# بررسی تنوع و تمایز ریخت سنجی سیاه ماهی *Capoeta capoeta gracilis* در رودخانه تجن ساری

**حسین انوری فر[۲،۱]، حمید فرحمند[۱*]، حسین رحمانی[۳]، محمد علی نعمت اللهی[۱]، محمود کرمی[۴] و آرش اکبرزاده[۱]**

[۱] کرج، دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات

[۲] گرگان، دانشگاه جامع علمی کاربردی

[۳] ساری، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشکده علوم دام و شیلات، گروه شیلات

[۴] کرج، دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشکده منابع طبیعی، گروه محیط زیست

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۷ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۲۸

## چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تنوع و تمایز سیاه ماهی *Capoeta capoeta gracilis* در رودخانه تجن ساری که سد شهید رجایی در آنجا احداث گردیده، طراحی شده است. در مجموع ۶۶ قطعه ماهی که ۳۵ قطعه آن مربوط به ایستگاه بالا دست و ۳۱ قطعه آن مربوط به ایستگاه پایین دست سد بود، توسط دستگاه الکتروشوکر صید گردیدند. ۲۸ صفت ریخت سنجی مطلق و ۲۲ صفت ریخت سنجی نسبی اندازه گیری گردید. صفات ریخت سنجی قبل از تجزیه و تحلیل به جهت کاهش خطای حاصل از رشد آلومتریک استاندارد شدند. در نتایج حاصل از تحلیل واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) برای ویژگیهای ریخت سنجی اصلاح شده، ۱۶ ویژگی در بین نمونه ها در سطوح مختلف تفاوت معنی داری داشت که نشان دهنده تنوع به نسبت زیاد فنوتیپی در سیاه ماهیان دو منطقه مورد بررسی است. در مورد داده های ریخت سنجی مطلق و نسبی از آنالیز های تجزیه به مولفه های اصلی (PCA)، تابع متمایز کننده (DFA) و رسم دندروگرام استفاده گردید. بر اساس نتایج آنالیز DFA در مورد صفات ریخت سنجی نشان می دهد که جمعیت سیاه ماهیان بالا دست و پایین دست سد به میزان بسیار بالایی (۹۸.۵ درصد در مورد صفات ریخت سنجی مطلق و ۹۲/۴ در مورد صفات ریخت سنجی نسبی) از یکدیگر انشقاق یافته اند. نتایج آنالیز PCA نشان می دهد که ایستگاه بالا دست و پایین دست سد به طور معنی داری از یکدیگر متمایز گشته اند و گراف پراکنش بر اساس مؤلفه های اول و دوم نیز، این دو جمعیت را از یکدیگر متمایز نموده است. رسم دندروگرام UPGMA بر اساس فاصله اقلیدسی نیز جمعیت ایستگاههای بالا دست و پایین دست سد را از یکدیگر متمایز نمود.

**واژه های کلیدی:** *Capoeta capoeta gracilis*، تنوع و تمایز ریخت سنجی، رودخانه تجن، سد شهید رجایی

* نویسنده مسئول، تلفن: ۲۲۲۳۰۴۴-۰۲۶۱ ، پست الکترونیکی: hfarahmand@ut.ac.ir

## مقدمه

رودخانه تجن یکی از مهم ترین رودخانه های استان مازندران و حوزه دریای خزر می باشد که با سرچشمه گرفتن از ارتفاعات شمال البرز شرقی و مرکزی و عبور از مناطق کوهستانی پوشیده از جنگل، وارد شهر ساری شده و سپس به دریای خزر می ریزد (۳). این رودخانه دارای آب دائمی بوده و حدود ۳۰ کیلومتر طول دارد و میانگین آب ورودی از طریق رودخانه به دریای خزر در حدود ۱۹/۴ متر مکعب در ثانیه گزارش شده است (۴). بر روی این رودخانه سد شهید رجایی احداث گردیده که طبق طبقه بندی McAllister و همکاران (۲۰۰۱) جزء سد های بسیار



Archive of SID
www.SID.ir

بزرگ محسوب می گردد (۲۸). این سد بر روی رودخانه تجن در محلی به نام تنگه سلیمان واقع در ۴۱ کیلومتری جنوب شهر ساری در ارتفاعات البرز شمالی قرار دارد (۱۲). اثرات سد ها شامل تغییرات پایه ای در جامعه جانوری و تنوع زیستی اکوسیستم رودخانه می باشد. در پایین دست سد های بزرگ، اغلب تأثیرات منفی می باشد زیرا مسیر مهاجرت ماهیان به بالای رودخانه به وسیله سد قطع می شود. در بالادست سد تأثیرات به این گستردگی نمی باشد و مثالهایی وجود دارد که نشان می دهد تعداد گونه ها در بالای سد افزایش می یابد (۲۱ و ۳۰). بر اساس تحقیقات انجام شده بر روی رودخانه ها و سد های مربوط به آنها در شش منطقه جغرافیای از جهان که توسط Craig (2001) انجام گرفت مشخص گردید که در ۲۷ درصد موارد اثر مثبت و در ۷۳ درصد موارد سد ها تأثیر منفی بر روی تنوع زیستی ماهیان دارند (۱۸).

سیاه ماهی *Capoeta capoeta gracilis* از ماهیان خانواده Cyprinidea و بومی ایران بوده که در تمام رودخانه های آب شیرین حوضه جنوبی دریای خزر و دریاچه ارومیه پراکنش دارد (۱۰) به طوری که ماهی غالب حوزه جنوبی دریای خزر می باشد (۳۴). جنس سیاه ماهی ( *capoeta spp.*) از مرکز تا غرب آسیا پراکندگی دارد که این پراکنش شامل کشور های ترکیه، آذربایجان، افغانستان، ارمنستان، گرجستان، عراق، ایران، فلسطین اشغالی و ازبکستان می شود (۴۲). این ماهی در دریاچه ها تا عمق ۳۵ متری و در رود خانه ها در بستر های قلوه سنگی، شنی و بر روی گیاهان آبزی زیست و تخم ریزی می نماید (۱۳) و در تمام طول رودخانه با جریان آب سریع و کند یافت می شود (۴۲) و یک ماهی پوتامودروموس است (۳۴) و به لحاظ دارا بودن جیره غذایی مخصوص (گیاهخواری) فاقد رقابت غذایی با دیگر گونه های ماهیان در بسیار ی از رودخانه ها و دریاچه می باشد (۱۰) همچنین این گونه از لحاظ ماهیگیری در آبهای داخلی، آبزی پروری، صید ورزشی و مطالعات جغرافیای جانوری مهم می باشد (۳۳).

با توجه به اینکه سیاه ماهی *C. c. gracilis* یکی از ماهیان بسیار مهم در رودخانه های حوزه دریای خزر می باشد، شواهدی وجود دارد مبنی بر اینکه این ماهی در رودخانه های مختلف از یکدیگر به دلیل جدایی جغرافیایی جدا شده اند (۱۶، ۳۳ و ۳۴). سیاه ماهی *C. c. gracilis* ماهی غالب حوزه جنوب دریای خزر می باشد. شواهدی وجود دارد که نشان می دهد این ماهی در قسمت های مختلف حوزه دریای خزر از لحاظ جغرافیایی انشقاق یافته است اما اطلاعات ریخت سنجی بسیار کمی وجود دارد که نشان دهنده تمایز این گونه است. با وجود اینکه ثابت گردیده جدایی جغرافیایی سبب تمایز جمعیتهای *C. c. gracilis* می شود ولی تا به حال بر روی جدایی جمعیتها در درون یک رودخانه مطالعه ای صورت نگرفته است. هدف این مطالعه بررسی اثر سد به عنوان یک مانع فیزیکی ساخت بشر، روی تنوع و تمایز سیاه ماهی در رودخانه تجن ساری می باشد.

## مواد و روشها

این مطالعه بر روی رودخانه تجن ساری که سد مخزنی شهید رجایی در آن واقع گردیده، صورت گرفته است. در این مطالعه دو ایستگاه یکی در بالا دست سد و دیگری در پایین دست سد انتخاب گردید که هر دو ایستگاه در مسیر اصلی رودخانه تجن قرار دارند. ایستگاه بالا دست سد دارای موقعیت جغرافیایی″۲۴.۹۱ ′۱۱ °۳۶ شمالی و ″۳۲.۱۳ ′۱۹ °۵۳ شرقی و ایستگاه پایین دست سد (بعد از سد) ″۱۵.۳۶ ′۱۶ °۳۶ شمالی و ″۵۱.۴۴ ′۱۲ °۵۳ شرقی می باشد (شکل ۱). در این بررسی نمونه برداری از ماهیان با استفاده از دستگاه الکتروشوکر با قدرت W ۱ و با جریان مستقیم و ولتاژ V ۳۰۰-۲۰۰ انجام گرفت. جهت مطالعات مورفومتریک، ماهیان صید شده در فرمالین ۱۰ درصد تثبیت شدند و برای مطالعات بعدی به آزمایشگاه انتقال یافتند. در مجموع تعداد ۶۶ نمونه ماهی زیست سنجی کامل گردیدند که از این تعداد ۳۵ نمونه ماهی

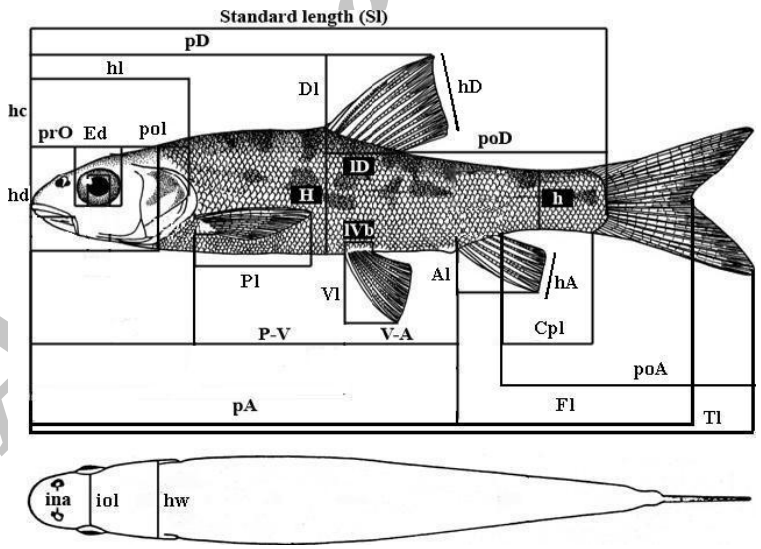


Archive of SID

www.SID.ir

مربوط به ایستگاه بالا دست (ایستگاه اول) و ۳۱ نمونه ماهی مربوط به ایستگاه دوم بودند. به منظور زیست سنجی ماهیان از کولیس دیجیتالی با دقت یک هزارم میلی متر استفاده گردید. برای تعیین تنوع ریخت شناسی بین دو ایستگاه، ۲۸ صفت ریخت شناسی مطلق که بر اساس مطالعات Coad (۲۰۰۸)، Samaee و همکاران (۲۰۰۹) و رحمانی و عبدلی (۱۳۸۷) بر روی سیاه ماهی و دیگر ماهیان صورت گرفت، با کمی تغییر انتخاب گشتند (شکل ۲) (۷، ۱۷ و ۳۴).

شکل ۱- موقعیت مکانهای نمونه گیری در بالا دست (۱) و پایین دست (۲) سد شهید رجایی در رودخانه تجن ساری (اصلاح شده از Samaee *et al.*, 2009)




شکل ۲- پارامتر های ریخت سنجی سیاه ماهی. این فواصل بر اساس مطالعاتSamaee و همکاران(۲۰۰۹) و Coad (۲۰۰۸) بر روی سیاه ماهی و دیگر ماهیان انتخاب گشته اند. این فواصل شامل طول کل(TL)، طول چنگالی(FL)، طول استاندارد(SL)، ارتفاع بدن(H)، طول ساقه دمی(Cpl)، ارتفاع ساقه دمی(h)، طول سر(hl)، عرض سر(hw)، ارتفاع سر(hd)، طول پوزه(prO)، قطر چشم(Ed)، فاصله پشت چشم تا انتهای سرپوش آبشش(pol)، فاصله بین دو حدقه چشم(iol)، طول فک بالایی(maxl)، طول فک پائینی(manl)، فاصله ابتدای باله پشتی تا نوک پوزه(pD)، فاصله انتهای باله پشتی تا انتهای باله دمی(poD)، فاصله نوک پوزه تا ابتدای باله مخرجی(pA)، فاصله انتهای باله مخرجی تا انتهای باله دمی(poA)، طول باله پشتی(Dl)، ارتفاع باله پشتی(hD)، پایه باله پشتی(lD)، طول باله مخرجی(hA)، پایه باله مخرجی(Al)، ارتفاع باله مخرجی(Ah)، طول باله شکمی(Vl)، طول باله سینه ای(Pl) و فاصله بین باله های شکمی و سینه ای(P-V).



www.SID.ir

**آنالیز داده های ریخت سنجی مطلق و نسبی:** از آنجا که ویژگیهای ریخت شناسی برخلاف ویژگیهای شمارشی در سرتاسر دوران زندگی ثابت نمی باشد و با اندازه بدن ماهی ارتباط دارد و به طور پیوسته ای با افزایش اندازه بدن تغییر می کند (۳۱) بنابراین باید اثر اندازه ها را حذف نمود چرا که اختلاف بین گروهها می بایست ناشی از اختلاف شکل بدن باشد نه اختلاف در اندازه نسبی آنها (۴۰). به همین دلیل به منظور حذف اندازه، از داده های مورفومتریک قبل از تجزیه و تحلیل به کمک فرمول بکام استاندارد شدند (۱۵). استاندارد کردن داده های مورفومتریک تغییرات ناشی از رشد آلومتریک را کاهش خواهد داد (۶ و ۲۴).

$$M_{(t)} = M_{(o)} (L/ L_{(o)})^b$$

$M_t$: مقادیر استاندارد شده صفات؛ $M_o$: طول صفات مشاهده شده؛ L: میانگین طول استاندارد برای کل نمونه و برای همه مناطق؛ $L_o$: طول استاندارد هر نمونه؛ b: ضریب رگرسیونی بین log Mo و log Lo برای هر منطقه

سپس کارآیی داده های اصلاح شده از طریق آزمون معنی دار بودن همبستگی بین متغیر اصلاح شده و طول استاندارد مورد سنجش قرار گرفت. معنی دار نبودن این همبستگی نشان دهنده حذف کامل اثر اختلاف اندازه از داده ها می باشد (۳۸). برای یکنواختی واریانس و توزیع نرمال داده ها، به ترتیب از آزمونهای تک متغیره لون (Leven test for Equality of Variances) و آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده گردید. میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات چند متغیره کلیه صفات ریخت سنجی مطلق و نسبی در هر منطقه محاسبه شدند و در بین مناطق نیز به وسیله تست تی(t-test) مقایسه شدند (۵). برای تعیین اختلاف بین جمعیتهای مورد مطالعه در هر یک از صفات از آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) و آزمون دانکن استفاده گردید (۲۷).

برای جدا سازی جمعیتها با استفاده از رابطه ماتریسی خصوصیات ریخت شناسی مطلق و نسبی، از تجزیه و تحلیل تابع متمایز کننده (Discriminant Factor analysis) (DFA)و آزمون تجزیه به مؤلفه های اصلی (Principle components Analyze) (PCA) انجام شد و در مورد هر یک از صفات استخراج شده، صفات اصلی مشخص گردید (۱ و ۲) البته در تجزیه به عاملها از ضریب (Kaiser-Meyer-Olkin KMO) (ضریب کایزر) نیز استفاده گردید که اگر مقدار این ضریب بزرگتر از ۶/. باشد بیان کننده این است که روش تجزیه به عاملها مناسب است (۲). همچنین دندروگرام صفات ریخت سنجی مطلق و نسبی بر اساس فاصله اقلیدسی توسط نرم افزار NTsys رسم گردید. همچنین از نرم افزار های SPSS ، Excel و Statisca برای تمامی تجزیه و تحلیلهای آماری و ترسیمی استفاده گردید.

## نتایج

در ۶ صفت از ۲۸ صفت ریخت شناسی مطلق دوشکلی جنسی مشاهده گردید (طول سر، ارتفاع سر، فاصله پشت چشم تا انتهای سرپوش آبشش، طول فک بالایی، فاصله انتهای باله مخرجی تا انتهای باله دمی و طول باله مخرجی) ($p\leq 0.05$) بنابراین برای اینکه محاسبات بر روی ترکیبی از دو جنس نر و ماده صورت گیرد، بین جنسیت و ایستگاه نمونه گیری با صفات ریخت سنجی مطلق آنالیز ANCOVA و ANOVA گرفته شد (۲۲ و ۳۷) که در این صورت به جز یک صفت (ارتفاع بدن)، باقی صفات ریخت سنجی رابطه معنی داری با اثر متقابل جنسیت و ایستگاه نمونه گیری نداشتند (صفت ارتفاع بدن در حالت اول نیز رابطه ای با جنسیت نداشت بنابراین نادیده گرفته شد) به همین دلیل تمام محاسبات ریخت شناسی برای دو جنس نر و ماده با هم انجام گرفت ($p\geq 0.05$) (جدول ۱- الف).

میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات برای ۲۸ صفت ریخت شناسی مطلق در بالا دست و پایین دست سد شهید رجایی در رودخانه تجن در جدول ۱- ب آورده شده است. همواره میزان ضریب تغییرات کلی کمتر از ۲۵



Archive of SID
www.SID.ir

درصد بوده است. آزمون لون در مورد صفات ریخت سنجی مطلق نشان داد که تمامی صفات به غیر از عرض سر دارای واریانس یکنواخت می باشند ($p\geq 0.05$) ولی در مورد صفات ریخت شناسی نسبی آزمون لون نشان داد که تمامی صفات به غیر از ۵ صفت نسبت طول استاندارد به طول ساقه دمی، نسبت طول سر به پشت چشم تا سرپوش آبششی، نسبت طول سر به ارتفاع باله پشتی، نسبت طول ساقه دمی به ارتفاع ساقه دمی و نسبت ارتفاع بدن به طول ساقه دمی دارای واریانس یکنواخت می باشند ($p\geq 0.05$)

از صفات ریخت سنجی مطلق مورد بررسی، ۱۶ صفت که عبارتند از ارتفاع بدن، طول ساقه دمی، ارتفاع ساقه دمی، ارتفاع سر، قطر چشم، فاصله پشت چشم تا انتهای سرپوش آبشش، فاصله بین دو حدقه چشم، طول فک پائینی، فاصله ابتدای باله پشتی تا نوک پوزه، فاصله انتهای باله پشتی تا انتهای باله دمی، طول باله پشتی، ارتفاع باله پشتی، پایه باله پشتی، ارتفاع باله مخرجی، طول باله شکمی و طول باله سینه ای در دو ایستگاه مورد مطالعه در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری مشاهده گردید ($P\leq 0.05$) (جدول ۲). در مورد صفات ریخت شناسی نسبی ۱۱ صفت که عبارتند از نسبت طول استاندارد به ارتفاع بدن، نسبت طول استاندارد به طول باله سینه ای، نسبت طول استاندارد به طول باله شکمی، نسبت طول استاندارد به طول ساقه دمی، نسبت طول سر به قطر چشم، نسبت طول سر به ارتفاع باله پشتی، نسبت طول سر به ارتفاع بله مخرجی، نسبت طول سر به ارتفاع باله سینه ای، نسبت طول سر به ارتفاع باله شکمی، نسبت طول ساقه دمی به ارتفاع ساقه دمی و نسبت ارتفاع بدن به طول ساقه دمی در دو ایستگاه مورد مطالعه در سطح ۵ درصد اختلاف معنی داری مشاهده گردید ($P\leq 0.05$) (جدول ۲).

جدول ۱- الف) نتایج ANOVA در مورد دو شکلی جنسی ب) میانگین و انحراف معیار صفات ریخت سنجی مطلق در سیاه ماهی *C. c. gracilis* رودخانه تجن ساری در دو ایستگاه بالا دست و پایین دست سد شهید رجایی

| صفات ریخت سنجی مطلق | الف | | | | ب | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *P* value | | | | بالا دست سد (ایستگاه اول) | پایین دست سد (ایستگاه دوم) |
| | اثر جنسیت | اثر منطقه | اثر متقابل جنسیت * منطقه | | انحراف معیار ± میانگین | انحراف معیار ± میانگین |
| طول کل | ۰.۴۲۴ | ۰.۰۹۲ | ۰.۵۶۸ | | ۱۱۷.۲۹۴±۱۷.۶۴۸ | ۱۲۸.۴۴۰±۳۴.۵۵۴ |
| طول فورک | ۰.۵۵۶ | ۰.۱۱۹ | ۰.۵۱۶ | | ۱۰۸.۱۵۱±۱۶.۳۴۹ | ۱۱۷.۶۸۶±۳۲.۱۲۳ |
| طول استاندارد | ۰.۵۶۲ | ۰.۱۴۴ | ۰.۵۳۲ | | ۹۷.۲۶۵±۱۵.۹۰۵ | ۱۰۵.۴۹۲±۲۹.۹۴۵ |
| ارتفاع بدن | ۰.۳۶۴ | ۰.۰۰۰ | ۰.۰۳۷ | | ۲۳.۹۶۶±۱.۶۱۲ | ۲۶.۸۹۱±۱.۵۱۴ |
| طول ساقه دمی | ۰.۴۵۹ | ۰.۰۰۰ | ۰.۴۷۷ | | ۱۳.۷۴۴±۴.۳۴۷ | ۲۰.۲۴۰±۱.۲۵۵ |
| ارتفاع ساقه دمی | ۰.۱۵۰ | ۰.۰۰۸ | ۰.۲۴۱ | | ۱۱.۲۵۶±./۷۹۶ | ۱۱.۶۸۰±./۶۷۴ |
| طول سر | ۰.۰۴۲ | ۰.۰۳۸ | ۰.۶۹۲ | | ۲۳.۶۱۱±./۸۶۸ | ۲۳.۹۰۴±./۷۶۶ |
| عرض سر | ۰.۱۳۸ | ۰.۶۶۳ | ۰.۸۰۶ | | ۱۶.۴۴۵±۲.۹۷۶ | ۱۶.۳۳۴±./۹۹۸ |
| ارتفاع سر | ۰.۰۰۵ | ۰.۰۰۳ | ۰.۶۴۶ | | ۱۷.۴۸۴±./۸۷۵ | ۱۷.۹۲۱±./۷۶۷ |
| طول پوزه | ۰.۷۸۹ | ۰.۸۸۶ | ۰.۹۹۰ | | ۸.۷۷۸±./۷۰۳ | ۸.۷۱۱±./۷۶۶ |
| قطر چشم | ۰.۳۱۵ | ۰.۸۰۲ | ۰.۵۱۹ | | ۴.۴۲۵±./۳۱۷ | ۴.۶۵۱±./۳۴۲ |
| فاصله پشت چشم تا انتهای سرپوش آبشش | ۰.۴۰۷ | ۰.۰۲۲ | ۰.۴۲۵ | | ۱۱.۵۸۳±./۸۲۴ | ۱۱.۹۷۷±./۴۸۲ |
| فاصله بین دو حدقه چشم | ۰.۲۴۳ | ۰.۰۷۷ | ۰.۶۴۹ | | ۹.۶۶۳±./۵۶۱ | ۹.۹۳۷±./۵۴۴ |



Archive of SID

www.SID.ir

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| طول فک بالایی | ۰.۰۳۱ | ۰.۷۹۸ | ۰.۹۹۰ | ۷.۴۴۲±./۶۰۹ | ۷.۲۹۶±./۵۹۱ |
| طول فک پائینی | ۰.۰۷۷ | ۰.۰۷۸ | ۰.۴۰۱ | ۷.۱۷۰±./۷۲۸ | ۶.۶۶۰±./۵۹۲ |
| فاصله ابتدای باله پشتی تا نوک پوزه | ۰.۴۶۶ | ۰.۰۱۹ | ۰.۱۰۰ | ۵۰.۰۱۴±۱.۷۸۴ | ۵۱.۶۴۲±۱.۸۱۷ |
| فاصله انتهای باله پشتی تا انتهای باله دمی | ۰.۱۷۲ | ۰.۳۶۹ | ۰.۱۴۴ | ۵۹.۲۴۰±۱.۷۸۲ | ۶۱.۱۲۲±۳.۳۶۹ |
| فاصله نوک پوزه تا ابتدای باله مخرجی | ۰.۵۱۱ | ۰.۱۴۲ | ۰.۹۱۶ | ۷۵.۷۲۷±۳.۱۶۸ | ۷۷.۳۲۵±۴.۶۴۲ |
| فاصله انتهای باله مخرجی تا انتهای باله دمی | ۰.۰۳۳ | ۰.۱۰۰ | ۰.۷۸۵ | ۳۹.۸۷۷±۳.۳۸۵ | ۴۰.۴۷۴±۲.۴۳۶ |
| طول باله پشتی | ۰.۸۰۴ | ۰.۰۰۹ | ۰.۶۴۷ | ۲۰.۴۰۵±۱.۸۸۸ | ۲۱.۹۰۶±۱.۲۶۰ |
| ارتفاع باله پشتی | ۰.۲۲۸ | ۰.۰۰۰ | ۰.۳۰۹ | ۱۲.۸۵۲±۲.۳۰۳ | ۱۷.۶۶۴±۲.۴۱۴ |
| پایه باله پشتی | ۰.۰۸۹ | ۰.۰۰۱ | ۰.۵۷۵ | ۱۴.۲۰۰±./۹۶۲ | ۱۵.۷۸۰±۱.۱۵۱ |
| طول باله مخرجی | ۰.۰۰۰ | ۰.۰۳۸ | ۰.۶۴۱ | ۱۸.۰۲۴±۱.۸۶۸ | ۱۸.۰۱۱±۱.۳۶۷ |
| ارتفاع باله مخرجی | ۰.۶۲۱ | ۰.۰۰۱ | ۰.۹۶۷ | ۹.۶۲۰±۲.۱۱۷ | ۱۲.۲۹۷±۱.۷۷۹ |
| پایه باله مخرجی | ۰.۷۵۵ | ۰.۶۹۰ | ۰.۱۸۸ | ۸.۴۲۶±۱.۰۵۴ | ۸.۳۵۱±./۸۸۹ |
| طول باله شکمی | ۰.۲۸۰ | ۰.۰۰۶ | ۰.۰۶۸ | ۱۵.۹۴۹±۱.۰۸۶ | ۱۷.۳۳۵±./۹۱۳ |
| طول باله سینه ای | ۰.۸۵۵ | ۰.۰۰۳ | ۰.۳۶۸ | ۱۹.۳۱۹±۱.۱۸۲ | ۲۰.۶۵۷±۱.۱۰۴ |
| فاصله بین باله های شکمی و سینه ای | ۰.۵۱۰ | ۰.۵۶۹ | ۰.۴۶۰ | ۱۳.۲۵۷±۲.۰۸۴ | ۱۲.۳۰۵±۲.۶۸۲ |
| **ضریب تغییرات($C.V._p$)** | | | | ۱۳.۲۷۰۸۴ | ۱۴.۸۰۶۴۴ |

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس صفات ریخت سنجی مطلق و نسبی سیاه ماهی *C. c. gracilis* در ایستگاههای بالا دست و پایین دست سد شهید رجایی در رودخانه تجن ساری

| صفات(متغیر) مورد بررسی | F محاسباتی | مقدار P (Sig.) |
|---|---|---|
| طول کل | ۲.۸۱۶ | ۰.۰۹۸ |
| طول فورک | ۲.۳۸۹ | ۰.۱۲۷ |
| طول استاندارد | ۲.۰۰۶ | ۰.۱۶۲ |
| ارتفاع بدن | ۵۷.۲۷۳ | ۰ |
| طول ساقه دمی | ۶۴.۳۴۵ | ۰ |
| ارتفاع ساقه دمی | ۵.۳۹ | ۰.۰۲۳ |
| طول سر | ۲.۰۷۹ | ۰.۱۵۴ |
| عرض سر | ۰.۰۴ | ۰.۸۴۳ |
| ارتفاع سر | ۴.۵۸۱ | ۰.۰۳۶ |
| طول پوزه | ۰.۱۳۸ | ۰.۷۱۱ |
| قطر چشم | ۷.۷۵۱ | ۰.۰۰۷ |
| فاصله پشت چشم تا انتهای سرپوش آبشش | ۵.۴۴۳ | ۰.۰۲۳ |
| فاصله بین دو حدقه چشم | ۴.۰۳۱ | ۰.۰۴۹ |
| طول فک بالایی | ۰.۹۶۷ | ۰.۳۲۹ |
| طول فک پائینی | ۹.۵۸۶ | ۰.۰۰۳ |
| فاصله ابتدای باله پشتی تا نوک پوزه | ۱۳.۴۵۹ | ۰ |
| فاصله انتهای باله پشتی تا انتهای باله دمی | ۸.۳۰۶ | ۰.۰۰۵ |



Archive of SID

www.SID.ir

| | | |
|---|---|---|
| فاصله نوک پوزه تا ابتدای باله مخرجی | ۲.۷۲ | ۰.۱۰۴ |
| فاصله انتهای باله مخرجی تا انتهای باله دمی | ۰.۶۶۱ | ۰.۴۱۹ |
| طول باله پشتی | ۱۴.۰۴۵ | ۰ |
| ارتفاع باله پشتی | ۶۸.۷۵۸ | ۰ |
| پایه باله پشتی | ۳۶.۸۰۸ | ۰ |
| طول باله مخرجی | ۰.۰۰۱ | ۰.۹۷۵ |
| ارتفاع باله مخرجی | ۳۰.۴۸ | ۰ |
| پایه باله مخرجی | ۰.۰۹۵ | ۰.۷۵۹ |
| طول باله شکمی | ۳۰.۹۸۹ | ۰ |
| طول باله سینه ای | ۲۲.۳۹۵ | ۰ |
| فاصله بین باله های شکمی و سینه ای | ۲.۶۲۳ | ۰.۱۱ |
| نسبت طول استاندارد به طول سر | ۰.۰۱۱ | ۰.۹۱۴ |
| نسبت طول استاندارد به ارتفاع سر | ۰.۷۳۵ | ۰.۳۹۴ |
| نسبت طول استاندارد به ارتفاع بدن | ۲۲.۷۷ | ۰ |
| نسبت طول استاندارد به طول باله سینه ای | ۸.۱۳۴ | ۰.۰۰۵ |
| نسبت طول استاندارد به طول باله شکمی | ۱۲.۴۳ | ۰ |
| نسبت طول استاندارد به جلوی باله پشتی تا پوزه | ۱.۷۶۱ | ۰.۱۸۹ |
| نسبت طول استاندارد به طول ساقه دمی | ۶۴.۶۸ | ۰ |
| نسبت طول استاندارد به ارتفاع ساقه دمی | ۱.۸۲۳ | ۰.۱۸۱ |
| نسبت طول سر به ارتفاع سر | ۱.۷۹۱ | ۰.۱۸۵ |
| نسبت طول سر به عرض سر | ۰.۰۰۲ | ۰.۹۵۸ |
| نسبت طول سر به طول پوزه | ۱.۵۷۷ | ۰.۲۱۳ |
| نسبت طول سر به قطر چشم | ۳.۷۱۱ | ۰.۰۵۸ |
| نسبت طول سر به فاصله بین دو چشم | ۱.۱۴۳ | ۰.۲۸۸ |
| نسبت طول سر به پشت چشم تا سرپوش آبششی | ۳.۱۴۷ | ۰.۰۸۰ |
| نسبت طول سر به ارتفاع باله پشتی | ۴۹.۹۸۸ | ۰ |
| نسبت طول سر به ارتفاع بله مخرجی | ۲۸.۸۳۲ | ۰ |
| نسبت طول سر به ارتفاع باله سینه ای | ۱۴.۸۵۱ | ۰ |
| نسبت طول سر به ارتفاع باله شکمی | ۲۱.۱۵۷ | ۰ |
| نسبت طول ساقه دمی به ارتفاع ساقه دمی | ۳۷.۵۳۹ | ۰ |
| اختلاف طول باله های سینه ای و شکمی نسبت به طول باله سینه ای | ۱.۲۲۱ | ۰.۲۷۳ |
| نسبت ارتفاع بدن به طول ساقه دمی | ۴۲.۲۸۷ | ۰ |
| نسبت طول باله سینه ای به طول باله شکمی | ۱.۶۱۴ | ۰.۲۰۸ |

Archive of SID



www.SID.ir

جدول ۳- مقادیر ویژه، درصد واریانس و عوامل استخراجی صفات ریخت سنجی مطلق جمعیتهای سیاه ماهی *Capoeta c. gracilis* در ایستگاههای بالا دست و پایین دست سد شهید رجایی در رودخانه تجن ساری

| فاکتور | مقدار ویژه | درصد واریانس | درصد تجمعی واریانس |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۶.۳۱۴ | ۲۳.۳۸۷ | ۲۳.۳۸۷ |
| ۲ | ۳.۴۰۷ | ۱۲.۶۲۰ | ۳۶.۰۰۷ |
| ۳ | ۲.۱۰۴ | ۷.۷۹۵ | ۴۳.۸۰۲ |
| ۴ | ۱.۹۷۸ | ۷.۳۲۶ | ۵۱.۱۲۹ |
| ۵ | ۱.۹۱۹ | ۷.۱۰۹ | ۵۸.۲۳۸ |
| ۶ | ۱.۳۴۶ | ۴.۹۸۸ | ۶۳.۲۲۷ |
| ۷ | ۱.۲۲۹ | ۴.۵۵۴ | ۶۷.۷۸۲ |
| ۸ | ۱.۰۲۵ | ۳.۷۹۶ | ۷۱.۵۷۹ |

| صفت | فاکتور اول | فاکتور دوم | فاکتور سوم | فاکتور چهارم | فاکتور پنجم | فاکتور ششم | فاکتور هفتم | فاکتور هشتم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طول کل | -۰.۰۱۲ | -۰.۰۰۸ | ۰.۵۰۰ | -۰.۰۰۶ | -۰.۰۰۲ | ۰.۰۰۵ | ۰.۰۰۸ | -۰.۰۰۶ |
| طول فورک | -۰.۰۰۷ | -۰.۰۲۲ | ۰.۵۰۲ | -۰.۰۰۸ | ۰.۰۱۸ | ۰.۰۱۰ | ۰.۰۱۳ | -۰.۰۰۱ |
| ارتفاع بدن | ۰.۱۲۹ | ۰.۰۳۱ | -۰.۰۱۸ | -۰.۰۴۹ | ۰.۰۴۶ | -۰.۱۳۳ | -۰.۱۲۱ | ۰.۱۹۷ |
| طول ساقه دمی | ۰.۱۸۵ | -۰.۱۱۶ | ۰.۰۱۵ | ۰.۰۰۳ | ۰.۰۴۵ | ۰.۰۳۰ | ۰.۰۲۷ | -۰.۲۱۶ |
| ارتفاع ساقه دمی | ۰.۰۲۵ | ۰.۱۴۰ | -۰.۰۳۰ | -۰.۰۳۶ | -۰.۰۸۵ | -۰.۱۹۱ | ۰.۰۲۹ | ۰.۳۱۷ |
| طول سر | -۰.۰۶۶ | ۰.۲۳۷ | ۰.۰۰۱ | ۰.۱۲۰ | -۰.۰۱۲ | -۰.۰۴۸ | -۰.۱۵۰ | -۰.۰۲۴ |
| عرض سر | ۰.۰۵۱ | -۰.۱۶۱ | ۰.۰۰۴ | ۰.۰۴۹ | ۰.۵۵۲ | -۰.۰۶۰ | -۰.۰۵۳ | -۰.۰۰۷ |
| ارتفاع سر | -۰.۰۴۹ | ۰.۲۷۰ | -۰.۰۰۶ | ۰.۰۰۵ | -۰.۱۹۲ | -۰.۰۳۶ | ۰.۰۶۱ | -۰.۰۵۳ |
| طول پوزه | -۰.۱۰۷ | ۰.۲۸۵ | ۰.۰۰۴ | -۰.۰۲۴ | -۰.۰۷۶ | ۰.۱۴۵ | -۰.۱۷۶ | ۰.۰۰۰ |
| قطر چشم | ۰.۰۵۱ | ۰.۰۰۷ | -۰.۰۰۵ | ۰.۱۰۹ | ۰.۱۴۱ | -۰.۰۶۳ | -۰.۴۹۰ | ۰.۰۸۰ |
| فاصله پشت چشم تا انتهای سرپوش آبششی | ۰.۰۳۲ | ۰.۰۷۸ | -۰.۰۰۴ | -۰.۰۲۴ | -۰.۱۱۴ | -۰.۲۵۶ | ۰.۲۷۲ | -۰.۰۳۴ |
| فاصله بین دو حدقه چشم | ۰.۰۰۹ | ۰.۱۴۵ | -۰.۰۱۱ | ۰.۰۰۶ | ۰.۰۱۱ | ۰.۱۱۱ | ۰.۰۳۵ | ۰.۲۵۱ |
| طول فک بالایی | -۰.۰۰۶ | ۰.۰۳۷ | ۰.۰۰۵ | -۰.۱۳۷ | ۰.۳۹۵ | ۰.۰۸۸ | -۰.۰۷۹ | ۰.۰۸۶ |
| طول فک پائینی | -۰.۰۵۲ | ۰.۰۷۰ | ۰.۰۱۰ | -۰.۱۰۶ | ۰.۲۲۷ | ۰.۱۳۵ | ۰.۱۴۰ | -۰.۰۷۰ |
| فاصله ابتدای باله پشتی تا نوک پوزه | ۰.۰۶۲ | ۰.۰۹۰ | -۰.۰۰۹ | ۰.۰۱۴ | ۰.۰۴۷ | ۰.۰۶۰ | ۰.۱۰۱ | -۰.۰۲۵ |
| فاصله انتهای باله پشتی تا انتهای باله دمی | ۰.۱۱۷ | ۰.۰۰۵ | ۰.۰۰۸ | -۰.۳۴۰ | ۰.۰۸۳ | -۰.۱۴۶ | -۰.۰۲۵ | ۰.۲۰۹ |
| فاصله نوک پوزه تا ابتدای باله مخرجی | -۰.۰۳۴ | ۰.۰۴۹ | -۰.۰۰۱ | ۰.۴۴۳ | -۰.۱۱۶ | ۰.۱۰۸ | ۰.۰۲۹ | ۰.۰۶۸ |
| فاصله انتهای باله مخرجی تا انتهای باله دمی | -۰.۰۱۰ | -۰.۰۱۸ | -۰.۰۰۵ | ۰.۲۸۹ | ۰.۱۹۰ | -۰.۱۸۵ | ۰.۰۵۹ | ۰.۰۱۰ |
| طول باله پشتی | ۰.۱۰۸ | -۰.۰۴۴ | ۰.۰۰۶ | ۰.۱۵۸ | ۰.۰۲۹ | ۰.۰۵۹ | -۰.۰۸۰ | ۰.۲۳۴ |
| ارتفاع باله پشتی | ۰.۲۱۳ | -۰.۱۱۵ | -۰.۰۱۸ | -۰.۱۲۸ | ۰.۰۳۵ | -۰.۰۶۷ | ۰.۰۲۲ | -۰.۱۵۵ |
| پایه باله پشتی | ۰.۱۹۱ | -۰.۱۰۱ | ۰.۰۰۱ | -۰.۰۷۳ | ۰.۰۲۵ | ۰.۱۳۱ | ۰.۰۵۹ | -۰.۰۱۶ |
| طول باله مخرجی | ۰.۰۵۱ | -۰.۰۹۳ | -۰.۰۰۴ | ۰.۱۳۲ | ۰.۰۸۴ | -۰.۰۶۲ | ۰.۵۰۸ | -۰.۰۲۱ |
| ارتفاع باله مخرجی | ۰.۰۹۲ | ۰.۰۹۱ | -۰.۰۱۰ | -۰.۰۳۳ | -۰.۱۸۷ | ۰.۱۵۱ | -۰.۰۲۷ | -۰.۰۱۲ |
| پایه باله مخرجی | ۰.۰۳۷ | -۰.۰۰۱ | -۰.۰۰۱ | ۰.۰۵۴ | -۰.۰۰۳ | ۰.۵۵۶ | ۰.۰۵۳ | -۰.۱۶۸ |



Archive of SID

www.SID.ir

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طول باله شکمی | ۰.۱۴۷ | -۰.۰۱۹ | ۰.۰۰۱ | ۰.۰۷۴ | ۰.۰۱۰ | -۰.۰۳۰ | ۰.۰۹۷ | -۰.۱۴۰ |
| طول باله سینه ای | ۰.۱۲۵ | ۰.۰۳۶ | ۰.۰۰۹ | ۰.۰۵۴ | ۰.۰۳۷ | ۰.۱۲۶ | ۰.۰۲۳ | ۰.۰۰۴ |
| فاصله بین باله های شکمی و سینه ای | -۰.۰۳۸ | -۰.۰۷۸ | ۰.۰۱۴ | ۰.۰۰۹ | -۰.۰۱۷ | -۰.۱۳۸ | ۰.۰۸۸ | ۰.۴۵۲ |

جدول ۴- صفات ریخت سنجی مطلق طبقه بندی شده در فاکتور های اول تا هشتم و مقادیر آنها در جمعیتهای سیاه ماهی *C. c. gracilis* در ایستگاههای بالا دست و پایین دست سد شهید رجایی در رودخانه تجن ساری

| صفت | فاکتور اول | فاکتور دوم | فاکتور سوم | فاکتور چهارم | فاکتور پنجم | فاکتور ششم | فاکتور هفتم | فاکتور هشتم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| طول کل | | | ۰.۹۹۵ | | | | | |
| طول فورک | | | ۰.۹۹۷ | | | | | |
| ارتفاع بدن | ۰.۷۰۹ | | | | | | | |
| طول ساقه دمی | ۰.۷۱۹ | | | | | | | |
| ارتفاع ساقه دمی | | ۰.۴۸۶ | | | | | | ۰.۴۰۶ |
| طول سر | | ۰.۷۷۳ | | | | | | |
| عرض سر | | | | | ۰.۷۹۴ | | | |
| ارتفاع سر | | ۰.۸۲۷ | | | | | | |
| طول پوزه | | ۰.۷۵۸ | | | | | | |
| قطر چشم | | | | | | | -۰.۶۹۵ | |
| فاصله پشت چشم تا انتهای سرپوش آبششی | | ۰.۴۵۱ | | | | -۰.۴۹۵ | | -۰.۴۷۲ |
| فاصله بین دو حدقه چشم | | ۰.۵۴۹ | | | | | | |
| طول فک بالایی | | ۰.۴۳۲ | | | ۰.۶۸ | | | |
| طول فک پائینی | | ۰.۴۴۶ | | | ۰.۵۱۴ | | | |
| فاصله ابتدای باله پشتی تا نوک پوزه | ۰.۴۵۱ | ۰.۵۵۲ | | | | | | |
| فاصله انتهای باله پشتی تا انتهای باله دمی | ۰.۴۶۵ | | | -۰.۵۷۶ | | | | |
| فاصله نوک پوزه تا ابتدای باله مخرجی | | | | ۰.۸۲ | | | | |
| فاصله انتهای باله مخرجی تا انتهای باله دمی | | | | ۰.۶۰۲ | | | | |
| طول باله پشتی | ۰.۵۹۶ | | | | | | | |
| ارتفاع باله پشتی | ۰.۸۰۲ | | | | | | | |
| پایه باله پشتی | ۰.۷۶ | | | | | | | |
| طول باله مخرجی | | | | | | | ۰.۷۶۵ | |
| ارتفاع باله مخرجی | ۰.۵۹۶ | | | | | | | |
| پایه باله مخرجی | | | | | | ۰.۸۴ | | |
| طول باله شکمی | ۰.۷۲۷ | | | | | | | |
| طول باله سینه ای | ۰.۷۱ | | | | | | | |
| فاصله بین باله های شکمی و سینه ای | | | | | | | | ۰.۶۵۷ |

Archive of SID



www.SID.ir

جدول ۵- مقادیر ویژه، درصد واریانس و عوامل استخراجی صفات ریخت سنجی نسبی جمعیتهای سیاه ماهی *Capoeta c. gracilis* در ایستگاههای بالا دست و پایین دست سد شهید رجایی در رودخانه تجن ساری

| فاکتور | مقدار ویژه | درصد واریانس | درصد تجمعی واریانس |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۶.۴۴۸ | ۲۹.۳۱۲ | ۲۹.۳۱۲ |
| ۲ | ۳.۹۱۳ | ۱۷.۷۸۷ | ۴۷۰.۰۰۹ |
| ۳ | ۲.۴۸۰ | ۱۱.۲۷۳ | ۵۸.۳۷۲ |
| ۴ | ۱.۹۴۳ | ۸.۸۳۴ | ۶۷.۲۰۷ |
| ۵ | ۱.۲۴۰ | ۵.۶۳۷ | ۷۲.۸۴۵ |
| ۶ | ۱.۱۶۱ | ۵.۲۷۹ | ۷۸.۱۲۵ |
| ۷ | ۱.۰۴۰ | ۴.۷۲۷ | ۸۲.۸۵۳ |

| صفت | فاکتور اول | فاکتور دوم | فاکتور سوم | فاکتور چهارم | فاکتور پنجم | فاکتور ششم | فاکتور هفتم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نسبت طول استاندارد به طول سر | ۰.۲۲۱ | -۰.۰۰۷ | ۰.۰۰۲ | -۰.۱۷۲ | -۰.۰۷۵ | -۰.۰۴۶ | ۰.۰۳۸ |
| نسبت طول استاندارد به ارتفاع سر | ۰.۱۸۱ | -۰.۰۳۶ | -۰.۰۱۴ | -۰.۱۰۰ | ۰.۲۰۷ | -۰.۰۳۸ | ۰.۰۷۹ |
| نسبت طول استاندارد به ارتفاع بدن | ۰.۱۴۶ | -۰.۰۱۷ | -۰.۰۵۶ | -۰.۰۴۱ | ۰.۰۱۶ | ۰.۲۳۱ | ۰.۰۳۶ |
| نسبت طول استاندارد به طول باله سینه ای | ۰.۱۴۸ | ۰.۰۳۷ | -۰.۰۶۲ | ۰.۱۱۸ | -۰.۱۴۲ | -۰.۰۴۷ | -۰.۰۴۷ |
| نسبت طول استاندارد به طول باله شکمی | ۰.۱۴۱ | -۰.۰۱۰ | ۰.۱۷۷ | ۰.۰۹۳ | -۰.۱۳۹ | -۰.۰۵۴ | -۰.۰۳۶ |
| نسبت طول استاندارد به جلوی باله پشتی تا پوزه | ۰.۱۸۳ | ۰.۰۱۲ | ۰.۰۱۰ | -۰.۰۲۵ | -۰.۰۰۴ | -۰.۰۸۲ | -۰.۰۸۶ |
| نسبت طول استاندارد به طول ساقه دمی | ۰.۰۰۴ | ۰.۳۰۷ | -۰.۰۷۷ | -۰.۰۷۴ | ۰.۰۴۴ | -۰.۰۴۵ | ۰.۰۱۵ |
| نسبت طول استاندارد به ارتفاع ساقه دمی | ۰.۱۷۸ | -۰.۱۰۵ | ۰.۰۱۹ | ۰.۰۱۷ | -۰.۰۰۲ | ۰.۰۶۷ | -۰.۰۰۵ |
| نسبت طول سر به ارتفاع سر | -۰.۰۲۴ | -۰.۰۶۱ | -۰.۰۲۸ | ۰.۰۹۵ | ۰.۵۰۳ | ۰.۰۰۸ | ۰.۰۸۴ |
| نسبت طول سر به عرض سر | ۰.۰۰۲ | -۰.۰۱۸ | -۰.۰۱۲ | ۰.۰۷۸ | ۰.۳۰۸ | ۰.۱۰۲ | -۰.۷۸۳ |
| نسبت طول سر به طول پوزه | -۰.۰۰۷ | ۰.۰۷۸ | ۰.۰۱۸ | ۰.۱۳۵ | ۰.۰۱۵ | -۰.۵۸۴ | ۰.۱۸۷ |
| نسبت طول سر به قطر چشم | -۰.۰۱۹ | -۰.۰۶۴ | ۰.۱۷۱ | ۰.۰۸۲ | -۰.۲۷۳ | ۰.۱۵۵ | ۰.۲۳۰ |
| نسبت طول سر به فاصله بین دو چشم | -۰.۰۵۶ | -۰.۰۵۶ | ۰.۰۱۱ | ۰.۳۹۴ | ۰.۰۶۵ | -۰.۱۹۵ | -۰.۰۹۷ |
| نسبت طول سر به پشت چشم تا سرپوش آبششی | -۰.۰۳۴ | ۰.۱۳۹ | -۰.۰۰۶ | -۰.۱۲۶ | ۰.۴۶۲ | ۰.۰۱۸ | -۰.۱۵۵ |
| نسبت طول سر به ارتفاع باله پشتی | -۰.۰۰۸ | ۰.۰۰۸ | -۰.۰۱۳ | -۰.۰۱۱ | ۰.۰۸۸ | ۰.۴۲۵ | ۰.۰۵۶ |
| نسبت طول سر به ارتفاع بله مخرجی | -۰.۰۰۶ | -۰.۱۲۸ | -۰.۰۲۸ | ۰.۱۵۹ | ۰.۱۲۴ | ۰.۳۱۴ | ۰.۳۵۳ |
| نسبت طول سر به ارتفاع باله سینه ای | -۰.۰۱۴ | ۰.۰۵۵ | -۰.۰۹۱ | ۰.۳۲۶ | -۰.۱۱۹ | -۰.۰۱۵ | -۰.۱۰۲ |
| نسبت طول سر به ارتفاع باله شکمی | -۰.۰۰۹ | -۰.۰۰۶ | ۰.۲۲۲ | ۰.۲۶۰ | -۰.۱۰۸ | -۰.۰۲۷ | -۰.۰۷۶ |
| نسبت طول ساقه دمی به ارتفاع ساقه دمی | ۰.۰۴۷ | -۰.۳۵۶ | ۰.۰۸۲ | ۰.۰۸۷ | -۰.۰۳۵ | ۰.۰۹۸ | ۰.۰۲۴ |
| اختلاف ط. باله های سینه ای و شکمی نسبت به ط. باله سینه ای | ۰.۰۰۵ | -۰.۰۷۲ | ۰.۳۷۷ | -۰.۰۳۱ | -۰.۰۰۴ | -۰.۰۱۱ | ۰.۰۱۵ |
| نسبت ارتفاع بدن به طول ساقه دمی | -۰.۰۴۹ | ۰.۳۵۱ | -۰.۰۶۵ | -۰.۰۷۱ | ۰.۰۴۷ | -۰.۱۱۹ | -۰.۰۱۴ |
| نسبت طول باله سینه ای به طول باله شکمی | ۰.۰۰۳ | -۰.۰۶۹ | ۰.۰۳۷۷ | -۰.۰۲۹ | -۰.۰۱۲ | -۰.۰۰۸ | ۰.۰۱۹ |

Archive of SID



www.SID.ir

جدول ۶- صفات ریخت سنجی نسبی طبقه بندی شده در فاکتور های اول تا هفتم و مقادیر آنها در جمعیتهای سیاه ماهی *Capoeta c. gracilis* در ایستگاههای بالا دست و پایین دست سد شهید رجایی در رودخانه تجن ساری

| صفت | فاکتور اول | فاکتور دوم | فاکتور سوم | فاکتور چهارم | فاکتور پنجم | فاکتور ششم | فاکتور هفتم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| نسبت طول استاندارد به طول سر | ۰.۹۲۶ | | | | | | |
| نسبت طول استاندارد به ارتفاع سر | ۰.۸۷۶ | | | | | | |
| نسبت طول استاندارد به ارتفاع بدن | ۰.۷۴۰ | | | | | | |
| نسبت طول استاندارد به طول باله سینه ای | ۰.۸۱۶ | | | | | | |
| نسبت طول استاندارد به طول باله شکمی | ۰.۷۵۰ | | ۰.۴۴۴ | | | | |
| نسبت طول استاندارد به جلوی باله پشتی تا پوزه | ۰.۸۹۵ | | | | | | |
| نسبت طول استاندارد به طول ساقه دمی | | ۰.۹۰۵ | | | | | |
| نسبت طول استاندارد به ارتفاع ساقه دمی | ۰.۸۳۲ | | | | | | |
| نسبت طول سر به ارتفاع سر | | | | | ۰.۸۱۳ | | |
| نسبت طول سر به عرض سر | | | | | | | -۰.۸۷۱ |
| نسبت طول سر به طول پوزه | | | | | | -۰.۷۴۲ | |
| نسبت طول سر به قطر چشم | | | | | | | |
| نسبت طول سر به فاصله بین دو چشم | | | | ۰.۷۹۴ | | | |
| نسبت طول سر به پشت چشم تا سرپوش آبششی | | | | | ۰.۶۷۴ | | |
| نسبت طول سر به ارتفاع باله پشتی | | ۰.۴۰۷ | | | | ۰.۶۴۵ | |
| نسبت طول سر به ارتفاع بله مخرجی | | | | ۰.۵۲۶ | | ۰.۴۴۳ | ۰.۴۲۴ |
| نسبت طول سر به ارتفاع باله سینه ای | | | | ۰.۷۸۶ | | | |
| نسبت طول سر به ارتفاع باله شکمی | | ۰.۴۲۲ | ۰.۵۹۳ | ۰.۵۹۹ | | | |
| نسبت طول ساقه دمی به ارتفاع ساقه دمی | | -۰.۹۴۹ | | | | | |
| اختلاف ط. باله های سینه ای و شکمی نسبت به ط. باله سینه ای | | | ۰.۹۶۶ | | | | |
| نسبت ارتفاع بدن به طول ساقه دمی | | ۰.۹۴۹ | | | | | |
| نسبت طول باله سینه ای به طول باله شکمی | | | ۰.۹۶۷ | | | | |

با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه های اصلی (PCA) از ترکیب خطی ۲۸ صفت ریخت سنجی مطلق فاکتور هایی به وجود آمد که ویژگیهای خاصی از صفات را نشان می دهد و هرچه میزان واریانس یک عامل بیشتر باشد، ضریب شرکت آن عامل در تفکیک جمعیتها بیشتر خواهد بود. تجزیه و تحلیل عاملی برای صفات ریخت سنجی مطلق، تعداد ۸ فاکتور با مقادیر ویژه (Eigenvalues) بزرگتر از ۱ انتخاب شدند که شامل ۷۱ درصد تنوع صفات ریخت شناسی مطلق را شامل می شود (جدول ۲) به عبارت دیگر نتایج آنالیز PCA نشان می دهد که ایستگاه بالا دست و پایین دست سد در ۸ فاکتور به طور معنی داری از یکدیگر متمایز گشته اند که فاکتور های اول و دوم (PC1 و PC2) مهم ترین نقش را در تغییرات داده ها ایجاد کرده اند (جدول ۳). در این آنالیز صفاتی نظیر ارتفاع بدن، طول ساقه دمی، فاصله انتهای باله پشتی تا انتهای باله دمی، طول باله پشتی، ارتفاع باله پشتی، پایه باله پشتی، ارتفاع باله مخرجی، طول باله شکمی و طول باله سینه ای دارای مقادیر بزرگتر نسبت به فاکتور اول و همچنین صفات ارتفاع ساقه دمی، طول سر، ارتفاع سر، طول پوزه، فاصله پشت چشم تا انتهای سرپوش آبششی و فاصله بین دو



Archive of SID

www.SID.ir

حدقه چشم دارای مقادیر بزگتری نسبت به فاکتور دوم می باشند (جدول ۴). یکی از متغیر ها در فاکتور دوم، ۲ تا درر فاکتور ۵ و یکی در فاکتور ۸ با فاکتور اول، ۲ متغییر در فاکتور ۵ و ۱ متغیر در فاکتور ۸ با فاکتور ۲ همبستگی (رابطه) نشان داده اند (جدول ۴). همچنین یک متغیر در فاکتور ۴ با فاکتور اول، و ۱ متغیر در فاکتور ۶ و یک متغیر در فاکتور ۸ با فاکتور دوم همبستگی منفی ایجاد کرده اند (جدول ۴). پراکنش افراد بر اساس روابط عاملهای استخراجی اول و دوم در مورد صفات ریخت سنجی مطلق نشان داده که نمونه های جمعیت بالا دست و پایین دست سد شهید رجایی رودخانه تجن ساری، به مقدار بسیار زیادی از یکدیگر جدا گردیده و جمعیتها از یکدیگر قابل تفکیک می باشند (شکل ۳). ضریب KMO در مورد خصوصیات ریخت سنجی مطلق ۶۳۵/. به دست آمد که نشان دهنده این مطلب می باشد که این آزمون در مورد این داده ها مناسب می باشد. در مورد صفات ریخت سنجی نسبی در آنالیز PCA ،۷ فاکتور با حدود ۸۳ درصد تنوع صفات که دارای مقادیر ویژه بزرگتر از ۱ بودند، انتخاب گردیدند که این موضوع نشان دهنده این مطلب می باشد که ایستگاه بالا دست و پایین دست سد شهید رجایی در ۸ فاکتور به طور معنی داری از یکدیگر متمایز گشته اند (جدول ۵). برای خصوصیات ریخت سنجی نسبی ضریب KMO ۵۵۳/. به دست آمد که بیان کننده مناسب بودن این آزمون در سطح متوسط در مورد این صفات می باشد. در آنالیز PCA در مورد صفات ریخت سنجی نسبی، صفاتی نظیر نسبت طول استاندارد به طول سر، نسبت طول استاندارد به ارتفاع سر، نسبت طول استاندارد به ارتفاع بدن، نسبت طول استاندارد به طول باله سینه ای، نسبت طول استاندارد به طول باله شکمی، نسبت طول استاندارد به جلوی باله پشتی تا پوزه و نسبت طول استاندارد به ارتفاع ساقه دمی دارای مقادیر بزرگتر نسبت به فاکتور اول و صفات نسبت طول استاندارد به طول ساقه دمی و نسبت ارتفاع بدن به طول ساقه دمی دارای مقادیر بزگتری نسبت به فاکتور دوم می باشند (جدول ۶).یکی از متغیر ها در فاکتور سوم با فاکتور اول و ۱ متغییر در فاکتور ۳، ۱ متغیر در فاکتور ۴ و ۱ متغییر در فاکتور ۶ با فاکتور ۲ همبستگی (رابطه) نشان داده اند (جدول ۶). پراکنش افراد بر اساس روابط عاملهای استخراجی اول و دوم در مورد صفات ریخت سنجی نسبی نشان داده که نمونه های جمعیت بالا دست و پایین دست سد شهید رجایی رودخانه تجن ساری، با یکدیگر همپوشانی نداشته و به مقدار بسیار زیادی از یکدیگر جدا گردیده و جمعیتها از یکدیگر قابل تفکیک می باشند (شکل ۳).

نتایج آنالیز تابع متمایز کننده (DFA) در مورد صفات ریخت سنجی مطلق نشان داد که جمعیت سیاه ماهیان بالا دست و پایین دست سد شهید رجایی به میزان بسیار بالایی (۹۸.۵ درصد) از یکدیگر انشقاق یافته اند به طوری که ۹۷ درصد ماهیان بالا دست خصوصیات خودشان را نشان داده اند و فقط ۲/۹ درصد افرار جمعیت بالا دست، خصوصیات ماهیان جمعیت پایین دست را دارند و همچنین ماهیان پایین دست ۱۰۰ درصد خصوصیات خودشان را نشان داده اند. نتایج این آنالیز در مورد صفات ریخت سنجی نسبی نشان داد که حدود ۸۶ درصد ماهیان بالا دست خصوصیات خودشان را نشان داده اند و فقط حدود ۱۴ درصد افراد جمعیت بالا دست، خصوصیات ماهیان جمعیت پایین دست را دارند و همچنین ماهیان پایین دست ۱۰۰ درصد خصوصیات خودشان را نشان داده اند. به طور کل بر اساس نتایج این آزمون به میزان ۹۲/۴ درصد گروه بندی جمعیتها به درستی صورت گرفته که این دلالت بر جدایی جمعیتها بر اساس این آمون دارد.

رسم دندروگرام UPGMA در مورد صفات ریخت سنجی مطلق بر اساس فاصله اقلیدسی نشان داد که جمعیتهای سیاه ماهی در ایستگاههای بالا دست و پایین دست سد در رودخانه تجن ساری از یکدیگر متمایز شده اند (حدود ۶۵ درصد تمایز بر اساس ضریب مربع اقلیدسی) (شکل ۴). در



Archive of SID

www.SID.ir

مورد صفات ریخت سنجی نسبی رسم دندروگرام UPGMA بر اساس فاصله اقلیدسی نشان داد که جمعیتهای سیاه ماهی در ایستگاههای بالا دست و پایین دست سد شهید رجایی در رودخانه تجن ساری بسیار معنی دار تر از داده های ریخت سنجی مطلق، به میزان ۸۰ درصد از یکدیگر متمایز شده اند (شکل ۵).

## بحث

به منظور مدیریت منطقی و کارآمد شیلاتی، شناسایی ساختار ذخیره ای گونه ای از ماهی که مورد بهره برداری قرار می گیرد، اهمیت به سزایی دارد چرا که هر ذخیره باید به طور جداگانه مدیریت شود تا بهره برداری از آن گونه در حد بهینه قرار گیرد (۱، ۱۱، ۲۰ و ۳۲). مطالعه ویژگیهای ریخت شناسی با هدف تعریف و شناسایی واحدهای جمعیتی، از پیشینه ای طولانی در دانش زیست شناسی ماهی برخوردار است (۳۷ و ۴۰).

در گذشته تصور می شد که تغییرات ریختی صرفاً ژنتیکی است. اما امروزه مشخص شده که منشأ این تغییرات هم محیطی و هم ژنتیکی است (۱). پژوهشهای اخیر مشخص کرده است که اختلافات ریخت شناسی بین گروههای مختلف ماهیان الزاماً آنها را از لحاظ ژنتیکی جدا نمی کند و در عوض در پاره ای از موارد تفاوتهای ریخت شناسی صرفاً ناشی از محیط بوده و اختلافات ژنتیکی هیچ نقشی در آن ندارد (۳۶). بدین ترتیب نقش محیط به عنوان عامل اصلی تغییرات ریختی به اثبات رسیده است (۱ و ۳۷).

مطالعات صورت گرفته بر روی ماهیان دریای خزر نشان دهنده این واقعیت است که بسیاری از ماهیان روند گونه زایی را طی نموده و میکروپروسه ایجاد جمعیتها همچنان ادامه دارد به طوری که گونه های خزری و دریای سیاه- خزری، زیر گونه ها و جمعیتهایی را در مناطق مختلف دریای خزر تشکیل داده اند (۸ و ۹). شواهدی وجود دارد که نشان می دهد سیاه ماهی *C. c. gracilis* در رودخانه های مختلف از یکدیگر به دلیل جدایی جغرافیایی جدا شده اند (۱۶، ۳۳ و ۳۴). با وجود اینکه ثابت گردیده جدایی جغرافیایی سبب تمایز جمعیتهای *C. c. gracilis* می شود ولی تا به حال بر روی جدایی جغرافیایی در درون یک رودخانه مطالعه ای صورت نگرفته است.

نتایج حاصل از تحلیل واریانس یک طرفه درباره ویژگیهای ریخت سنجی اصلاح شده نشان می دهد که ۱۶ صفت از ۲۸ صفت ریخت سنجی مطلق در بین نمونه ها دارای تفاوت معنی دار بود (جدول ۳) که این امر نشان دهنده وجود تنوع بالای فنوتیپی بین سیاه ماهیان مناطق مورد مطالعه بود. در بیشتر مطالعات ریخت سنجی فاکتور اندازه بدن ممکن است به میزان ۸۰ درصد و یا بیشتر در وجود تغییرات بین متغیرهای اندازه گیری شده تأثیر گذار باشد (۴۳).

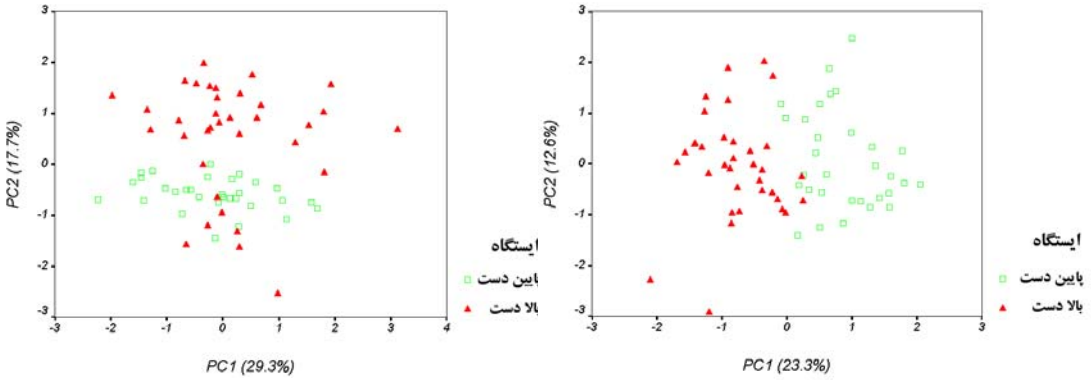
مقایسه صفات ریخت سنجی مطلق و نسبی در دو جمعیت سیاه ماهی در بالا دست و پایین دست سد شهید رجایی نشان داد نمونه های جمعیت پایین دست نسبت به جمعیت بالا دست دارای مقادیر بزرگتری در اندازه صفات ریخت سنجی مطلق و نسبی می باشند که این تغییرات می تواند ناشی از شدت جریان آب در دو منطقه مورد مطالعه باشد که هر چه سرعت جریان آب افزایش یابد طول باله ها به خصوص باله های زوج افزایش و صفات ارتفاعی کاهش می یابد (۱۴). سطوح بالای تغییرات درون جمعیتی به وسیله ضریب تغییرات کلی بیان شد که می تواند تحت تأثیر سه فاکتور رشد آلومتریک، وجود بیش از یک جمعیت در منطقه و یا حضور گروههای فنوتیپی مختلف در یک منطقه باشد (۲۴) که اثر رشد آلومتریک با استاندارد شدن داده ها تا حدود زیادی کاهش می یابد و با نمونه برداری از یک منطقه مشخص و محدود می توان از وجود جمعیتهای مختلف در یک ناحیه جلوگیری نمود که در این مطالعه نیز در یک زمان نمونه گیری انجام گردید و بنابراین



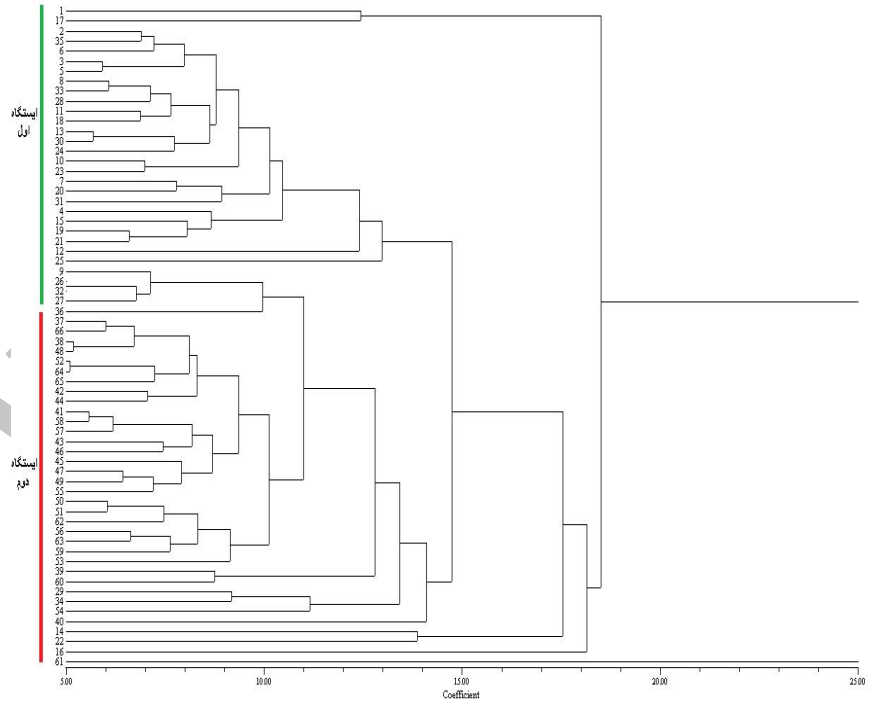
Archive of SID

www.SID.ir

احتمال اینکه قسمت عمده ای از تغییرات درون جمعیتی بوده که در نتیجه گروههای فنوتیپی مختلف در منطقه می باشد که این تفاوتها احتمالاً در اثر شرایط متفاوت محیطی و یا تفاوتهای ژنتیکی بوده است (۵).



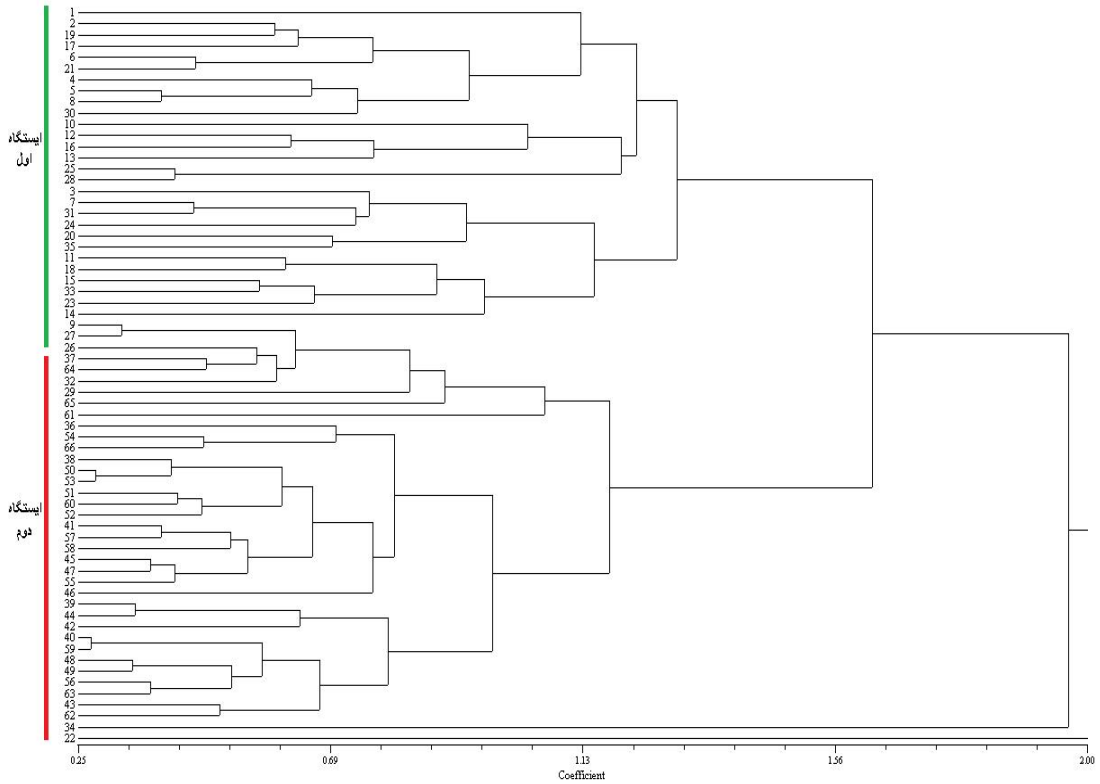

شکل۳- پراکنش افراد بر اساس روابط عاملهای استخراجی اول و دوم در مورد صفات ریخت سنجی مطلق (راست) و نسبی (چپ) در جمعیتهای سیاه ماهی *Capoeta c. gracilis* در ایستگاههای بالا دست و پایین دست سد شهید رجایی در رودخانه تجن ساری




شکل ۴- دندروگرام UPGMA صفات ریخت سنجی مطلق بر اساس فاصله اقلیدسی جمعیتهای سیاه ماهی *Capoeta c. gracilis* در ایستگاههای بالا دست و پایین دست سد شهید رجایی در رودخانه تجن ساری



www.SID.ir




شکل ۵- دندروگرام UPGMA صفات ریخت سنجی نسبی بر اساس فاصله اقلیدسی جمعیتهای سیاه ماهی *Capoeta c. gracilis* در ایستگاههای بالا دست و پایین دست سد شهید رجایی در رودخانه تجن ساری

بین ضریب تغییرات و وراثت پذیری صفات ریخت شناسی رابطه عکس وجود دارد. هر چه میزان ضریب تغییرات بیشتر باشد وراثت پذیری کاهش یافته و سهم تغییرات محیطی در تغییر پذیری صفات ریخت شناسی بیشتر می شود (۲۵ و ۲۷). در صفت ریخت شناسی مطلق ضریب تغییرات در ایستگاه پایین دست بیشتر از ایستگاه بالا دست بود. پایین بودن ضریب تغییرات در ایستگاه بالا دست نشان دهنده این مطلب است که سد شهید رجایی بر روی ماهیان بالا دست اثری کمتری نسبت به ماهیان پایین دست داشته است.

آنالیز تابع متمایز کننده می تواند یک ابزار مؤثر در تشخیص ذخایر مختلف از یک گونه در برنامه های مدیریتی مد نظر باشد (۲۴). در طبقه بندی جمعیتها بر اساس آنالیز تابع متمایز کننده (DFA) در مورد صفات ریخت شناسی مطلق، ۹۸/۵ درصد گروه بندی صحیحی صورت گرفته بود و افراد جمعیتها در گروههای خودشان قرار گرفته بودند و تنها ۱ فرد از ایستگاه دوم (پایین دست) در گروه ایستگاه بالا دست طبقه بندی گردید. در مورد صفات ریخت سنجی نسبی نیز در سطح بسیار بالایی گروه بندی صورت گرفت که با توجه به نتایج این آنالیز می توان ادعا نمود این دو جمعیت از یکدیگر جدا گشته اند. مقایسه فاکتور های استخراجی تجزیه و تحلیلهای چند متغیره نشان داد که هر چه دامنه تغییرات صفات بیشتر باشد تعداد فاکتور های استخراجی و تعداد مقادیر ویژه بزرگتر از یک در آن دسته از صفات بیشتر خواهد بود که قبلاً نیز این موضوع به اثبات رسیده بود (۵، ۶ و ۷). در این بررسی در مورد صفات ریخت سنجی مطلق ۸ فاکتور و در مورد صفات ریخت سنجی نسبی ۷ فاکتور با مقادیر



Archive
www.SID.ir

ویژه بزرگتر از یک به دست آمد. در تفکیک جمعیتها به روش تجزیه مولفه های اصلی(PCA)، صفاتی که دارای ضرایب عاملی بزرگتر از ۷/. باشند در تفکیک جمعیتها مؤثرتر می باشند و اکثر صفاتی که دارای ضرایب عاملی بزرگتر هستند در آنالیز واریانس یک طرفه بین جمعیتها نیز اختلاف معنی دار تری نشان دادند. که این مطلب نیز با دیگر مشاهدات صورت گرفته توسط دیگر محققان همخوانی دارد (۵ و ۷). پراکنش نقطه ای جمعیتها بر اساس تجزیه این عوامل استخراجی در مورد صفات ریخت سنجی نسبی و مطلق نشان داد این جمعیتهای سیاه ماهیان بالا دست و پایین دست سد شهید رجایی در رودخانه تجن ساری با یکدیگر همپوشانی نداشته و از یکدیگر قابل تفکیک بوده و در نتیجه این دو جمعیت از یکدیگر جدا گردیده اند که این نتایج، نتایج حاصل از آنالیز تابع متمایز کننده (DFA) را تایید می نماید. رسم دندروگرام UPGMA بر اساس ضریب فاصله اقلیدسی در مورد صفات ریخت سنجی مطلق و نسبی نشان داد که جمعیتهای سیاه ماهی در دو ایستگاه مورد مطالعه در رودخانه تجن ساری از یکدیگر متمایز می باشند و تنها ۳-۲ فرد از ایستگاه اول در کلاستر مربوط به ایستگاه دوم طبقه بندی گشته اند. بنابراین نتایج تحلیلهای تابع متمایز کننده، تجزیه مولفه های اصلی و رسم دندروگرام UPGMA برای ویژگی های ریخت سنجی حکایت از وجود ۲ جمعیت فنوتیپی کاملاً مجزای سیاه ماهی در بالا دست و پایین دست سد شهید رجایی رودخانه تجن ساری دارد. توضیح دادن علل به وجود آمدن تفاوتهای ریختی میان جمعیتها بسیار دشوار است. به طور کل ویژگی های ریختی تحت کنترل و در هم کنش دو عامل شرایط محیطی و ژنتیک می باشند (۲۹، ۳۱، ۳۲ و ۳۶). ویژگیهای 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 (۲۹). از سوی دیگر هنگامی که ماهی در اوضاع محیطی جدیدی قرار گیرد، این امکان وجود دارد که تغییرات ریخت شناسی سریعاً در آن رخ دهد (۳۱). Yamamoto و همکاران در سال ۲۰۰۶ با استفاده از مارکر ریز ماهواره اثبات نمودند ساخت سد (کوچک) با قدمت ۲۰ سال توانست جمعیتهای ماهی *Salvelinus leucomaenis* را از یکدیگر متمایز تماید (۴۴). همچنین Dakin و همکاران در سال ۲۰۰۷ با استفاده از مارکر ریز ماهواره اثبات نمودند ساخت سد جمعیتهای ماهی باس *Micropterus cataractae* را از یکدیگر متمایز نموده است (۱۹). Jager و همکاران نیز در سال ۲۰۰۱ بیان نمودند که ساخت سد سبب جدایی جمعیتی white sturgeon گردیده است (۲۳). احتمالاً دلیل اصلی جدایی جمعیتهای سیاه ماهی در رودخانه تجن ساری به علت جدایی جغرافیایی این گونه (در اثر ساخت سد) می باشد به طوری که Turan و همکاران (۲۰۰۴) چنین نظریه ای را در جداسازی ماهیان آنچوی در دریای سیاه، اژه و مدیترانه و نیز خارا (۱۳۸۵)، برای جداسازی جمعیتهای سیم تالاب انزلی، دریای خزر، جمهوری آذربایجان و دریاچه سد ارس عنوان نمودند (۲ و ۴۰). به طور کل ماهیان در مقایسه با سایر مهره داران حساسیت بیشتری نسبت به تغییرات ناشی از محیط دارند و بیشتر دچار تغییرات درون و بین گونه ای می شوند (۲۶، ۳۵، ۳۹، ۴۰ و ۴۱). از طرف دیگر شرایط محیطی متفاوت (دما، کدورت، دسترسی به غذا، عمق آب و جریان آب) سبب جدایی جمعیتهای ماهیان از یکدیگر می شود (۳۳ و ۴۴). شواهدی نیز وجود دارد که نشان می دهد جمعیتهای سیاه ماهی C. c. gracilis در رودخانه های مختلف از یکدیگر به دلیل جدایی جغرافیایی و نداشتن ارتباط با یکدیگر متمایز شده اند (۱۶، ۳۳ و ۳۴). بنابراین سد شهید رجایی با تغییر فاکتور های فیزیکوشیمیایی آب و ایجاد جدایی جغرافیایی احتمالاً سبب جدایی این گونه گشته که برای به دست آوردن نتایج قطعی تر نیاز به مطالعات مولکولی می باشد.



Archive of SID

www.SID.ir

## منابع


۱. اکبر زاده، آ.، کرمی، م.، نظامی، ش.، ایگدری، س.، بختیاری، م. و خارا، ح.، ۱۳۸۶. بررسی ساختار جمعیتی ماهی سوف (*Sander lucioperca*) در آبهای ایرانی دریای خزر و تالاب انزلی با استفاده از سیستم Truss. نشریه دانشکده منابع طبیعی،دوره ۶۰، شماره ۱، ص. ۱۳۹-۱۲۷.

۲. خارا، ح.، کیوان، ا.، وثوقی، غ.ح.، پور کاظمی، م.، رضوانی، س.، نظامی، ش.ع.، رامین، م.، سر پناه، ع.ن. و قناعت پرست، ا.، ۱۳۸۵. بررسی مقایسه ای ریخت سنجی و ریخت شناسی ماهی سیم دریای خزر و تالاب انزلی. مجله پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، شماره ۷۳، ص. ۱۸۷- ۱۷۷.

۳. سعیدی، م.، کرباسی، ع.ر.، بید هندی، غ.ر. و مهردادی، ن.، ۱۳۸۵. اثر فعالیت های انسانی بر تجمع فلزات سنگین در آب رودخانه تجن در استان مازندران. مجله محیط شناسی، سال ۳۲، شماره ۴۰، ص ۴۱-۵۰.

۴. شرکت سهامی آب منطقه ای مازندران، ۱۳۷۹. مطالعات طرح مدیریت زیست محیطی اکوسیستم های آبی حوزه آبریز رودخانه تجن، بخش اول، جلد اول و دوم.

۵. رحمانی، ح.، ۱۳۸۵. پویایی شناسی جمعیت و تنوع ژنتیکی ماهی شاه کولی *Chalcaburnus chalcoides* (Gueldenstadt, 1772) در رودخانه های هراز، شیرود و گزافرود. رساله دکترا، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۶. رحمانی، ح. و حسین زاده کیابی، ۱۳۸۵. تنوع ریختی میان جمعیتی ماهی شاه کولی *Chacalburnus chalcoides*(Gueldenstaedt, 1772) در رودخانه های هراز و گزافرود. مجله علوم محیطی، ص. ۳۴- ۲۱.

۷. رحمانی، ح. و عبدلی، ا.، ۱۳۸۷. تنوع ریختی میان جمعیتی ماهی سیاه کولی *Vimba vimba persa*(Pallas, 1814) در سه اکوسیستم رودخانه های گرگانرود، شیرود و تالاب انزلی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد پانزدهم، شماره اول، ص. ۳۷- ۲۸.

۸. قلی یف، ذ.م.، ۱۹۹۷. کپور ماهیان و سوف ماهیان حوضه جنوبی و میانی دریای خزر(ساختار جمعیتها، اکولوژی، پراکنش و تدابیری جهت باز سازی ذخایر). ترجمه: یونس عادلی. ۱۳۷۷. مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان، بندر انزلی، ۴۴ ص.

۹. کازانچف، ای.ان.، ۱۹۸۱. ماهیان دریای خزر و حوضه آبریز آن. ترجمه ابوالقاسم شریعتی، ۱۳۷۱. سازمان چاپ و انتشارات وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، تهران، ۱۷۱ ص.

۱۰. مصطفوی، ح. و عبدلی، ا.، ۱۳۸۴. بررسی عادات رژیم غذایی سیاه ماهی *Capoeta capoeta gracilis* دو اکوسیستم رودخانه ای تالار و یاسالق حوزه جنوبی دریای خزر. مجله علوم محیطی، ص. ۶۲-۵۳.

۱۱. مصطفوی، ح.، ۱۳۸۵. تنوع زیستی ماهیان رودخانه تالار استان مازندران. مجله محیط شناسی، سال ۳۲، شماره ۴۰، ص. ۱۲۷- ۱۳۵.

۱۲. نظریها، م. و علی نژاد، س.، ۱۳۷۷. برنامه ریزی جهت بهسازی و کاهش نشانزد های منفی زیست محیطی سد شهید رجایی. مجله محیط شناسی، شماره ۲۰، ص ۹-۱۸.

۱۳. ولی پور، ع.، ۱۳۸۳. بررسی تغذیه ای سیاه ماهی *Capoeta capoeta* در دریاچه مخزنی سد ماکو. مجله علمی شیلات ایران، سال سیزدهم، ش ۲، تابستان ۱۳۸۲.

14. Baranyi, C., Gollman, G. and Bobin, M., 1997. Genetic and Morphological variability in roach *Rutilus rutilus*, from Austeria. Hidrobiologia. 350: 13-23.

15. Beacham, T.D., 1985. Meristic and Morphometric variation in pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) in southern British Columbia and Puget sound. Canadian j. of Zoology. 63: 366-372.

16. Bianco, P.G., Banarescu, P., 1982. A contribution to the knowledge of the Cyprinidae of Iran (Pisces, Cypriniformes). Cybium 6, 75-96.

17. Coad, B.W., 2008. Freshwater Fishes of Iran. Available at http://www.briancoad.com (accessed on 14 November 2009).

18. Craig, J.F., 2001. Large Dams and Freshwater Fish Biodiversity. World Commission on Dams, 59 pp.

19. Dakin, E.E., Porter, B.A., Freeman, B.J. and Long, J.M., 2007. Genetic integrity of an isolated population of shoal bass (*Micropterus cataractae*) in the upper Chattahoochee River basin. Natural Resource Technical Report NPS/NRWRD/NRTR—2007/366. National Park Service, Water Resources Division, Fort Collins, Colorado.




Archive of SID

www.SID.ir

20. Erguden, D. & Turan, C., 2005. Examination of genetic and morphological structure of Sea-Bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1785) populations in Turkish Coastal waters. Turkish Journal of Vertebrate Animal Sciences, 29: 727-733.

21. Gertsev, V.I. & Gertseva, V.V. 1999. A model of sturgeon distribution under a dam of a hydro-electric power plant. *Ecological Modelling,* 119: 21-28.

22. Hurlbut, T. and Clay, D., 1998. Morphometric and meristic differences between shallow- and deep-water populations of white hake (*Urophycis tenuis*) in the southern Gulf of St. Lawrence. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55: 2274-2282.

23. Jager, H.I., Chandler, J.A., Lepla, K.B. and Winkle, W.V., 2001. A theoretical study of river fragmentation by dams and its effect on white sturgeon populations. *Environ. Biol. Fish* 60:347-361.

*24.* Karakousis, Y., Triantaphyllidis, C. and Economidis, P.S., 1991. Morphological variability among seven populations of brown trout, *Salmon trutta* L., in Greece. J. of fish Bio. 38: 807-817.

25. 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.*

26. Lindsey, C.C., 1988. Factors controlling meristic variation. In: Hoar, W.S., Randall, D.J. (Eds.), Fish Physiology, vol. 11-B. Academic Press, San Diego, CA, pp. 197-274.

27. Mamuris, Z., Apostolidis, A.P., Panagiotaki, P., Theodorou, A.J., and Triantaphyllidis, C., 1998. Morphological variation between red mullet populations in Greece. Journal of Fish Biology, 52: 107-117.

28. McAllister, D.E., J.F., Craig, N., Davidson, S., Delany and M., Seddon, 2001. Biodiversity Impacts of Large Dams. Background Paper Nr. 1, Prepared for IUCN / UNEP / WCD, 47 pp.

29. 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*. Vol. 73: 67-78.

30. Poddubny, AG. & Galat, D.L, 1995. Habitat associations of upper Volga River fishes: effects of reservoirs. *Regulated Rivers: Research and Management* 11: 67-84.

31. Poulet, N., Berrebi, P., Crivelli, A.J., Lek, S. and Argillier, C. 2004. Genetic and morphometric variation in the pikeperch (*Sander lucioperca*) of a fragmented delta. *Arch. Hydrobiol*. Vol. 159 No (4): 531-554.

32. Salini, J.P., Milton, D.A., Rahman, M.J. & Hussain, M.G., 2004. Allozime and Morphological variation throughout the geographic range of the tropical shad, hilsa (*Tenualosa ilisha*). *Fisheries Research*. Vol. 66: 53-69.

33. Samaee, S.M.R., Mojazi-Amiri, B. and Hosseini-Mazinani, S. M., 2006. Comparison of *Capoeta capoeta gracilis* (Cyprinidae, Teleostei) populations in the south Caspian Sea River basin, using morphometric ratios and genetic markers. Folia Zool., 55(3): 323-335.

34. Samaee, M., Patzner, R.A. and Mansour, N., 2009. Morphological differentiation within the population of Siah Mahi, *Capoeta capoeta gracilis*, (Cyprinidae, Teleostei) in a river of the south Caspian Sea basin: a pilot study. J. Appl. Ichthyol., 25:583-590.

35. 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, pp. 129.

36. Swain, D.P. & Foote, C.J., 1999. Stocks and chameleons: The use of phenotypic variation in stock identification. *Fisheries Research*. Vol. 43: 113-128.

37. Tudela, S., 1999. Morphological variability in a Mediterranean, genetically homogeneous population of the European anchovy, *Engraulis encrasicolus*. Fisheries Research 42: 229-243.

38. Turan, C., 1999. A note on the examination of morphometric differentiation among fish populations: The truss system. *Tr. J. Of Zoology*. Vol. 23: 259-263.

39. Turan, C., 2000. Otolith shape and meristic analysis of Herring (*Clupea harengus*) in the northeast Atlantic. Arch. Fish. Mar. Res. 48(3): 283-295.

40. Turan, C. and ErgÜden, D., 2004. Genetic and morphometric structure of *Liza abu* (Heckel, 1834) population from the Rivers Orontes, Euphrates and Tigris. *Turk J. Vet. Anim. Sci*. Vol. 28: 729-734.

41. Turan, C., Oral, zturk, B.O. and Duzgunes, E., 2006. Morphometric and meristic variation between stocks of Bluefish (*Pomatomus saltatrix*) in the Black, Marmara, Aegean and



Archive of SID

www.SID.ir

north eastern Mediterranean Seas. Fisheries Research 79: 139-147.

42. Turan, C., 2008. Molecular systematics of the Capoeta (Cypriniformes: Cyprinidae) species complex inferred from mitochondrial 16s rDNA sequence data. Acta zoological, 51A (1-2): 1-14.

43. Tzeng, T.D., 2004. Morphological variation between populations of spotted mackerel *Scomber australasicus* of Taiwan. *Fisheries Research*. Vol. 68: 45-55.

44. Yamamoto, S., Morita, K., Koizumi, I. and Maekawa, K., 2004. Genetic differentiation of white-spotted charr (*Salvelinus leucomaenis*) populations after habitat fragmentation: spatial–temporal changes in gene frequencies. Conserv. Genet. 5:529-538.

# Investigation of morphometric variation and differentiation Siah Mahi, *Capoeta capoeta gracilis*, in Tajan river

**H. AnvariFar[1, 2], H. Farahmand[1], H. Rahmani[3], M.A. Nematollahi[1], M. Karami[4] and A. Akbarzade[1]**

[1] **Fisheries Dept., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, I.R. of IRAN**

[2] **University of Applied Science and Technology, Gorgan, I.R. of IRAN**

[3] **Fisheries Dept., Faculty Animal Science And Fisheries, University of Agriculture and Natural Resources, Sari, I.R. of IRAN**

[4] **Environmental Sciences Dept., Faculty of Natural Resources, Tehran University, Karaj, I.R. of IRAN**

## Abstract

This study was designed to evaluate variation and differentiation in the Tajan river and investigation Shahid-Rajaei dam effects upon Siah Mahi. A total 65 fish specimens were collected by electeroshocker set that 31 individual related to up stream station and 35 individual related to down stream station. 28 morphometric factor and 22 morphometric specialties were measured and was standardized with Beacham formula. Univariate analysis (One-Way ANOVA) of 16 characteristics among the samples showed significant differences with varying degrees that showed relatively high phenotypic diversity in the *Capoeta capoeta gracilis* population in the two zones sampling. The data were subjected to a principle component analysis (PCA) which grouped in eight factors, and scatter plot showed that two stations were differenced. Discriminate function analysis (DFA) or the overall random assignment of individuals into their original groups was high (98.5% for morphometric factor and in case of relative measurements was 92.4%), indicating that these specimens are highly divergent from each other. Clustering analysis based on Euclidian distance also showed these stations are separated. The results of this study indicating that the dam probably severely limit downstream dispersal by Siah Mahi, and eliminate upstream migration altogether. Consequently construction of Shahid-Rajaei dam on Tajan River presumably could create two morphologic different populations of *C. c. gracilis* in the upstream and downstream.

**Keywords:** *Capoeta capoeta gracilis*, Tajan river, Shahid-Rajaei dam, Variation and Differentiation.



Archive of SID

www.SID.ir