کولی
 ■ رودخانه هراز □ رودخانه گزافرود.



شکل ۴- پراکنش افراد بر اساس مقادیر مولفه های ۱ و ۲ صفات ریخت سنجی نسبی جمعیت‌های شاه‌کولی.
 ■ رودخانه هراز □ رودخانه گزافرود.

بحث

مطالعات ماهی شناسان به ویژه Berg (1949) و قلی اف (1997) بر روی ماهیان دریای خزر نشانگر این واقعیت است که بسیاری از ماهیان روند گونه‌زایی را طی نموده و روند تدریجی ایجاد جمعیت‌ها ادامه دارد، به طوری که گونه‌های خزری و پونتوکاسپین (دریای سیاه خزری) زیرگونه‌ها و جمعیت‌هایی را در مناطق مختلف دریای خزر تشکیل داده و برای مثال 4 زیر گونه از شاه کولی در دریای خزر شناسایی شده است (Coad, 1999). همانگونه که در نتایج دیده شد تفاوت آماری در داده‌های شمارشی بین دو رودخانه فقط در مورد صفت شعاع باله سینه‌ایی وجود داشت، که دلیل آن می‌تواند ثبات نسبی صفات شمارشی باشد. قلی اف (1997) معتقد است که تفاوت‌های صفات شمارشی در گونه‌ها و زیرگونه‌های مختلف ماهیان در عرض‌های جغرافیایی متفاوت وجود دارد ولی این صفات در یک منطقه اختلاف چندانی ندارند. داده‌های ریخت سنجی به دلیل استاندارد شدن تا حدود زیادی اثر رشد آلومتریکی را کاهش داده (Karakousis *et al.*, 1991) ولی با این وجود تفاوت‌هایی در دو رودخانه مشاهده شده است و صفات جداکننده وابسته به اندازه ماهی بودند. ضریب تغییرات صفات ریخت سنجی نسبت به صفات شمارشی و صفات ریخت سنجی نسبی بسیار زیاد بوده است که این مقادیر بالای ضریب تغییرات ممکن است در اثر 3 فاکتور: رشد آلومتریکی، وجود جمعیت‌های متفاوت در یک اکوسیستم آبی و فنوتیپی متفاوت در نمونه باشد (Roughgarden, 1974). Soule (1982) معتقد است که در تمامی جمعیت‌ها مقادیر ضریب تغییرات صفات ریخت سنجی بیشتر از صفات شمارشی است. در بررسی صفات جداکننده جمعیت‌ها مشخص شد که صفات ریخت‌سنجی توانایی بیشتری در جداسازی جمعیت‌ها دارند که برخلاف نتایج کاراکوسیوس و همکاران (1991) در مورد جمعیت‌های قزل آلا می‌باشد.

مقایسه میانگین داده‌های ریخت شناسی شاه کولی در رودخانه‌های گزافروود و هراز در دریای خزر با نمونه‌های دریای سیاه و دریای آرال نشان داده که تعداد شعاع باله مخرجی (به طور متوسط کمتر از 15 شعاع منشعب) و ارتفاع بدن نمونه‌های دریای خزر کمتر از نمونه‌های دریای سیاه می‌باشد ولی نسبت به نمونه‌های دریای آرال ارتفاع بدن بیشتر می‌باشد (Berg, 1949). صفات ریخت سنجی، مانند طول کل و طول استاندارد در رودخانه‌های کورا، کوبان و یورنگی در مقایسه با رودخانه‌های هراز و گزافروود بسیار بیشتر بوده است و در مورد صفات نسبی ریخت سنجی، بین جمعیت‌های هراز و گزافروود با جمعیت‌های کورا، کوبان، دن و یورنگی تفاوت‌هایی وجود دارد (جدول 5).

مقایسه صفات ریخت سنجی نسبی نشان داده که نسبت طول سر به طول استاندارد در بین جمعیت‌های کورا و دن اختلاف معنی داری وجود نداشته درحالی‌که بین سایر جمعیت از نظر آماری در سطح 5 درصد تفاوت معنی داری وجود دارد. در مورد نسبت ارتفاع بدن به طول استاندارد بین جمعیت‌های هراز با جمعیت‌های کورا، کوبان، دن، یورنگی و گزافروود از نظر آماری در سطح 5 درصد اختلاف معنی داری وجود دارد. در صفت ارتفاع ساقه دمی به طول استاندارد بین جمعیت‌های هراز، کوبان، دن و یورنگی تفاوت آماری وجود نداشته ولی با جمعیت گزافروود و کورا اختلاف معنی داری وجود دارد. در مورد طول ساقه دمی به طول استاندارد، جمعیت‌های کورا، کوبان، دن، یورنگی و گزافروود با جمعیت هراز از نظر آماری در سطح 5 درصد اختلاف معنی داری وجود دارد. در مورد نسبت ارتفاع باله پشتی به طول استاندارد بین جمعیت‌های هراز، گزافروود و دن اختلافی وجود ندارد درحالی‌که با جمعیت‌های کورا، کوبان و یورنگی تفاوت معنی داری وجود دارد. در مورد ارتفاع باله مخرجی به طول استاندارد جمعیت‌های هراز و گزافروود با جمعیت‌های کورا، کوبان، دن و یورنگی در

جدول ۵- مقایسه صفات نسبی ریخت شناسی شاه کولی‌ها رودخانه‌های هراز و گزافروود با دیگر جمعیت‌ها

رودخانه	رودخانه	رودخانه	رودخانه	رودخانه	رودخانه	صفت مورد بررسی
گزافروود	هراز	یورنگی	دن	کوبان	کورا	
۲۴/۸۶	۲۲/۴۹	۲۱/۶	۲۰/۳	۲۰/۳	۱۶/۳	طول سر به طول استاندارد
۲۴/۴۶	۲۰/۹۲	۲۳	۲۴	۲۵/۸	۲۳/۷	ارتفاع بدن به طول استاندارد
۱۰/۴۲	۸/۸۸	۸/۹	۸/۸	۸/۹	۸/۴	ارتفاع ساقه دمی به طول استاندارد
۲۲/۷۱	۱۹/۰۷	۱۹/۶	۱۹/۷	۲۰/۲	۲۲/۴	طول ساقه دمی به طول استاندارد
۱۷/۵۵	۱۷/۴۲	۱۶	۱۷/۲	۱۴/۲	۱۳/۱	ارتفاع باله پستی به طول استاندارد
۱۱/۵	۱۲/۳۲	۱۰/۵	۱۲/۴	۹/۵	۸/۶	ارتفاع باله مخرجی به طول استاندارد
۲۵/۵۷	۲۱/۴۹	۲۱/۴	-	-	۱۹/۴	فاصله باله های سینه‌ای و شکمی به طول استاندارد
۲۷/۳	۲۶/۵۷	۲۴/۹	۲۵/۳	۲۳/۶	۲۱/۶	قطر چشم به طول سر
۳۰/۴۸	۳۴/۳۶	۳۳/۵	۳۴/۵	۳۲/۷	۳۲/۵	فاصله حدقه دو چشم به طول سر

متفاوت می‌باشند. قاسم اف (۱۹۹۴)، بر اساس مطالعاتی که روی کپورماهیان (cyprinidae) و سوف ماهیان (percidae) حوضه میانی و جنوبی دریای خزر انجام داد، نتیجه گیری نمود که از شمال به جنوب و از غرب به شرق دریای خزر برخی از صفات ریخت شناسی شامل طول سر، طول پوزه، فاصله بین چشمی، ارتفاع پیشینه بدن، طول باله‌های پستی و مخرجی به طور منظمی کاهش یافته و صفات دیگر مانند طول باله دمی، فاصله باله سینه‌ای و شکمی افزایش می‌یابد. صفاتی مثل طول سر، ارتفاع بدن، ارتفاع ساقه دمی و طول باله‌های پستی و مخرجی دارای بیشترین تغییرپذیری می‌باشند، این تغییرات صفات ریخت سنجی تغییرات شرایط بوم شناختی آنها را تأیید نموده و موجب تشکیل برخی جمعیت‌های بوم شناختی در مناطق مختلف این ناحیه می‌گردد.

سطح ۵ درصد تفاوت معنی داری وجود ندارد. جمعیت‌های هراز با جمعیت یورنگی در نسبت فاصله باله شکمی و سینه‌ای به طول استاندارد تفاوت معنی داری نداشته ولی با جمعیت‌های کورا، کوبان، گزافروود و دن در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد. در مورد صفت نسبی قطر چشم به طول سر در بین تمامی جمعیت‌های هراز، گزافروود، کورا، کوبان، دن و یورنگی در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد. در نسبت فاصله دو حدقه چشم به طول سر جمعیت‌های هراز با جمعیت دن تفاوت معنی داری نداشته ولی با جمعیت‌های کورا، کوبان، گزافروود و یورنگی تفاوت معنی داری دارند. از این رو می‌توان تا حدی نتیجه گرفت که شاه کولی‌های رودخانه‌های هراز و گزافروود با احتمال فراوان با جمعیت‌های کورا، کوبان، دن و یورنگی

منابع

- محسن زاده، ع. و ز. بهادری (۱۳۷۹). بررسی سن و رشد شاه کولی در رودخانه گرگانرود. پایان نامه کارشناسی شیلات. دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی.
- Abdurakhmanov, Yu. A. (1975). Transformation of the diadromous Kura Shemaya *Chalcalburnus chalcoides* into a land-locked population in the Mingechar Reservoir. *Journal of Ichthyology*, 15: 189-196.
- Bagenal, T. (1978). Methods for assessment of fish production in freshwater. Blackwell scientific.
- Beacham, T. D. (1985). Meristic and Morphometric variation in pink salmon (*Onchorhynchus gorbuscha*) in southern British Columbia and Puget Sound. *Canadian Journal of Zoology*, 63: 366-372.
- Berg, L. S. (1949). *Freshwater fishes of the U.S.S.R. and adjacent countries*. Trudy institute Acad, U.S.S.R. (Translated to English in 1962). Vol. 2, 469p.
- Bogutskaya, N. G. (1997). Contribution to the knowledge of leuciscine fishes of Asia Minor. Part 2. An annotated check-list of leuciscine fishes (Leuciscinae, Cyprinidae) of Turkey with descriptions of a new species and two new subspecies. *Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst.*, 94:161-186.
- Coad, B. W. (1999). Systematics of the shah mahi, *Chalcalburnus chalcoides* (Gueldenstaedt, 1772) in the Southern Caspian Sea basin (Actinopterygii: Cyprinidae). *Zoology in the Middle East*, 12: 65-70.
- Holcik, J. & J. Olah (1992). Fish, fisheries and water quality in Anzali Lagoon and its watershed. Report prepared for the project- Anzali Lagoon productivity and fish stock investigations. Food and Agriculture Organization, Rome FI: UNDP/IRA/88/001 Field Document 2: x, 109 pp.
- Karakousis, Y., C. Triantaphyllidis, & P.S. Economidis (1991). Morphological variability among seven populations of brown trout, *salmon trutta L.*, in Greece. *Journal of Fish Biology*. 38: 807-817
- Kiabi, B. H., A. Abdoli, & M. Naderi (1999). Status of the fish fauna in the south Caspian basin of Iran. *Zoology in the Middle East*, 18: 57-65.
- Kuliev, Z. M. (1988). Morphometric and ecological characteristics of Caspian Vimba " *Vimba vimba persa* " *Journal of ichthyol.*, 28: 29-37.
- Lagler, K. F., J. E. Bardach & R. R. Miller (1962). *Ichthyology. Library of congress catalog code number: 62- 17463 printed in U.S.A. 545 p.*
- آذری تاکامی، ق و ر جیبی نژاد (۱۳۸۱). بررسی هم آوری ماهی شاه کولی (*Chalcalburnus chalcoides*) (Gueldenstaedt, 1772) در رودخانه سفیدرود. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ششم، شماره چهارم: ۲۳۱ - ۲۳۸.
- پارسا، س. (۱۳۷۸). نگرش بیوسستماتیکی و پویایی جمعیت سگ ماهیان جویباری (*Nemachilus spp.*) جاجرود و گرگانرود. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم جانوری. دانشکده علوم، دانشگاه تهران.
- خوال، ع. (۱۳۷۶). کوچگری ماهی سفید، سیاه کولی و سپیدکولی به رودخانه سفیدرود. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۴: ۷۵ - ۸۶
- روشن طبری، م (۱۳۷۵). هیدرولوژی و هیدروبیولوژی رودخانه هراز. مجله علمی شیلات ایران. شماره دوم: ۴۳ - ۶۳.
- عباسی، ک.، ا. کیوان، و م. راحمدی (۱۳۸۳). بررسی مورفومتريک - مریستیک ماهی سیاه کولی خزری *Vimba vimba persa* کوچگر به سفیدرود. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۱: ۶۱ - ۷۶.
- قاسم اف، ا. گ. (۱۹۹۴). اکولوژی دریای خزر. ابوالقاسم شریعتی. تهران: موسسه تحقیقات شیلات ایران.
- قلی اف، د. ب. ا. (۱۹۹۷). کپورماهیان و سوف ماهیان حوضه جنوبی و میانی خزر (ساختار جمعیتها، اکولوژی، پراکنش و تدابیری جهت بازسازی ذخایر). یونس عادل. مرکز تحقیقات شیلات گیلان.
- کریم پور، م. س. حسین پور، و د. حقیقی (۱۳۷۲). سپیدکولی های کوچگر به تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۴: ۳۹ - ۵۲.

- Mamuris, Z., A.P. Apostolidis, P. Panagiotaki, A. J. Theodorou & C. Triantaphyllidis (1998). Morphological variation between red mullet populations in Greece., *Journal of Fish Biology*, 52: 107-117.
- Roughgarden, J. (1974). Niche width: biogeographical patterns among *Anolis* lizard populations. *American Naturalist*. 108: 429-442.
- Slastenenko, E. (1955). *The Fishes of the Black Sea Basin*. The publication of the Meat and Fish Office, Istanbul-Turkey (in Turkish with English summery).
- Soule, M. (1982). Allometric variation. 1. The theory and some consequences. *American Naturalist*., 120: 751-764.
- Van valen, L. (1978). The statistics of variation. *Evolutionary Theory*, 4: 35-43.
- Wootton, R. J. (1991). *Ecology of teleost fish*. Chapman & Hall, First edition.

