بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد چهارم، شماره اول، بهار ۱۳۹٤
http://japu.gau.ac.ir

بررسی مقایسه‌ای صفت‌های ریخت‌سنجی و شمارشی ماهی *Barilus mesopotamicus* در رودخانه‌های سیمره، چنگوله و سیاه گاو استان ایلام

***آرش جولاده رودبار[1] و صابر وطن‌دوست[2]**

[1]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،
[2]استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/٤/۲۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۰

چکیده

مطالعه ماهیان در بوم‌سازگان‌های آبی از بسیاری جهات از جمله بوم‌شناسی، رفتارشناسی، حفاظت و مدیریت منابع آبی، بهره‌برداری از ذخایر و پرورش آن‌ها حائز اهمیت است. در همین راستا در پاییز سال ۱۳۹۱ ساختار جمعیتی ماهی *Barilius mesopotamicus* در استان ایلام مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. به‌این منظور ٦۹ نمونه ماهی از رودخانه سیمره (۳٤ نمونه)، چنگوله (نمونه ۲۰) و سیاه گاو (نمونه ۱۵) به‌وسیله الکتروشوکر صید گردید. ۲۹ صفت ریخت‌سنجی به‌وسیله کولیس دیجیتال اندازه‌گیری و ۷ صفت شمارشی به‌وسیله لوپ چشمی شمرده شد. صفت‌های ریخت‌سنجی قبل از تجزیه و تحلیل به جهت کاهش خطای حاصل از رشد ناهمسان نمونه‌ها استاندارد شدند. جهت بررسی اختلاف ریختی بین گروه‌های موردبررسی، نمونه‌ها تحت تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) و تحلیل متغیرهای کانونی (CVA) قرار گرفتند. در مورد صفت‌های ریخت‌سنجی ۹ عامل نشان‌دهنده حدود ۷۳/۷ درصد تنوع و در مورد صفت‌های شمارشی ۲ عامل نشان‌دهنده حدود ۷٤/۱ درصد تنوع بین افراد سه جمعیت بود. ۱۰ صفت ریخت‌سنجی و ٤ صفت شمارشی در بین جمعیت‌های مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌دار با یکدیگر بودند ($P<۰/۰۵$). روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و متغیرهای کانونی نشان داد با وجود همپوشانی نسبی جمعیت‌های *Barilius mesopotamicus* در

*مسئول مکاتبه: arash.aarshaan@yahoo.com

رودخانه‌های سیمره و چنگوله جمعیت رودخانه سیاه گاو در جایگاهی مجزا قرار دارد. در این مطالعه صفت‌های اندازشی و شمارشی به‌خوبی توانستند جمعیت رودخانه سیاه گاو را از رودخانه‌های سیمره و چنگوله تفکیک بنماید.

واژه‌های کلیدی: اندازشی، *Barilius mesopotamicus*، رودخانه سیمره، رودخانه چنگوله، سیاه گاو

مقدمه

از گذشته تاکنون مطالعات ریخت‌شناختی در دانش زیست‌شناسی ماهی از اهمیت به‌سزایی برخوردار بوده است و کاربرد وسیعی در بررسی جمعیت‌های مختلف، رده‌بندی و جداسازی گونه‌های ماهیان از یکدیگر داشته است (باکوم، ١٩٩٤). برخلاف دیگر گروه‌های مهره‌دار شناخته‌شده، ماهی‌ها یک اجتماع ناهمگن را تشکیل داده‌اند. انعطاف ریختی ماهیان این اجازه را به آن‌ها می‌دهد تا نسبت به تغییرات محیطی پاسخی به‌صورت تغییرات فیزیولوژیکی و رفتاری دهند که خود باعث تغییرات ریختی، تولیدمثلی و بقا در آن‌ها شده و با استفاده از این صفت‌ها آثار تغییرات محیطی را به حداقل می‌رساند (توران، ٢٠٠٠؛ توران و همکاران، ٢٠٠٦).

در آب‌های داخلی کشور ایران ٢٠٢ گونه ماهی گزارش‌شده که در ١٠٤ جنس و ٢٨ خانواده قرار می‌گیرند که در این میان خانواده Cyprinidae (Ostariophysi:Cypriniformes) با ٩٣ گونه بزرگ‌ترین خانواده ماهیان آب‌های داخلی ایران را تشکیل می‌دهد (کد، ٢٠١٣). Danioninae یکی از مهم‌ترین زیر خانواده‌های Cyprinidae می‌باشد که حدود ٢٠٠ گونه را در سرتاسر جهان در برمی‌گیرد، ماهیان این گروه ساکن آب‌های شیرین بوده و دارای پراکنش وسیعی از قاره آفریقا تا نواحی شرقی آسیا (شامل جزایر فیلیپین و اندونزی) می‌باشند (هوس، ١٩٩١) *Barilius* نیز جنسی از زیر خانواده Danioninae است که ٢٥ گونه را شامل می‌شود. پراکنش عمده این جنس از کشور پاکستان تا تایلند می‌باشد، در حوضه آبریز دجله و فرات و کشور ما نیز تنها یک‌گونه از این جنس بانام *Barilius mesopotamicus* وجود دارد (کد، ٢٠١٣). *Barilius mesopotamicus* گونه‌ای با جثه کوچک است که همواره دارای طول کمتر از ٥١ میلی‌متر است (لیائو و همکاران، ٢٠١١). دارای ١ جفت سبیلک بر روی فک بالایی هستند که طول آن در حدود ١٠ درصد طول سر است، با این‌حال سبیلک‌ها به‌سختی قابل رویت هستند، جمعیت این‌گونه نسبتاً محدود و در کشور ایران فقط در رودخانه‌های حوضه آبریز دجله یافت می‌شود (کد، ٢٠١٣).

رودبار و همکاران، (۲۰۱٤) صفات ریخت‌شناختی جمعیت‌های کپور پوزه‌دار *Chondrostoma regium*، را در ۸ ایستگاه متفاوت درحوضه آبریز دجله مورد مطالعه قرار داد. بر طبق نتایج آن‌ها ۲۷ ویژگی ریخت‌سنجی و ۱۰ ویژگی شمارشی در بین مناطق مطالعه شده دارای تفاوت معنی‌دار بود (P>۰/۰۵) همچنین ویژگی‌های ریخت‌سنجی ۷ عامل نشان‌دهنده ٦۳/۱ درصد تنوع صفات و در مورد ویژگی‌های شمارشی ۳ عامل نشان‌دهنده ٦٤/۵ تنوع صفات بین افراد بود. آن‌ها متفاوت بودن شرایط زیستگاهی را به‌عنوان مهمترین عامل اختلاف صفات ریخت‌شناختی بین جمعیت‌ها ذکر نمودند.

تاکنون مطالعه‌ای بر روی صفت‌های ریخت‌شناختی جمعیت‌های *Barilius mesopotamicus* در ایران صورت نگرفته بنابراین هدف از این مطالعه بررسی و مقایسه ساختار جمعیتی گونه *B.mesopotamicus* به کمک صفت‌های اندازشی و شمارشی جهت تعیین صفت‌های مناسب برای تفکیک جمعیت‌ها در رودخانه‌های سیمره، سیاه گاو و چنگوله واقع در استان ایلام می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این مطالعه در سال ۱۳۹۱ از ۳ اکوسیستم آبی مختلف حوضه آبریز دجله شامل رودخانه سیمره، رودخانه چنگوله و رودخانه سیاه گاو با موقعیت‌های جغرافیایی مشخص نمونه‌برداری انجام شد (جدول ۱) (شکل ۱). نمونه‌های ماهی به‌وسیله دستگاه الکتروشوکر با ولتاژ ۲۰۰ تا ۳۰۰ ولت صید (رودخانه سیمره ۳٤ نمونه، چنگوله نمونه ۲۰ و سیاه گاو نمونه ۱۵) و بلافاصله در محلول فرمالین ۱۰ درصد تثبیت و برای بررسی به آزمایشگاه منتقل شد. پس از توزین نمونه‌ها به‌وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم، ۲۹ صفت اندازشی شامل طول کل، طول چنگالی، طول استاندارد، طول پیش باله مخرجی، طول پس باله مخرجی، طول پیش باله پشتی، طول پس باله پشتی، طول سر، عرض سر، ارتفاع سر، طول پس سر، طول پیش چشمی، طول پس چشمی، قطر چشم، طول باله پشتی، ارتفاع باله پشتی، طول باله مخرجی، ارتفاع باله مخرجی، طول باله سینه‌ای، طول باله شکمی، کمترین ارتفاع بدن، بیش‌ترین ارتفاع بدن، فاصله بین باله سینه‌ای و مخرجی، فاصله بین باله سینه‌ای و شکمی، فاصله بین باله شکمی و مخرجی، طول باله دمی، طول ساقه دمی، ارتفاع چشم، طول چشمی پشتی، طول پشتی دمی به وسیله کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد (شکل ۲، جدول ۲). به‌دلیل حذف خطای ناشی از رشد آلومتریک داده‌های اندازشی، داده‌های به‌دست آمده توسط فرمول (۱) ارائه‌شده توسط بکام (۱۹۸۵) استاندارد شدند.

$$M_t = M\,(L / L_0)^b \qquad (١)$$

$M_{(t)}$: مقادیر استانداردشده هر صفت، $M_{(0)}$: طول صفت مشاهده شده، L: میانگین طول استاندارد برای کل نمونه و برای همه مناطق، $L_{(0)}$: طول استاندارد هر نمونه و b: ضریب رگرسیونی بین $LogM_{(0)}$ و $Log\ L_{(0)}$ برای هر منطقه می‌باشد.

میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات کلیه صفت‌های اندازشی و شمارشی مطابق روش وان والن (١٩٧٨) محاسبه شد.

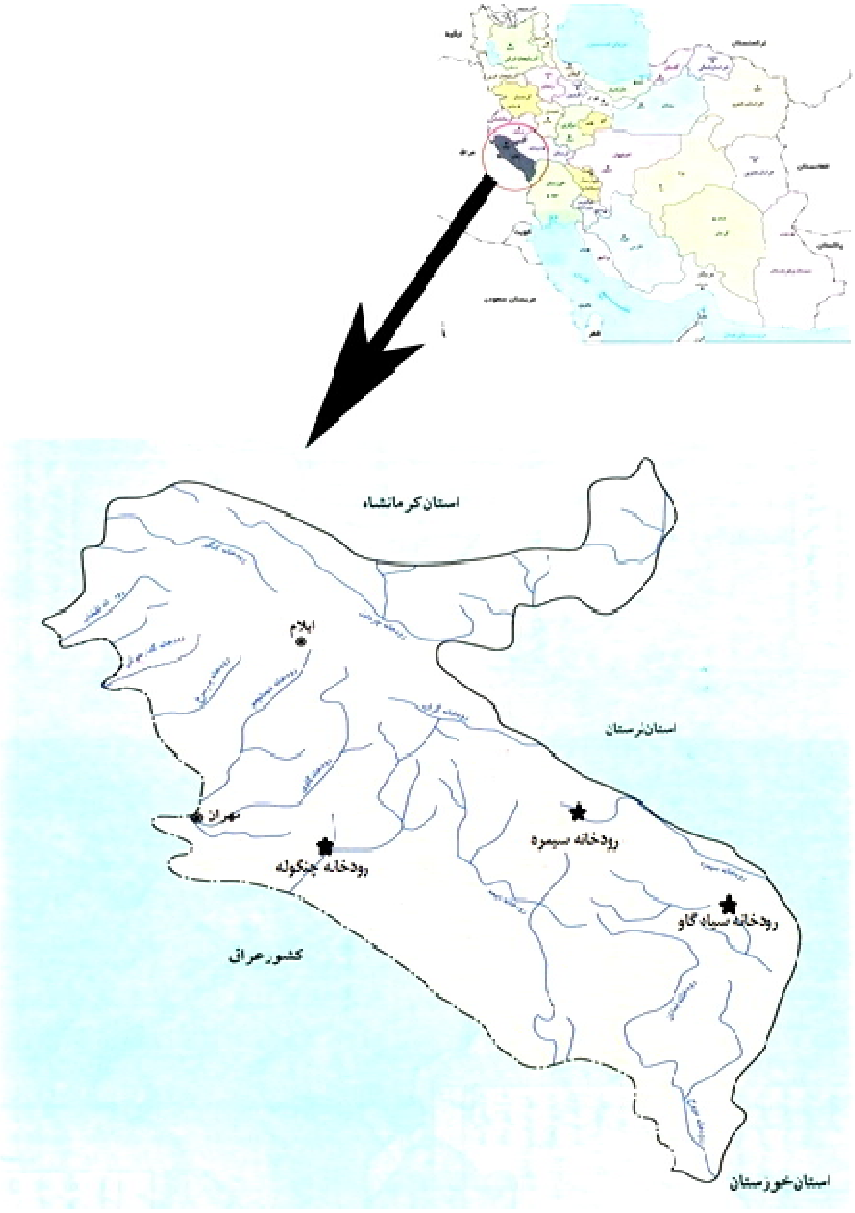
$$C.V_p = 100\sqrt{\frac{\sum S^2}{\sum X^2}} \qquad (٢)$$

C.Vp: ضریب تغییرات، S^2: واریانس ویژگی مورد مطالعه و X^2: مربع میانگین همان ویژگی مورد مطالعه

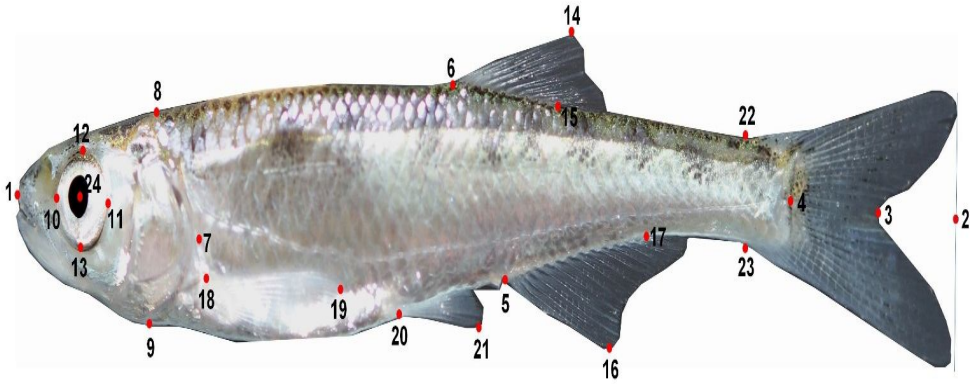
هفت صفت شمارشی شامل شعاع سخت باله‌پشتی، شعاع نرم باله‌پشتی، شعاع سخت باله مخرجی، شعاع نرم باله مخرجی، تعداد فلس‌های روی خط جانبی، تعداد فلس‌های بالای خط جانبی و تعداد فلس‌های زیرخط جانبی شمارش گردید برای تعیین اختلاف بین جمعیت‌های مورد مطالعه در هر یک از صفت‌ها، از آنالیز واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. همچنین اندازه‌گیری‌های اصلاح‌شده اندازشی و داده‌های شمارشی جهت بررسی اختلاف ریختی بین گروه‌های موردبررسی تحت تحلیل مؤلفه‌های اصلی (Principal Component Analysis) و تحلیل متغیرهای کانونی MANOVA/CVA قرار گرفت. اجرای تجزیه تحلیل‌های آماری در این مطالعه با نرم‌افزارهای SPSS Ver21، PAST Ver2.17c و Excel 2013 انجام شد.

جدول ١- نام و مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری در حوضه آبریز دجله

ردیف	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
١	رودخانه سیمره	٤٧° ٢٥´ ٢٥"	٣٣° ١٠´ ٢٢"
٢	رودخانه سیاه گاو	٤٧°٤٢'٠٤"	٣٢°٥١´٥٢"
٣	رودخانه چنگوله	٤٦°٣٤'٢٦"	٣٢°٠٢´٣٩"



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری



شکل ٢- محل اندازه‌گیری صفت‌های اندازشی روی بدن ماهی *B.mesopotamicus*

جدول ٢- صفت‌های اندازشی ماهی *B.mesopotamicus*

فاصله	صفت	فاصله	صفت
١-٢	طول کل	١٥-٦	طول پایه باله پشتی
١-٣	طول چنگالی	١٦-٥	طول باله مخرجی
١-٤	طول استاندارد	١٧-٥	طول پایه باله مخرجی
١-٥	طول پیش مخرجی	١٩-١٨	طول باله سینه‌ای
٥-٢	پس مخرجی	٢٠-١٩	طول باله شکمی
١-٦	طول پیش پشتی	٢٣-٢٢	کمترین ارتفاع بدن
٦-٢	طول پس پشتی	٢٠-٦	بیش‌ترین ارتفاع بدن
١-٧	طول سر	١٨-٥	فاصله بین باله سینه‌ای و مخرجی
٩-٨	ارتفاع سر	٢٠-١٨	فاصله بین باله سینه‌ای شکمی
١-٨	طول پس سر	٢٠-٥	فاصله بین باله شکمی و مخرجی
١-١٠	طول پیش چشمی	٤-٢	طول باله دمی
١١-٧	طول پس چشمی	١٧-٤	طول ساقه دمی
١١-١٠	قطر چشم	٢٤-٦	فاصله چشمی- پشتی
١٣-١٢	ارتفاع چشم	٦-٤	فاصله پشتی- دمی
١٤-٦	طول باله پشتی		

نتایج

بررسی نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن برای صفت‌های ریخت‌سنجی اصلاح‌شده نشان داد که ۱۰ صفت از بین ۲۹ صفت اندازه‌گیری شده در بین جمعیت‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) (جدول ۳). در بین صفت‌های مورد مطالعه، طول سر، ارتفاع سر، طول پس سر، طول پیش‌چشمی، طول پس‌چشمی و عرض چشم، طول پایه باله پشتی، ارتفاع باله مخرجی، طول سینه‌ای شکمی و سینه‌ای مخرجی در بین جمعیت‌های مورد دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). از ۷ صفت‌های شمارشی ٤ صفت‌های شعاع نرم باله مخرجی، تعداد فلس روی خط جانبی، تعداد ردیف فلس بالای خط جانبی، تعداد ردیف فلس زیرخط جانبی در برخی جمعیت‌ها دارای اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) (جدول ٤).

جدول ۳- میانگین و انحراف معیار (میلی‌متر) و نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن برای صفت‌های ریخت‌سنجی ماهی *Barilius mesopotamicus* (اعداد داخل پرانتز بیشینه- کمینه می‌باشد)

صفت	رودخانه سیمره	رودخانه چنگوله	رودخانه سیاه گاوه	میانگین کلی	P
طول کل	۵۸±۸/۱ (٤۲/۱-۷۳/۵)	٦۱/٤±۸/٤ (٤۰/۱-٦۹/۸)	۵۹/۷±٤/۸ (۵۲/۵-٦۹/٦)	۵۹/٤±۷/٦ (٤۰/۱-۷۳/۵)	-
طول چنگالی	۵۳±۷/۳ (۳۹-٦۵/۸)	۵٦/۲±۷/۷ (۳٦/۵-٦٤/۳)	۵٤/۱±٤/۲ (٤۸/۵-٦۲/۵)	۵٤/۲±٦/۹ (۳٦/۵-٦۵/۸)	-
طول استاندارد	٤۸/۸±٦/۸ (۳۵/۱-٦۱/۲)	۵۱/۹±۷/۲ (۳۲/۹-۵۹/٦)	٤۹/۸±۳/۸ (٤٤/۸-۵۷/۳)	٤۹/۹±٦/۵ (۳۲/۹-٦۱/۲)	-
طول پیش مخرجی	۳۱/۳±٤/٦ (۲۳/۱-۳۹/۷)	۳۳/٤±٤/۹ (۲۱/۱-٤۰/۲)	۳۱/۸±۲/۵ (۲۹/۳-۳۸/۱)	۳۲±٤/۳ (۲۱/۱-٤۰/۲)	۰/۸٦۰
طول پس مخرجی	۱۹/۳±۲/۹ (۱۳/۹-۲٤/۳)	۱۹/۷±۲/۹ (۱۳/۱-۲۳/۹)	۲۰/۱±۲/٤ (۱۵/۹-۲٤/۱)	۱۹/٦±۲/۸ (۱۳/۱-۲٤/۳)	۰/۰۵۵
طول پیش پشتی	۲۸±٤/۲ (۲۰/۲-۳۸/۷)	۲۹/٦±٤/۱ (۱۸/۸-۳۵/۳)	۲۸/۳±۲ (۲۵-۳۱/۹)	۲۸/۵±۳/۸ (۱۸/۸-۳۸/۷)	۰/٦۵۹
طول پس پشتی	۲۵±۳/٦ (۱۷/٦-۳۱/٦)	۲۵/۹±۳/۵ (۱۷/۵-۳۰/۱)	۲۵/۲±۳ (۲۰/۵-۲۹/۸)	۲۵/۳±۳/٤ (۱۷/۵-۳۱/٦)	۰/٦۰۹

ادامه جدول ٣-

صفت	رودخانه سیمره	رودخانه چنگوله	رودخانه سیاه گاوه	میانگین کلی	P
طول سر	١١/٢ ±١/٣^{b} (٨/٢-١٣/٤)	١٢/٢ ±١/٧^{b} (٧/٩-١٤/٦)	١٣/٣ ±١/١^{a} (١١/٥-١٥/٤)	١٢±١/٦ (٧/٩-١٥/٤)	٠/٠٠٠
ارتفاع سر	٧/٥ ±٠/٩^{c} (٥/٧-٩/٤)	٨/٤ ±١/٢^{b} (٥/٤-٩/٦)	٨/٦ ±٠/٤^{a} (٧/٨-٩/٤)	٨±١ (٥/٤-٩/٦)	٠/٠٠٠
طول پس سر	٩/٣ ±٠/٩^{c} (٦/٨٥-١٠/٨)	١٠/٢ ±١/٢^{b} (٧/٢-١١/٦)	١١ ±٠/٩^{a} (٩/٧-١٢/٦)	٩/٩±١/٢ (٦/٨-١٢/٦)	٠/٠٠٠
طول پیش چشمی	٢/٦ ±٠/٣^{a} (١/٨-٣/٣)	٢/٧ ±٠/٤^{b} (١/٩-٣/٤)	٣/٢ ±٠/٥^{b} (٢/٤-٤/٢)	٢/٧±٠/٤ (١/٨-٤/٢)	٠/٠٠٠
طول پس چشمی	٥/٩ ±٠/٩٤^{c} (٣/٧-٧/٢)	٦/٦ ±١/٠٥^{b} (٤/١-٧/٩)	٧ ±٠/٥^{a} (٦/١-٧/٩)	٦/٣±١ (٣/٧-٧/٩)	٠/٠٠٠
قطر چشم	٣ ±٠/٣^{c} (٢/٤-٣/٩)	٣/٤ ±٠/٤^{b} (٢/١-٤)	٣/٥ ±٠/٢^{a} (٣-٤)	٣/٢±٠/٤ (٢/١-٤)	٠/٠٠٠
طول پایه باله پشتی	٦/٤ ±١/٢^{b} (٤/٤-٩/٣)	٧/١ ±١/٢^{ab} (٤/٣-٨/٥)	٧/٣ ±٠/٦^{a} (٦-٨/٣)	٦/٨±١/١ (٤/٣-٩/٣)	٠/٠٢٩
ارتفاع باله پشتی	٥/٨±١ (٤-٧/٤)	٦/٤±١/١ (٣/٥-٧/٥)	٦/٢±٠/٩ (٥/١-٨/٩)	٦±١ (٣/٥-٨/٩)	٠/٤٠٥
طول پایه باله مخرجی	٦/٨±١/١ (٤/٧-٨/)	٧/٤±١/١ (٥/٢-٨/٦)	٧±٠/٥ (٦/١-٧/٩)	٧±١ (٤/٧-٨/٩)	٠/٥٨٨
ارتفاع باله مخرجی	٧/٩ ±١/٤^{b} (٥/٣-١٠/٣)	٨/٨ ±١/٥^{ab} (٥-١٠/٨)	٨/٦ ±٠/٧^{a} (٧/٥-٩/٩)	٨/٣±١/٣ (٥-١٠/٨)	٠/٠١٩
طول باله سینه‌ای	٩/٣±١/٦ (٥/٤-١٢/٦)	٩/٨±١/٧ (٥/٢-١١/٧)	٩/٩±١/١ (٧/١-١١/٧)	٩/٦±١/٥ (٥/٢-١٢/٦)	٠/٣٠٠
طول باله شکمی	٥/٩±٠/٩ (٣/٧-٧/٧)	٦/٦±١ (٤/٤-٧/٦)	٦/٣±٠/٥ (٥/٢-٧/٣)	٦/٢±٠/٩ (٣/٧-٧/٧)	٠/١٠٥
کمترین عرض بدن	٤/٣±٠/٧ (٣-٥/٦)	٤/٥±٠/٦ (٣-٥/٦)	٤/٢±٠/٤ (٣/٣-٥)	٤/٤±٠/٦ (٣-٥/٦)	٠/١٣٣

ادامه جدول ۳-

صفت	رودخانه سیمره	رودخانه چنگوله	رودخانه سیاه گاوه	میانگین کلی	P
بیشترین عرض بدن	۹/۹±۱/۹ (۶/۵-۱۲/۹)	۱۰/۶±۲ (۴/۶-۱۳/۱)	۹/۹±۰/۸ (۸/۷-۱۱/۶)	۱۰/۱±۱/۸ (۴/۶-۱۳/۱)	۰/۴۳۰
طول سینه‌ای مخرجی	۲۰/۱±۳[a] (۱۴/۱-۲۵/۳)	۲۱/۳±۳/۴[a] (۱۳/۲-۲۶/۲)	۱۸/۶±۱/۵[b] (۱۶/۴-۲۱/۹)	۲۰/۱±۳ (۱۳/۲-۲۶/۲)	۰/۰۰۰
طول سینه‌ای شکمی	۱۲/۵±۱/۹[a] (۷/۷-۱۶/۱)	۱۳±۲/۱[a] (۸/۱-۱۶)	۱۱/۲±۱[b] (۹/۷-۱۴/۱)	۱۲/۴±۱/۹ (۷/۷-۱۶/۱)	۰/۰۰۰
طول شکمی مخرجی	۷/۹±۱/۴ (۵/۱-۱۰/۲)	۸/۷±۱/۵ (۵/۳-۱۱/۴)	۷/۸±۰/۸ (۶/۸-۱۰/۳)	۸/۱±۱/۳ (۵/۱-۱۱/۴)	۰/۲۱۱
طول باله دمی	۱۲/۷±۲/۲ (۸/۵-۱۵/۸)	۱۲/۹±۲/۳ (۸/۷-۱۶/۵)	۱۳/۲±۱/۴ (۱۰/۲-۱۵/۶)	۱۲/۹±۲/۱ (۸/۵-۱۶/۵)	۰/۲۸۹
طول ساقه دمی	۸/۷±۱/۵ (۶/۱-۱۲)	۸/۸±۱/۶ (۵/۶-۱۳)	۸/۵±۱/۱ (۶/۲-۱۰/۶)	۸/۷±۱/۵ (۵/۶-۱۳)	۰/۱۳۰
ارتفاع چشم	۳/۱±۰/۳ (۲/۴-۳/۷)	۳/۲±۰/۴ (۲-۳/۹)	۳/۲±۰/۲ (۲/۸-۳/۶)	۳/۱±۰/۳ (۲-۳/۹)	۰/۵۸۸
طول چشمی پشتی	۲۳/۹±۳/۴ (۱۷/۳-۳۰/۲)	۲۵/۵±۳/۸ (۱۵/۷-۳۰)	۲۳/۷±۱/۷ (۲۰/۸-۲۷/۳)	۲۴/۳±۳/۳ (۱۵/۷-۳۰/۲)	۰/۰۶۲
طول پشتی دمی	۲۰/۹±۳/۸ (۱۴/۷-۳۰/۲)	۲۱/۲±۲/۸ (۱۳/۸-۲۴/۲)	۲۰/۵±۱/۸ (۱۷/۵-۲۴/۲)	۲۰/۹±۳/۲ (۱۳/۸-۳۰/۲)	۰/۰۴۱
وزن	۱/۳±۰/۶ (۰/۴۶-۲/۶)	۱/۵±۰/۶ (۰/۴-۲/۵)	۱/۱±۰/۱ (۰/۸-۱/۵)	۱/۳±۰/۵ (۰/۴-۲/۶)	۰/۰۲۶
ضریب تغییرات C.V$_p$	۹/۴	۱۱/۶	۹/۱	–	–

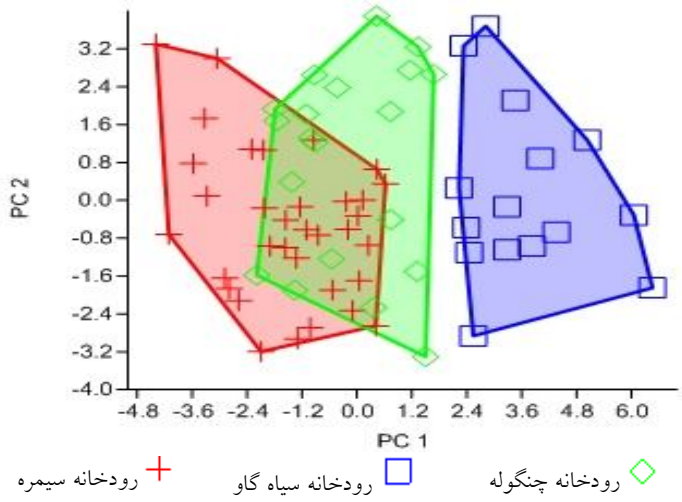
جدول ٤- میانگین و انحراف معیار (میلی‌متر) و نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون دانکن برای صفت‌های شمارشی ماهی *Barilius mesopotamicus* (اعداد داخل پرانتز بیشینه- کمینه می‌باشد)

صفت	رودخانه سیمره	رودخانه چنگوله	رودخانه سیاه گاوه	کلیه مناطق	P
شعاع سخت باله پشتی	٣±٠ (٣-٣)	٣±٠ (٣-٣)	٣±٠ (٣-٣)	٣±٠ (٣-٣)	-
شعاع نرم باله پشتی	٧/٩٨±٠/٤ (٧-٩)	٧/٤٢±٠/٥ (٧-٨)	٧±٠ (٧-٧)	٧/٧٤±٠/٥ (٧-٩)	٠/٠٠٠
شعاع سخت باله مخرجی	٣±٠ (٣-٣)	٣±٠ (٣-٣)	٣±٠ (٣-٣)	٣±٠ (٣-٣)	-
شعاع نرم باله مخرجی	١٢/١±٠/٣^{a} (١٢-١٣)	١١/٧±٠/٧^{a} (١١-١٣)	١١/٣±٠/٥^{b} (١١-١٢)	١١/٩±٠/٥ (١١-١٣)	٠/٠٠٠
تعداد فلس روی خط جانبی	٤٦/٣±٠/٧^{b} (٤٦-٥٠)	٤٧/٥±١/٣^{b} (٤٦-٤٩)	٤٨/٦±٠/٥^{a} (٤٨-٤٩)	٤٦/٨±١/٢ (٤٦-٥٠)	٠/٠٠٠
ردیف فلس بالای خط جانبی	٧/٩±٠/٢^{a} (٧-٨)	٧/٦±٠/٥^{a} (٧-٩)	٧±٠^{b} (٧-٧)	٧/٧±٠/٤ (٧-٩)	٠/٠٠٠
ردیف فلس زیرخط جانبی	٣±٠/١^{a} (٣-٤)	٣/١±٠/٣^{a} (٣-٤)	٣/٣±٠/٥^{b} (٣-٤)	٣±٠/٢ (٣-٤)	٠/٢٦٣
ضریب تغییرات C.V$_p$	٦/٤	٦/٢	٥/٣	-	-

تجزیه و تحلیل عاملی برای صفت‌های اندازشی، ٩ عامل با مقادیر ویژه بزرگ‌تر از ١ را انتخاب کرده که شامل ٧٣/٧٣ درصد تنوع صفت‌ها می‌باشد (جدول ٤). در مورد عامل اول دو صفت طول سر، ارتفاع سر، طول پس سر، قطر چشم، در عامل دوم طول پس مخرجی، طول پس پشتی، طول باله دمی، عامل سوم ارتفاع باله پشتی، عامل چهارم طول شکمی مخرجی، عامل پنجم طول باله مخرجی، ارتفاع باله مخرجی، عامل ششم بیشترین عرض بدن، عامل هفتم ارتفاع چشم، عامل هشتم طول پس پشتی و عامل نهم طول باله سینه‌ای دارای ضریب عاملی بزرگ‌تر از ٠/٧ بودند.

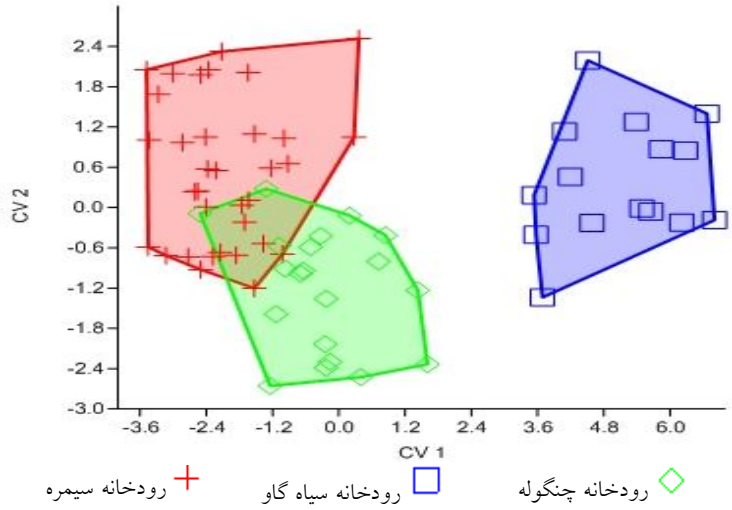
تجزیه و تحلیل عاملی برای صفت‌های شمارشی، ٢ عامل با مقادیر ویژه بزرگ‌تر از ١ را انتخاب کرده که شامل ٧٤/٧٣ درصد تنوع صفت‌های می‌باشد (جدول ٤). در مورد عامل اول صفت‌های شعاع نرم باله مخرجی، تعداد فلس روی خط جانبی، تعداد ردیف فلس بالای خط جانبی و در عامل دوم تعداد ردیف فلس زیرخط جانبی واجد ضریب عاملی بزرگ‌تر از ٠/٧ بودند.

پراکنش نقطه‌ای جمعیت‌ها بـر اسـاس عامل‌هـای اول و دوم آزمـون PCA صـفت‌های اندازشـی نشان می‌دهد جمعیت‌های رودخانه سیمره و چنگوله با وجود همپوشانی نسبی بـا یکـدیگر هیچ‌گونـه همپوشانی با جمعیت رودخانه سـیاه گـاو ندارنـد و نمونـه‌های ایـن رودخانـه به‌صـورت مجـزا قـرار گرفته‌اند.

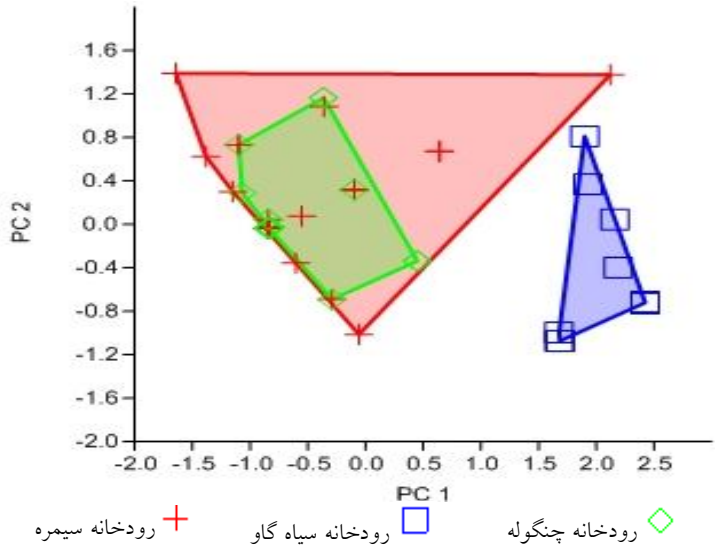


شکل ۳- نمودار پراکنش افراد بر اساس آزمون PCA صفت‌هـای اندازشـی گونـه *Barilius mesopotamicus* در ایستگاه‌های مورد مطالعه

ترسیم پراکنش نقطه‌ای جمعیت‌ها بر اساس آزمون MANOVA/CVA صفت‌های اندازشـی نیـز نتایج مشابهی مانند همانند آزمون PCA را نشان داد به‌طوری‌که طبق نتایج این آزمـون نیـز نمونـه‌های رودخانه سیمره و چنگوله همپوشانی نسبی دارند ولی به‌مراتب این همپوشـانی کمتـر از نتـایج آزمـون PCA است. نمونه‌های رودخانه سیاه گاو نیز به‌صورت مجزا از دو رودخانـه سـیمره و چنگولـه قـرار گرفتند.

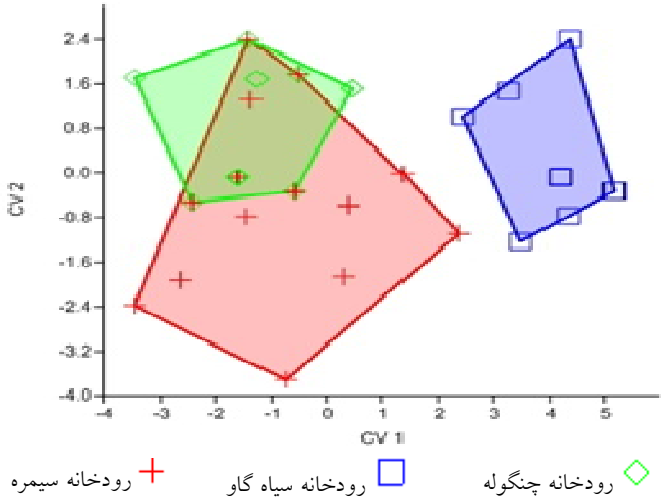


شکل ٤- نمودار پراکنش افراد بر اساس آزمون CVA صفت‌های اندازشی گونه *Barilius mesopotamicus* در ایستگاه‌های مورد مطالعه.



شکل ٥- نمودار پراکنش افراد بر اساس آزمون PCA صفت‌های شمارشی گونه *Barilius mesopotamicus* در ایستگاه‌های مورد مطالعه

پراکنش نقطه‌ای جمعیت‌ها بر اساس عامل‌های اول و دوم آزمون PCA صفت‌های شمارشی نیز نشان داد جمعیت رودخانه چنگوله با جمعیت رودخانه سیمره دارای همپوشانی کامل است اما هیچ‌گونه همپوشانی این دو جمعیت با جمعیت رودخانه سیاه گاو ندارند. آزمون MANOVA/CVA صفت‌های شمارشی نیز نشان داد جمعیت‌های رودخانه سیمره و چنگوله همپوشانی نسبی با یکدیگر دارند. نمونه‌های رودخانه سیاه گاو نیز همانند آزمون PCA به‌صورت مجزا از دو رودخانه سیمره و چنگوله قرار گرفتند.



شکل ٦- نمودار پراکنش افراد بر اساس آزمون CVA صفت‌های شمارشی گونه *Barilius mesopotamicus* در ایستگاه‌های مورد مطالعه

بحث

به‌طور کل صفت‌های ریخت‌شناسی ماهیان در مقایسه با سایر مهره‌داران بیشتر دچار تغییرات درون و بین‌گونه‌ای شده و نسبت به تغییرات ناشی از محیط حساسیت بیشتری دارند بنابراین اثرات بعضی از عامل‌های محیطی نظیر درجه حرارت، شوری، دسترسی به غذا و یا فاصله مهاجرت می‌تواند به‌طور بالقوه تفکیک ریختی ماهیان را تعیین کند (اسمیت، ١٩٩٦؛ لیندزی، ١٩٩٨؛ توران، ٢٠٠٠؛ توران و همکاران، ٢٠٠٦). مطالعه صفت‌های ریخت‌شناسی و با هدف تعریف و شناسایی واحدهای جمعیتی،

از پیشینه‌ای طولانی در دانش زیست‌شناسی ماهی برخوردار است (تودلا، ١٩٩٩؛ توران، ٢٠٠٠) درگذشته تصور می‌شد که تغییرات ریختی صرفاً ژنتیکی است. اما امروزه مشخص‌شده که منشأ این تغییرات هم محیطی و هم ژنتیکی است. پژوهش‌های اخیر مشخص کرده است که اختلافات ریخت‌شناسی بین گروه‌های مختلف ماهیان الزاماً آن‌ها را ازلحاظ ژنتیکی جدا نمی‌کند و در عوض در پاره‌ای از موارد تفاوت‌های ریخت‌شناسی صرفاً ناشی از محیط بوده و اختلافات ژنتیکی هیچ نقشی در آن ندارد (اسوین و فوته، ١٩٩٩) به‌این ترتیب نقش محیط به‌عنوان عامل اصلی تغییرات ریختی به اثبات رسیده است (تودلا، ١٩٩٩؛ توران، ٢٠٠٠).

از صفت‌های اندازشی که در بین جمعیت‌های مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌دار بود میانگین طول پایه باله پشتی است، افزایش طول پایه باله با سرعت جریان آب رابطه مستقیم دارد (اسوین و هالتبی، ١٩٨٩). افزایش طول پایه باله نشان‌دهنده سازش ماهی با جریان‌های تند آب است و این صفت سازشی باعث می‌شود تا ماهی بتواند در زیستگاه‌هایی با جریان تند راحت شنا نماید، هرچه سرعت جریان آب افزایش پیدا کند، طول قاعده باله‌ها افزایش و صفت‌های ارتفاعی کاهش پیدا می‌کند. مطابق نتایج به‌دست‌آمده طول پایه باله پشتی در دو رودخانه چنگوله و سیمره که دارای شدت‌جریان بیشتری می‌باشند از رودخانه سیاه گاو که دارای آبی با جریان آرام است بیشتر است به‌نظر می‌رسد اختلاف در سرعت و شدت‌جریان آب در رودخانه‌های سیمره و چنگوله با رودخانه سیاه گاو باعث اختلاف در این صفت است.

قطر چشم در جمعیت‌های مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بود به‌نظر می‌رسد. اندازه قطر چشم شده در رودخانه سیاه گاو بیشتر از دو ایستگاه دیگر بوده است به‌نظر می‌رسد وجود شرایط اکولوژی متفاوت مانند کدورت، شدت جریان، عمق آب و غیره در زیستگاه‌های مورد مطالعه باعث تغییر در مورفولوژی چشم نمونه‌های مورد مطالعه شده باشد. پیشتر از این نیز اسوین و هالتبی (١٩٨٩) علت تفاوت در اندازه و مورفولوژی چشم ماهیان را به عواملی محیطی و اکولوژیکی مانند نوع تغذیه، عمق زیست ماهی، وجود و یا عدم وجود نور در محیط، روش زندگی ارتباط داده بودند.

سطوح تغییرات درون جمعیتی به‌وسیله ضریب تغییرات کلی بیان شد که می‌تواند تحت تأثیر سه عامل رشد آلومتریک، وجود بیش از یک جمعیت در منطقه و یا حضور گروه‌های فنوتیپی مختلف در یک منطقه باشد (کاراکوسیس و همکاران، ١٩٩١) اثر رشد ناهمسان با استاندارد شدن داده‌ها تا حدود زیادی کاهش می‌یابد و با نمونه‌برداری از یک منطقه مشخص و محدود می‌توان از وجود جمعیت‌های

مختلف در یک ناحیه جلوگیری نمود و بنابراین احتمال اینکه قسمت عمده‌ای از تغییرات درون جمعیتی باشد در نتیجه گروه‌های فنوتیپی مختلف در منطقه بوده که احتمالاً این تفاوت‌ها در اثر شرایط متفاوت محیطی و یا تفاوت‌های ژنتیکی می‌باشد که با نتایج این مطالعه می‌توان بیان نمود که احتمالاً تفاوت‌های محیطی سبب تفاوت‌های اندازشی گردیده است. بین ضریب تغییرات و وراثت‌پذیری صفت‌های ریخت‌شناسی رابطه عکس وجود دارد. هر چه میزان ضریب تغییرات بیشتر باشد وراثت‌پذیری کاهش‌یافته و سهم تغییرات محیطی در تغییرپذیری صفت‌های ریخت‌شناسی بیشتر شود (سوله و کوزین رودی، ۱۹۸۲؛ ماموریس و همکاران، ۱۹۹۸؛ کاتسلیس و همکاران، ۲۰۰٦).

مقایسه صفت‌های اندازشی و شمارشی نشان داد که در جمعیت‌های مورد مطالعه ضریب تغییرات صفت‌های اندازشی بیشتر از صفت‌های شمارشی است، بنابراین اثر عامل‌های محیطی بر روی صفت اندازشی بیشتر است. میزان ضریب تغییرات صفت‌های اندازشی در رودخانه سیمره ۹/٤، رودخانه چنگوله ۱۱/٦، در رودخانه سیاه گاو ۹/۱ و در مقابل برای صفت‌های شمارشی در رودخانه سیمره ٦/٤، رودخانه چنگوله ٦/۲ و در رودخانه سیاه گاو ۵/۳ به‌دست آمد. میانگین ضریب تغییرات صفت‌های شمارشی در بین این دو جنسیت نشان می‌دهد که تنوع این گروه از صفت‌ها در سه جمعیت تقریباً نزدیک به هم است.

با توجه به نتایج و ترسیم نمودار حاصل از آزمون PCA و CVA/MANOVA صفت‌های اندازشی و شمارشی جمعیت دو رودخانه چنگوله و سیمره با یکدیگر همپوشانی داشته اما جمعیت رودخانه سیاه گاو در هیچ‌یک از آزمون‌های مورد استفاده دارای نقطه مشترکی با دو جمعیت دیگر نبوده است. توضیح دادن علل به‌وجود آمدن تفاوت‌های ریختی میان جمعیت‌ها بسیار دشوار است. به‌طور کل صفت‌های ریختی تحت کنترل و در هم‌کنش دو عامل شرایط محیطی و ژنتیک می‌باشند (اسوین و هالتبی، ۱۹۸۹). صفت‌های محیطی در خلال دوران اولیه تکامل ماهی غالب بوده و افراد نسبت به شرایط محیطی حساسیت بیشتری دارند. معمولاً ماهیانی که در دوران اولیه زندگی دارای شرایط محیطی مشابهی هستند از لحاظ ریختی وضعیت مشابهی دارند (پین هیرو و همکاران، ۲۰۰۵) از سوی دیگر هنگامی‌که ماهی در اوضاع محیطی جدیدی قرار گیرد، این امکان وجود دارد که تغییرات ریخت‌شناسی سریعاً در آن رخ دهد (پولت و همکاران، ۲۰۰٤) پژوهش‌های اخیر مشخص کرده است که اختلافات ریخت‌شناسی بین جمعیت‌های مختلف یک گونه می‌تواند ناشی از جدایی ژنتیکی و همچنین ناشی از اختلافات محیطی باشد (تودلا، ۱۹۹۹؛ توران، ۲۰۰۰). آب رودخانه‌های چنگوله و

سیمره از رشته کوه‌های زاگرس تأمین می‌شود و در طول سال متغییرهای کمی و کیفی آب دارای شرایط مشابه به هم و در عین حال متفاوت با رودخانه سیاه گاو است. آب رودخانه سیاه گاو از دریاچه سیاه گاو تأمین می‌شود که منشأ آن چشمه‌های زیر زمینی کف دریاچه می‌باشد که در تمام مدت سال متغیرهای کمی و کیفی آب نسبتا ثابت و کدورت آن بسیار کمتر از دو رودخانه ذکر شده است. به‌نظر می‌رسد این خصوصیت خاص دریاچه سیاه گاو و رودخانه آن باعث اختلافات گسترده‌ای در فنوتیپ جمعیت ماهیان آن نسبت به دیگر مناطق مورد مطالعه گردیده است.

بنابر نتایج به‌دست‌آمده می‌توان این‌چنین بیان کرد که صفت‌های اندازشی و شمارشی توانستند تا حدود زیادی جمعیت‌های مورد مطالعه را تفکیک کنند. بنابراین پیشنهاد می‌گردد برای مطالعه دقیق‌تر و قابل استنادتر از روش‌های مولکولی برای تفکیک جمعیت‌های *Barilus mesopotamicus* نیز استفاده گردد.

منابع

1. Bakhoum, S.A. 1994. Comparative study on length-weight relationship and condition factor of the genus *Oreochromis* in polluted and non-polluted parts of Lake Mariut Egypt. Bull. Natl. Inst. Oceanogr. Fish. (Egypt), 20(1): 201-210.
2. Coad, B.W. 2013. Freshwater Fishes of Iran. Available at http://www.briancoad.com (accessed on 12 March 2013).
3. Howes, G.J. 1991. Systematics and biogeography: an overview. In Cyprinid Fishes (P. 1-33). Springer Netherlands.
4. Karakousis, Y., Triantaphyllidis, C. and Economidis, P.S. 1991. Morphological variability among seven populations of brown trout, *Salmo trutta* L., in Greece. Journal of fish Biology, 38(6): 807-817.
5. Katselis1, G., Hotos1, G., Minos, G. and Vidalis, K. 2006. Phenotypic Affinities on Fry of Four Mediterranean Grey Mullet Species. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 6: 49-55.
6. Liao, T.Y., Kullander, S.O. and Fang, F. 2011. Phylogenetic position of rasborin cyprinids and monophyly of major lineages among the Danioninae, based on morphological characters (Cypriniformes: Cyprinidae). Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research, 49(3): 224-232.
7. Lindsey, C.C. 1988. Factors controlling meristic variation. In: Hoar, W.S., Randall, D.J. (Eds.), Fish Physiology. Academic Press, San Diego, CA, Pp: 197-274.
8. Mamuris, Z., Apostolidis, P., Panagiotaki, P., Theodorou, A.J. and Triantaphyllidisdir, C. 1998. Morphological variation between red mullet populations in Greece. Journal of Fish Biology, 52(1): 107-117.

9. Pinheiro, A., Teixeira, C.M., Rego, A.L., Marques, J.F. and Cabral, H.N. 2005. Genetic and morphological variation of *Solea lascaris* (Risso, 1810) along the Portugese coast. Fisheries Research. 73: 67-78.
10. Poulet, N., Berrebi, P., Crivelli, A.J., Lek, S. and Argillier, C. 2004. Genetic and morphometric variations in the pikeperch (*Sander lucioperca* L.) of a fragmented delta. Archiv für Hydrobiologie, 159(4): 531-554.
11. Roudbar, A.J., Rahmani, H., Esmaeili, H.R. and Vatandoust, S. 2014. Morphological variations among *Chondrostoma regium* populations in the Tigris River drainage. AACL Bioflux, 7(4): 276-285.
12. Smith, G.R. 1966. Distribution and evolution of the North American catostomid fishes of the subgenus Pantosteus, genus *Castostomus*. Miscellaneous ublications, Museum of Zoology, University of Michigan. 129p.
13. Soule, M. and Couzin-Roudy, J. 1982. Allometric variation. 2. Developmental instability of extreme phenotypes. American Naturalist 120: 765-786.
14. Swain, D.P. and 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.
15. Tudela, S. 1999. Morphological variability in a Mediterranean, genetically homogeneous population of the European anchovy, Engraulis encrasicolus. Fisheries Research. 42(1): 229-243.
16. Turan, C. 2000. Otolith shape and meristic analysis of herring (*Clupea harengus*) in the North-East Atlantic. Archive of Fishery and Marine Research, 48(3): 213-225.
17. Turan, C., Oral, M., Öztürk, B. and Düzgüneş, E. 2006. Morphometric and meristic variation between stocks of Bluefish *Pomatomus saltatrix* in the Black, Marmara, Aegean and northeastern Mediterranean Seas. Fisheries Research, 79(1): 139-147.