

نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران  
دوره ۶۷، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۹/۴

ص ۲۲۲-۲۰۷

## مقایسه خصوصیات اندازه‌شی و شمارشی سیاه‌ماهی (*Capoeta capoeta*; Güldenstaedt, 1773) در بالادست و پایین‌دست سد منجیل و سد تاریک در رودخانه سفیدرود

- ❖ عادلہ حیدری: دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه گیلان، ایران
- ❖ سیدحامد موسوی ثابت\*: استادیار گروه شیلات، دانشگاه گیلان، ایران
- ❖ مجیدرضا خوش‌خلق: استادیار گروه شیلات دانشگاه گیلان، ایران
- ❖ حمیدرضا اسماعیلی: استادیار گروه زیست‌شناسی دانشگاه شیراز، ایران

### چکیده

این مطالعه به منظور مقایسه تفاوت‌های اندازه‌شی و شمارشی سیاه‌ماهی *Capoeta capoeta* در سه نقطه در طول رودخانه سفیدرود که سدهای منجیل و تاریک در آن احداث شده‌اند به اجرا درآمد. در مجموع ۱۰۰ قطعه ماهی شامل ۴۰ قطعه مربوط به ایستگاه بالادست سد منجیل، ۲۷ قطعه مربوط به ایستگاه پایین‌دست سد منجیل (بالادست سد تاریک)، و ۳۳ قطعه مربوط به ایستگاه پایین‌دست سد تاریک با الکتروشوکر صید شدند. در این مطالعه ۳۶ صفت اندازه‌شی و ۱۲ صفت شمارشی بررسی شدند. داده‌های اندازه‌شی (پس از استانداردسازی) با آزمون تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تحلیل متغیرهای کانونی تحلیل شدند. نتایج تجزیه و تحلیل متغیرهای کانونی نشان داد که جمعیت ماهیان سه ایستگاه به طور کامل از یکدیگر متمایزند. نتایج آزمون تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد که جمعیت‌های سیاه‌ماهیان این سه ایستگاه در صفات اندازه‌شی در ۳ فاکتور از یکدیگر متمایز می‌شوند. دلیل تمایز جمعیت ماهیان بالادست و پایین‌دست سدهای منجیل و تاریک احتمالاً مربوط به اثر سد بر زیستگاه آنها در نتیجه فاکتورهای اندازه‌شی و شمارشی می‌تواند باشد.

واژگان کلیدی: رودخانه سفیدرود، سد تاریک، سد منجیل، صفات اندازه‌شی، صفات شمارشی، *Capoeta capoeta*.

## ۱. مقدمه

از آنها محسوب می‌شود که به دلیل پراکنش گسترده‌ای که دارد برای این مطالعه انتخاب شد (Abdoli and Naderi, 2009). این ماهی از خانواده کپورماهیان و بومی ایران است که در همه رودهای آب شیرین حوضه جنوبی دریای خزر و دریاچه ارومیه پراکنش دارد (Samaee et al., 2009). این ماهی در دریاچه‌ها تا عمق ۳۵ متری و در رودخانه‌ها در بسترهای قلوه‌سنگی، شنی، و روی گیاهان آبی زیست و تخم‌ریزی می‌کند (Valipour, 2003) و در طول رودهایی با جریان تند و کند یافت می‌شود (Turan, 2008) و یک ماهی رودرو است (Samaee et al., 2009). رژیم غذایی سیاه‌ماهی گیاه‌خواری است به طوری که از گیاهان پست، پریفیتون‌ها، و مواد پوسیده گیاهی تغذیه می‌کند. همچنین، به لحاظ دارابودن رژیم غذایی ویژه فاقد رقابت غذایی با دیگر گونه‌های ماهیان در بسیاری از رودخانه‌ها و دریاچه‌هاست (Mostafavi and Abdoli, 2005). این گونه از لحاظ ماهی‌گیری در آب‌های داخلی، آبی‌پروری، صید ورزشی، و مطالعه جغرافیای جانوری نیز حائز اهمیت است (Samaee et al., 2006).

مطالعه ویژگی‌های اندازه‌شناسی و شمارشی با هدف تعریف و شناسایی واحدهای جمعیتی از پیشینه‌ای طولانی در دانش زیست‌شناسی ماهی برخوردار است (Tudela, 1999). افراد مختلفی ویژگی‌های اندازه‌شناسی و شمارشی ماهیان در حوضه جنوبی دریای خزر را مطالعه کرده‌اند (Samaee et al., 2009; Anvarifar et al., 2010; Mousavi et al., 2011; Mousavi et al., 2012). با توجه به ارزش بوم‌شناختی و اقتصادی سیاه‌ماهی (Valipour, 2003)، کمبود اطلاعات کافی

سدها از مهم‌ترین سازه‌هایی‌اند که سبب تغییرات شرایط محیطی رودخانه‌ها می‌شوند و در تنوع و گوناگونی جانوران آن تأثیر می‌گذارند (Craig, 2001) و این می‌تواند باعث ایجاد تفاوت‌هایی در ماهیان بالا و پایین دست سدها شود (McAllister et al., 2001). تأثیر انسان در اکوسیستم رودخانه‌ها، به‌منزله یکی از منابع آب شیرین، بسیار درخور توجه است؛ برای مثال، اکوسیستم ۷۷ درصد رودخانه‌ها در شمال آمریکا، شمال مکزیک، اروپا، و اتحادیه جماهیر شوروی سابق تحت تأثیر سدها قرار گرفته است (Dynesius and Nilsson, 1994). سدها و دریاچه پشت آنها در تنوع زیستی ماهیان آب شیرین از طریق مسدودکردن مسیر مهاجرت گونه‌ها به سمت بالا و پایین رود، تغییر در میزان کدورت و نیز سطح رسوب، فیلترکردن خار و خاشاک چوبی موجود در آب، تغییر در شرایط سیلابی رودخانه به وسیله دریاچه پشت سد، پرورش گونه‌های غیر بومی ماهی در دریاچه‌های پشت سد که به تدریج جایگزین گونه‌های بومی می‌شوند، اصلاح کیفیت آب خروجی، و الگوی جاری شدن آنها اثر می‌گذارند (McAllister et al., 2001).

رودخانه سفیدرود یکی از مهم‌ترین رودخانه‌های جنوب دریای خزر است (Jafari, 2005) که همه‌ساله تعداد زیادی از ماهیان اقتصادی و مهم دریای خزر برای تولیدمثل وارد آن می‌شوند (Aghili et al., 1999). در رودخانه سفیدرود حدود ۴۱ جنس و ۵۳ گونه و زیرگونه ماهی شناسایی شده است (Abbasi et al., 1999) که سیاه‌ماهی *Capoeta capoeta* یکی

(بالادست سد تاریک) (ایستگاه ۲) و دیگری در پایین‌دست سد تاریک (ایستگاه ۳)، انتخاب شدند (شکل ۱). ایستگاه ۱ دارای موقعیت جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۸ دقیقه و ۲۹ ثانیه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۱۵ دقیقه و ۲۵ ثانیه طول شرقی و ایستگاه ۲ دارای موقعیت جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۶ دقیقه و ۵۲/۸۶ ثانیه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۱ دقیقه و ۱۸ ثانیه طول شرقی و ایستگاه ۳ دارای موقعیت جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۹ دقیقه و ۱۵ ثانیه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۵۸ دقیقه و ۱۱ ثانیه طول شرقی بودند. نمونه‌برداری ماهیان با استفاده از دستگاه الکتروشوکر با قدرت ۱ وات و با جریان مستقیم و ولتاژ ۲۲۰ ولت در آبان ۱۳۹۱ انجام گرفت. در مجموع ۱۰۰ قطعه سیاه‌ماهی نمونه‌برداری شد که از این تعداد ۴۰ قطعه ماهی مربوط به ایستگاه ۱، ۲۷ قطعه ماهی مربوط به ایستگاه ۲، و ۳۳ قطعه ماهی مربوط به ایستگاه ۳ بود. نمونه‌ها بلافاصله پس از صید در فرمالین ۱۰ درصد تثبیت و برای ادامه مطالعات به آزمایشگاه منتقل شدند.

با توجه به اینکه در مطالعات تاکسونومی و رده‌بندی فقط از روش‌های اندازه‌ی سنتی به منظور تفکیک ماهیان استفاده می‌شود، در این مطالعه برای بررسی جمعیت سیاه‌ماهیان بالادست و پایین‌دست سدهای منجیل و تاریک از روش‌های اندازه‌ی سنتی استفاده شد. در مجموع ۳۶ فاکتور اندازه‌ی و ۱۲ فاکتور شمارشی بررسی شدند. صفات اندازه‌ی با استفاده از کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و صفات شمارشی زیر لوپ با بزرگ‌نمایی ۱۰x بررسی شدند.

از پارامترهای جمعیتی، و ضرورت مدیریت بهره‌برداری این گونه، و با توجه به اینکه تا به حال تحقیقات محدودی در زمینه تأثیرات سد در جنبه‌های توصیفی و ارزیابی ذخایر ماهیان صورت گرفته، این مطالعه به منظور بررسی تأثیر سد در صفات اندازه‌ی و شمارشی سیاه‌ماهی در رودخانه سفیدرود انجام گرفت.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۲.۱. نمونه‌برداری

این مطالعه در بخش پایین‌دست رودخانه سفیدرود، حد فاصل شهرستان‌های منجیل و رشت واقع در استان گیلان که سدهای منجیل و تاریک در این بخش احداث شده‌اند، صورت گرفت. حوضه آبخیز سفیدرود ۵۸۲۵۰ کیلومتر مربع و ۷۶۵ کیلومتر درازا و میانگین آبدهی سالانه آن ۳/۹۷۰ میلیون متر مکعب است (Jafari, 2005) که ۳۰ درصد (۴/۱ میلیارد متر مکعب) آب حوضه جنوبی دریای خزر را تأمین می‌کند (Mehdinejad et al., 2009). سد منجیل در سال ۱۳۴۱ روی این رودخانه احداث شد. این سد جزء سدهای بتنی پشت بندار است که در ۱۰۰ کیلومتری دریای خزر کمی پایین‌تر از شهر منجیل در محل تلاقی دو رودخانه قزل‌اوزن و شاهرود قرار گرفته است (Khoshkholgh, 1995). سد تاریک سدی انحرافی است و در ۳۵ کیلومتری جنوب رشت بر رودخانه سفیدرود احداث شده است. این سد از سال ۱۳۴۷ بهره‌برداری شد و ظرفیت ۳۰ متر مکعب آب در ثانیه را تأمین می‌کند (Najmai, 2003). در این مطالعه سه ایستگاه، یکی در بالادست سد منجیل (ایستگاه ۱) و یکی در پایین‌دست سد منجیل



شکل ۱. نقشه موقعیت مناطق مورد مطالعه  
(۱: بالادست سد منجیل، ۲: پایین دست سد منجیل، ۳: پایین دست سد تاریک)

مخرجی، فاصله باله مخرجی تا باله دمى، فاصله باله سینه‌ای تا باله مخرجی و صفات شمارشی شامل تعداد شعاع نرم باله پشتی، تعداد شعاع سخت باله پشتی، تعداد شعاع نرم باله مخرجی، تعداد شعاع سخت باله مخرجی، تعداد شعاع نرم باله شکمی، تعداد شعاع سخت باله شکمی، تعداد شعاع سینه‌ای، تعداد شعاع سخت باله سینه‌ای، تعداد شعاع نرم باله دمى، تعداد فلس‌های روی خط جانبی، تعداد فلس‌های بالای خط جانبی، و تعداد فلس‌های پایین خط جانبی بودند.

اصلاح داده‌های خام اندازه‌گیری به متغیرهایی که مستقل از اندازه بدن‌اند و فقط اختلاف شکل را نشان می‌دهند نخستین گام در تحلیل آماری داده‌های

متغیرهای وابسته به طول شامل طول سر، طول پوزه، طول پشت حدقه‌ای، ارتفاع سر، عرض سر، فاصله دو منفذ بینی، فاصله بین حدقه‌ای، قطر چشم، قطر مردمک چشم، طول سیبک، ارتفاع باله پشتی، طول قاعده باله پشتی، ارتفاع باله پشتی، طول باله سینه‌ای، قاعده باله سینه‌ای، طول باله شکمی، قاعده باله شکمی، ارتفاع باله مخرجی، قاعده باله مخرجی، طول باله مخرجی، طول باله مخرجی، طول استاندارد، ارتفاع بدن، حداقل ارتفاع بدن، عرض بدن، طول ساقه دمى، ارتفاع ساقه دمى، عرض ساقه دمى، طول پیش باله پشتی، طول پس باله پشتی، طول پیش باله سینه‌ای، طول پیش باله شکمی، طول پیش باله مخرجی، فاصله باله سینه‌ای تا باله شکمی، فاصله باله شکمی تا باله

استفاده شد. البته در تجزیه به عامل‌ها از ضریب KMO (ضریب کایزر) استفاده شد. بدین صورت که اگر مقدار این ضریب بزرگ‌تر از ۰/۶ باشد بیان‌کننده این است که روش تجزیه به عامل‌ها مناسب است (Anvarifar et al, 2011). تمامی تجزیه و تحلیل‌های آماری و ترسیم در نرم‌افزارهای SPSS 16، Excel 2010 و PAST انجام شدند.

### ۳. نتایج

مجموعه داده‌های اندازه‌شی و شمارشی با آزمون نرمالیتی کلموگرونوف-اسمیرنوف سنجش شدند و مشخص شد که داده‌های اندازه‌شی نرمال ( $P < 0/05$ ) و داده‌های شمارشی غیر نرمال اند ( $P < 0/05$ ). خصوصیات اندازه‌شی سیاه‌ماهی در دو جنسیت نر و ماده در خارج از فصل تولیدمثلی یکسان است (Anvarifar et al, 2010; Heidari et al., 2013). به همین دلیل، همه محاسبات اندازه‌شی برای دو جنسیت نر و ماده با هم انجام گرفت. میانگین، حداقل، حداکثر، و انحراف معیار ۳۶ صفت اندازه‌شی و ۱۲ صفت شمارشی سیاه‌ماهیان در بالادست و پایین‌دست سدهای منجیل و تاریک در رودخانه سفیدرود در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است. بررسی میانگین سنی جمعیت‌های سه ایستگاه نشان داد که سیاه‌ماهیان بالادست سد منجیل و پایین‌دست سد تاریک دوساله و سیاه‌ماهیان پایین‌دست سد منجیل چهارساله بودند. همچنین، میانگین وزنی آنها در بالادست سد منجیل، پایین‌دست سد منجیل، و پایین‌دست سد تاریک به ترتیب ۱۲/۰۴، ۷۷/۸۵، و ۱۱/۶۴ گرم بود.

اندازه‌شی است (Turan, 2008). استاندارد کردن داده‌های اندازه‌شی تغییرات ناشی از رشد آلومتریک را حذف می‌کند (Karakousis et al., 1991). به منظور حذف اندازه، داده‌های اندازه‌شی قبل از تحلیل به کمک فرمول بکام استاندارد شدند (Beacham, 1985):

$$M_{(t)} = M_{(0)} (L / L_{(0)})^b \quad (1)$$

$M_t$ : مقادیر استاندارد شده صفت

$M_0$ : طول صفت 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

یک روش برای تعیین کافی بودن تعداد نمونه‌ها نسبت  $N$  به  $P$  است ( $N$  تعداد نمونه‌ها و  $P$  صفاتی است که در سطح ۰/۰۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار باشند) و کم‌ترین مقدار برای این نسبت ۳-۳/۵ است (Johnson, 1981; Kocovsky et al., 2009). کارایی داده‌های اصلاح شده از طریق آزمون معنی‌دار بودن هم‌بستگی بین متغیر اصلاح شده و طول استاندارد سنجش شد سپس، آماره‌های توصیفی و آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام شد.

تحلیل واریانس تک‌متغیره ANOVA و آزمون دانکن برای بیان روابط معنی‌داری برای هر صفت اندازه‌شی و آزمون کروسکال والیس برای هر صفت شمارشی انجام شد (Zar, 1984). از تجزیه و تحلیل‌های متغیر کانونی (CVA) و تجزیه مؤلفه اصلی (PCA) برای بررسی تفاوت بین جمعیت‌ها

جدول ۱. میانگین، انحراف معیار، حداکثر و حداقل (بر حسب میلی متر) صفات اندازه‌شی سیاه‌ماهیان بالادست و پایین دست سدهای منجیل و تاریک در رودخانه سفیدرود

ردیف	ایستگاه ۱		ایستگاه ۲		ایستگاه ۳	
	بالادست سد منجیل		پایین دست منجیل و بالادست سد تاریک		پایین دست سد تاریک	
صفات	انحراف معیار ± میانگین	حداکثر-حداقل	انحراف معیار ± میانگین	حداکثر-حداقل	انحراف معیار ± میانگین	حداکثر-حداقل
طول سر	۱۹/۱۸±۶/۱۱	۷/۸۲-۳۰/۱۹	۳۲/۵۴±۵/۵۰	۲۱/۲۶-۴۰/۵۵	۱۸±۳/۶۹	۱۳/۳۹-۲۹/۸۶
طول پوزه	۶/۴±۱/۹۶	۲/۶۷-۱۰/۶۷	۱۱/۶۴±۲/۲۷	۷/۸۷-۱۴/۹۲	۵/۶۸±۱/۵۱	۴/۲۳-۱۰/۳۵
طول پشت حدقلای	۸/۸۱±۲/۹۱	۳/۸۶-۱۲/۶۲	۱۵/۲۸±۲/۷۹	۹/۵۹-۱۹/۵۱	۷/۷۷±۱/۷۸	۵/۲۹-۱۳/۱۱
ارتفاع سر	۱۳/۴۰±۴/۳۶	۵/۳۸-۲۱/۲	۲۳/۰۸±۳/۸۵	۱۵/۶۹-۳۰/۲۴	۱۳/۱۰±۲/۸۲	۹/۵۸-۲۲/۵۹
عرض سر	۱۲/۳۲±۴/۳۷	۴/۷۷-۲۰/۱۴	۲۲/۵۴±۴/۳۱	۱۳/۶۲-۲۹/۴۶	۱۱/۸۸±۲/۸۱	۸/۱۴-۲۰/۶۳
فاصله بین دو منفذ بینی	۵/۳۱±۱/۷۰	۲/۴۴-۹/۰۸	۸/۱۵±۱/۴۸	۵/۶-۱۰/۵۶	۴/۵۹±۱/۰۰	۳/۰۴-۷/۹۵
فاصله بین حدقلای	۸/۳۹±۲/۶۳	۳/۲۷-۱۳/۵۸	۱۴/۰۹±۲/۷۸	۸/۶۹-۱۸/۵۴	۷/۱۳±۱/۷۴	۴/۵۳-۱۲/۹۶
قطر چشم	۴/۱۹±۰/۹۵	۲/۳۱-۹/۲۶	۵/۳۷±۰/۶۴	۴/۱۹-۶/۱۸	۴/۲۳±۰/۵۰	۳/۴۱-۵/۳۶
قطر مردمک	۲/۱۴±۰/۴۷	۱/۲۴-۲/۸۲	۲/۸۴±۰/۴۶	۲/۲۱-۳/۸۴	۲/۳۰±۰/۴۱	۱/۴۷-۳/۴۹
طول سیلیک	۴/۲۵±۱/۳۱	۱/۸۶-۷/۶۱	۵/۳۴±۰/۸۲	۴/۲۵-۶/۵۸	۳/۶۳±۰/۸۰	۲/۳۲-۵/۷
ارتفاع باله پستی	۱۳/۲۶±۴/۳۵	۴/۷-۲۰/۶۲	۱۸/۴۸±۳/۴۹	۱۲/۰۲-۲۴/۰۴	۱۳/۳۷±۲/۹۰	۹/۴۲-۲۲/۰۴
طول قاعده باله پستی	۱۱/۰۳±۳/۸۹	۴/۵۳-۱۷/۹۹	۱۹/۹۲±۴/۳۱	۱۰/۴۹-۲۷/۰۵	۱۰/۴۵±۳/۰۱	۶/۳۴-۲۲/۹۶
ارتفاع باله پستی	۱۸/۸۵±۶/۸۳	۸/۷۲-۳۲/۶۶	۳۳/۱۶±۶/۰۳	۱۹/۲۲-۴۱/۹۲	۱۷/۶۱±۳/۱۰	۱۲/۹۷-۲۱/۹۸
طول باله سینه‌ای	۱۵/۷۳±۴/۵۹	۴/۳۵-۲۶/۲۳	۲۷/۵۹±۴/۸۴	۱۶/۵۳-۳۵/۵۳	۱۴/۳۰±۲/۸۷	۹/۹۶-۲۳/۱۹
قاعده باله سینه‌ای	۳/۴۸±۱/۲۰	۱/۶۰-۶/۳۷	۵/۶۵±۱/۱۲	۳/۲۲-۷/۶۸	۲/۹۸±۰/۹۳	۱/۷۵-۶/۱
طول باله شکمی	۱۳/۲۹±۴/۴۸	۵/۴۷-۲۱/۶۷	۲۳/۱۲±۴/۱۸	۱۳/۶۴-۳۰/۶	۱۱/۹۱±۲/۶۱	۸/۶۱-۲۰/۳۳
قاعده باله شکمی	۳/۶۵±۱/۲۵	۱/۵۱-۶/۶۷	۶/۰۹±۱/۳۲	۳/۳۹-۷/۷۷	۳/۲۶±۰/۹۲	۲/۲۸-۶/۲۹
ارتفاع باله مخرجی	۹/۸۱±۳/۵۸	۳/۲۳-۱۶/۷۵	۳۴/۴۴±۴/۲۵	۱۳/۵۳-۳۲/۶۲	۹/۹۱±۲/۹۱	۶/۵۱-۲۰
قاعده باله مخرجی	۵/۷۵±۲/۱۹	۲/۰۷-۹/۹۲	۱۰/۴۶±۲/۸۴	۴/۴۸-۱۴/۴۴	۵/۶۷±۱/۵۶	۳/۶۱-۱۱/۱۵
طول باله مخرجی	۱۴/۱۳±۵/۲۲	۵/۵۲-۲۴/۷۲	۲۴/۴۴±۴/۲۵	۱۳/۵۳-۳۲/۶۲	۱۶/۲۷±۱۳/۷۷	۱۹/۳-۱۸/۹۱
طول استاندارد	۸۱/۵۶±۲۸/۶۷	۳۱/۰۲-۱۳۳/۲۷	۱۴۶/۸۱±۲۵/۸۳	۸۸/۱۶-۱۸۵	۷۷/۵۳±۱۸/۱۳	۵۶/۴۹-۱۴۱/۷
ارتفاع بدن	۱۸/۲۴±۶/۵۴	۶/۳۸-۳۰/۴۱	۳۷/۱۷±۷/۸۰	۲۰/۹۲-۴۸/۷۲	۱۸/۵۲±۴/۳۷	۱۳/۴-۳۵/۳
حداقل ارتفاع بدن	۸/۸۱±۳/۲۷	۳/۳۴-۱۵/۷۸	۱۷/۰۲±۳/۳۱	۹/۷۵-۲۱/۶۹	۸/۷۱±۱۴	۵/۹-۱۶/۵۲
عرض بدن	۱۲/۴۸±۴/۷۵	۴/۰۴-۲۱/۴۲	۲۶/۳۲±۶/۲۵	۱۴/۱۴-۳۶/۷۸	۱۳/۹۵±۳/۳۶	۹/۴۷-۲۵/۹۶
طول ساقه دم	۱۵/۳۶±۶/۲۷	۴/۹-۲۶/۳۷	۲۹/۵۱±۵/۹۸	۱۷/۹۴-۳۸/۸۱	۱۵/۰۹±۴/۶۴	۱۰/۳۲-۳۲/۱۳
ارتفاع ساقه دم	۹/۷۳±۳/۷۵	۳/۷-۱۶/۲۸	۱۸/۱۵±۳/۷۲	۱۰/۸۵-۲۴/۲۸	۹/۵۷±۲/۵۵	۶/۳۱-۱۷/۷۷
عرض ساقه دم	۳/۰۱±۰/۸۵	۱/۶۲-۴/۵۹	۴/۳۸±۰/۹۳	۲/۷۸-۵/۲۵	۲/۶۲±۰/۷۸	۱/۴۵-۵/۱۷
طول پیش باله پستی	۴۰/۳۴±۱۳/۶۱	۱۶/۶۳-۶۴/۱۸	۷۱/۷۲±۱۲/۸۴	۴۳/۴۸-۸۹/۷۲	۳۷/۱۹±۷/۹۰	۲۸/۱۳-۶۱/۷۱
طول پس باله پستی	۲۹/۸۳±۱۱/۸۹	۹/۴۴-۴۷/۸۳	۵۲/۳۴±۱۲/۹۱	۳۲/۴۵-۷۵/۲۲	۲۹/۵۱±۸/۲۱	۲۰/۰۸-۶۰/۷۴
طول پیش باله سینه‌ای	۱۹/۳۵±۶/۰۶	۷/۸۵-۳۰/۲۸	۳۲/۰۱±۵/۳۹	۲۱/۶۶-۴۱/۳۱	۱۸/۷۴±۷/۵۶	۱۳/۵-۵۷/۷۱
طول پیش باله شکمی	۴۳/۰۳±۱۴/۳۸	۱۷/۶۳-۶۸/۸۳	۷۷/۳۷±۱۴/۰۴	۴۷/۵-۹۹	۴۰/۹۳±۸/۹۵	۳۰/۸۵-۷۰/۸۳
طول پیش باله مخرجی	۶۰/۵۱±۲۱/۵۵	۲۳/۸۹-۹۸/۵۳	۱۰۹/۴۳±۱۹/۵	۶۷/۴۳-۱۳۷/۰۴	۷/۴۰±۱۲/۷۱	۴۱/۹۴-۹۹/۸۲
فاصله باله سینه‌ای تا شکمی	۲۴/۵۹±۸/۷۰	۱۱/۱۳-۴۰/۱	۴۷/۱۲±۹/۵۴	۲۷/۳۹-۶۲/۷	۲۳/۴۳±۵/۷۳	۱۷/۲۳-۴۴/۱۸
فاصله باله شکمی تا مخرجی	۱۸/۵۶±۷/۳۸	۵/۱۸-۳۳/۱۵	۳۴/۳۱±۶/۶۳	۲۱/۹۳-۴۴/۵۸	۱۷/۳۷±۴/۳۲	۱۱/۹۴-۳۳/۸۲
فاصله باله مخرجی تا دم	۲۰/۰۷±۸/۴۱	۶/۸۹-۳۴/۳۹	۳۹/۸±۸/۳۹	۲۳/۶-۵۳/۱۹	۲۰/۱۶±۵/۶۰	۱۳/۸۹-۴۰/۷۱
فاصله باله سینه‌ای تا مخرجی	۴۴/۲۳±۱۷/۸	۱۷/۱-۷۲/۵	۸۰/۱۵±۱۵/۶۷	۴۷/۶۱-۱۰۲/۹۱	۴/۳۳±۹/۵۴	۳۱/۲۲-۷۷/۰۷

جدول ۲. میانگین، مد، انحراف معیار، حداقل، و حداکثر صفات شمارشی سیاه‌ماهیان بالادست و پایین‌دست سدهای منجیل و تاریک در رودخانه سفیدرود

ردیف	ایستگاه ۱		ایستگاه ۲		ایستگاه ۳	
	بالادست منجیل		پایین‌دست منجیل و بالادست تاریک		پایین‌دست تاریک	
صفات	انحراف معیار	حداکثر-مد	انحراف معیار	حداکثر-مد	انحراف معیار	حداکثر-مد
	$\pm$ میانگین	حداقل	$\pm$ میانگین	حداقل	$\pm$ میانگین	حداقل
تعداد شعاع نرم باله پستی	۸/۹۵ $\pm$ ۰/۵۵	۸-۱۰	۸/۹۴ $\pm$ ۰/۲۳	۸-۹	۸/۸۱ $\pm$ ۰/۳۹	۸-۹
تعداد شعاع سخت باله پستی	۲/۹۷ $\pm$ ۰/۱۵۸	۳-۳	۳/۸۲ $\pm$ ۰/۳۸	۳-۴	۲/۷۸ $\pm$ ۰/۸۱	۲-۴
تعداد شعاع نرم باله مخرجی	۶/۴۲ $\pm$ ۰/۵۹	۶-۷	۶/۰۵ $\pm$ ۰/۴۱	۵-۷	۶/۵۴-۰/۷۱	۵-۷
تعداد شعاع سخت باله مخرجی	۱ $\pm$ ۰	۱-۱	۱/۲۹ $\pm$ ۰/۴۵	۱-۲	۱/۱۵-۰/۳۶	۱-۲
تعداد شعاع نرم باله شکمی	۸/۹۵ $\pm$ ۰/۸۱	۷-۱۰	۹/۳۵ $\pm$ ۰/۶۸	۸-۱۰	۹/۳۳ $\pm$ ۰/۷۳	۷-۱۰
تعداد شعاع سخت باله شکمی	۱ $\pm$ ۰	۱-۱	۱/۲۳ $\pm$ ۰/۴۲	۱-۲	۱/۰۹ $\pm$ ۰/۲۹	۱-۲
تعداد شعاع نرم باله سینه‌ای	۱۷/۹۵ $\pm$ ۰/۷۴	۱۷-۲۰	۱۸/۲۹ $\pm$ ۰/۶۶	۱۷-۱۹	۱۶/۹۳ $\pm$ ۰/۲۴	۱۶-۱۷
تعداد شعاع سخت باله سینه‌ای	۱ $\pm$ ۰	۱-۱	۱/۴۱ $\pm$ ۰/۴۹	۱-۲	۱ $\pm$ ۰	۱-۱
تعداد شعاع نرم باله دمی	۱۹/۱۵ $\pm$ ۰/۷۶	۱۸-۲۰	۱۸/۱۱ $\pm$ ۰/۵۸	۱۷-۱۹	۱۶/۵۱ $\pm$ ۰/۷۵	۱۶-۱۹
فلس‌های روی خط جانبی	۵۲/۵۵ $\pm$ ۱/۶۱	۵۰-۵۵	۵۲/۰۵ $\pm$ ۱/۵۸	۵۰-۵۵	۵۲/۷۸ $\pm$ ۰/۶۴	۵۳-۵۵
فلس‌های بالای خط جانبی	۶/۴۷ $\pm$ ۰/۵۰	۶-۷	۸/۴۷ $\pm$ ۰/۶۰	۷-۹	۷/۴۵ $\pm$ ۰/۷۱	۷-۹
فلس‌های پایین خط جانبی	۹/۴۰ $\pm$ ۰/۴۹	۹-۱۰	۹/۱۷ $\pm$ ۰/۳۸	۹-۱۰	۹/۲۱ $\pm$ ۰/۵۹	۷-۱۰

تجزیه و تحلیل واریانس تک‌متغیره و آزمون کراسکال والیس نشان دادند که از ۳۶ صفت اندازه‌شی مورد بررسی ۳۵ صفت و از ۱۲ صفت شمارشی ۱۰ صفت در ۳ ایستگاه مورد مطالعه در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری داشتند ( $P \leq 0/05$ ) (جدول‌های ۳ و ۴). یک مشکل عمده در بررسی صفات اندازه‌شی ماهیان کافی نبودن تعداد نمونه‌هاست که منجر به نتایج اشتباه در تجزیه و تحلیل‌های آماری می‌شود. در این مطالعه نسبت N به P (۱۰۰/۳۲) به‌دست‌آمده ۳/۱۲۵ بود که مناسب‌بودن تعداد نمونه‌های سیاه‌ماهیان سه ایستگاه را برای انجام تجزیه و تحلیل‌های اندازه‌شی نشان داد.

ضریب KMO با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) برای صفات اندازه‌شی ۰/۹۴۲ به دست آمد که تناسب داده‌ها را برای تحلیل عاملی تأیید کرد. با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی از ترکیب خطی ۳۶ صفت اندازه‌شی فاکتورهای اصلی وجود آمد که ویژگی‌های خاصی از ارتباط صفات را نشان دادند. تجزیه و تحلیل عاملی برای صفات اندازه‌شی ۳ عامل با مقادیر ویژه بزرگ‌تر از ۱ را انتخاب کرد که شامل ۸۷/۶۴۸ درصد تنوع صفات بود. اولین فاکتور استخراجی ۸۰/۲۴۱ درصد واریانس و دومین فاکتور استخراجی ۴/۰۶۲ درصد واریانس را به خود اختصاص داد (جدول ۵).

جدول ۳. نتایج تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) برای خصوصیات اندازه‌گیری سیاه‌ماهیان بالادست و پایین دست سدهای منجیل و تاریک در رودخانه سفیدرود

ارزش عدد P	ارزش عدد P	ارزش عدد P	ارزش عدد P	ارزش عدد F	خصوصیات اندازه‌گیری
ایستگاه ۲ و ۳	ایستگاه ۱ و ۳	ایستگاه ۱ و ۲	سه ایستگاه	سه ایستگاه	
۰/۰۰۰	۰/۷۳۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۶/۰۴۶	طول سر*
۰/۰۰۰	۰/۰۳۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۵/۰۱۴۱	طول پوزه*
۰/۰۰۰	۰/۰۵۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۴۱/۵۴۲	طول پشت حدقه‌ای*
۰/۰۰۰	۰/۲۴۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۴/۷۱۲	ارتفاع سر*
۰/۰۰۰	۰/۲۹۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۷/۷۷۷	عرض سر*
۰/۰۰۰	۰/۰۱۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۱۷/۰۴۰	فاصله دو منفذ بینی*
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۴۲/۶۳۲	فاصله بین حدقه‌ای*
۰/۰۷۰	۰/۱۰۵	۰/۰۱۹	۰/۰۱۸	۴/۲۱۷	قطر چشم*
۰/۴۴۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰	۱۲/۰۴۴	قطر مردمک*
۰/۰۰۷	۰/۰۱۴	۰/۹۶۸	۰/۰۲۴	۳/۹۰۸	طول سبیلک*
۰/۵۲۷	۰/۰۸۷	۰/۰۸۲	۰/۰۶۸	۲/۷۷۷	ارتفاع باله پشتی
۰/۰۰۰	۰/۹۶۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۵/۳۸۵	طول قاعده باله پشتی*
۰/۰۰۰	۰/۷۰۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۳/۳۶۰	ارتفاع باله پشتی*
۰/۰۰۰	۰/۳۴۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۳/۱۲۴	طول باله سینه‌ای*
۰/۰۰۰	۰/۰۴۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱۵/۱۸۷	قاعده باله سینه‌ای*
۰/۰۰۰	۰/۱۱۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۸/۴۳۶	طول باله شکمی*
۰/۰۰۰	۰/۱۹۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱۸/۳۵۴	قاعده باله شکمی*
۰/۰۲۹	۰/۰۸۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۶/۱۸۳	ارتفاع باله مخرجی*
۰/۰۰۰	۰/۱۸۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲۰/۰۳۱	قاعده باله مخرجی*
۰/۰۰۰	۰/۰۶۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۴۹/۳۱۵	طول باله مخرجی*
۰/۰۰۰	۰/۰۲۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۷۰/۰۹۰	ارتفاع بدن*
۰/۰۰۰	۰/۱۳۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۴۹/۲۱۵	حداقل ارتفاع بدن*
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۶۰/۹۴۲	عرض بدن*
۰/۰۰۰	۰/۱۸۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲۷/۷۲۰	طول ساقه دم*
۰/۰۰۰	۰/۱۲۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲۷/۹۷۰	ارتفاع ساقه دم*
۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۰۵۶	۰/۰۰۰	۱۱/۲۹۱	عرض ساقه دم*
۰/۰۰۰	۰/۴۷۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۴۵/۳۷۹	طول پیش باله پشتی*
۰/۰۰۰	۰/۱۳۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۴۰/۳۲۱	طول پس باله پشتی*
۰/۰۰۰	۰/۳۳۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۰/۸۶۷	طول پیش باله سینه‌ای*
۰/۰۰۰	۰/۸۹۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۴۷/۱۰۶	طول پیش باله شکمی*
۰/۰۰۰	۰/۸۶۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳۹/۰۰۷	طول پیش باله مخرجی*
۰/۰۰۰	۰/۸۵۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۵۴/۲۰۳	فاصله باله سینه‌ای تا شکمی*
۰/۰۰۰	۰/۹۷۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲۶/۸۷۵	فاصله باله شکمی تا مخرجی*
۰/۰۰۰	۰/۰۸۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲۹/۵۴۱	فاصله باله مخرجی تا دم*
۰/۰۰۰	۰/۴۳۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۲۶/۷۰۴	فاصله باله سینه‌ای تا مخرجی*

\* اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد در سه ایستگاه



جدول ۴. نتایج آزمون ناپارامتریک کراسکال والیس صفات شمارشی سیاه‌ماهیان بالادست و پایین‌دست سدهای منجیل و تاریک در رودخانه سفیدرود (۱: بالادست سد منجیل، ۲: پایین‌دست سد منجیل و ۳: پایین‌دست سد تاریک)

صفات (متغیر) مورد بررسی	مقدار مربع کای	ارزش عدد P	ارزش عدد P	ارزش عدد P
	سه ایستگاه	سه ایستگاه	ایستگاه ۱ و ۲	ایستگاه ۱ و ۲ و ۳
شعاع نرم باله پشتی	۱/۵۷۵	۰/۴۵۵	۰/۹۹۹	۰/۲۴۰
شعاع سخت باله پشتی	۳۰/۵۱۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
شعاع نرم باله مخرجی	۹/۳۴۵	۰/۰۰۹	۰/۰۱۹	۰/۰۰۳
شعاع سخت باله مخرجی	۱۱/۱۸۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۲۳۷
شعاع نرم باله شکمی	۷/۲۳۶	۰/۰۲۷	۰/۰۵۰	۰/۹۸۲
شعاع سخت باله شکمی	۹/۳۳۰	۰/۰۱۰	۰/۰۰۲	۰/۱۶۸
شعاع نرم باله سینه‌ای	۴۷/۳۶۵	۰/۰۰۰	۰/۰۸۲	۰/۰۰۰
شعاع سخت باله سینه‌ای	۳۲/۲۳۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱/۰۰۰
شعاع نرم باله دمی	۶۳/۷۳۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
فلس‌های روی خط جانبی	۳۷/۹۶۲	۰/۰۰۰	۰/۳۳۶	۰/۰۰۰
فلس‌های بالای خط جانبی	۵۵/۳۰۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
فلس‌های پایین خط جانبی	۳/۲۴۱	۰/۱۹۸	۰/۱۰۵	۰/۵۹۱

جدول ۵. مقادیر ویژه، درصد واریانس، و درصد واریانس تجمعی صفات اندازشی سیاه‌ماهیان بالادست و پایین‌دست سدهای منجیل و تاریک در رودخانه سفیدرود

فاکتور	مقادیر ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی
۱	۲۸/۰۸۴	۸۰/۲۴۱	۸۰/۲۴۱
۲	۱/۴۲۲	۴/۰۶۲	۸۴/۳۰۳
۳	۱/۱۷۱	۳/۳۴۴	۸۷/۶۴۸

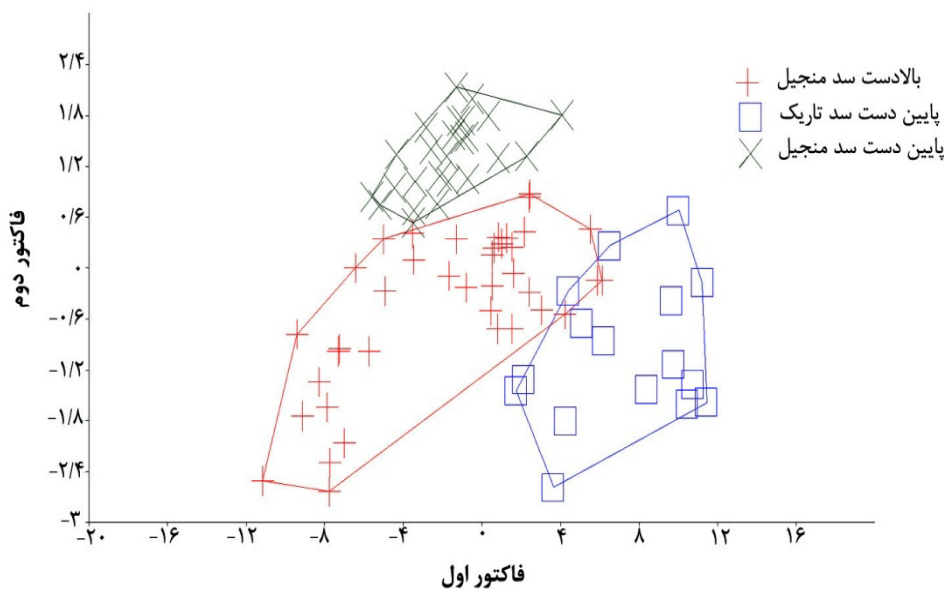
طول پیش باله شکمی، طول پیش باله مخرجی، فاصله باله سینه‌ای تا باله شکمی، فاصله باله شکمی تا باله مخرجی، فاصله باله مخرجی تا باله دمی، و فاصله باله سینه‌ای تا باله مخرجی روی فاکتور استخراجی اول و موارد ارتفاع سر، عرض سر، ارتفاع باله مخرجی، حداقل ارتفاع بدن، عرض بدن، طول ساقه دمی، ارتفاع ساقه دمی، طول پس باله پشتی، و فاصله باله شکمی تا باله مخرجی روی فاکتور استخراجی دوم بودند. در این بررسی فقط فاکتورهایی که مقادیر ویژه آنها بالاتر از ۱ بود بررسی شدند. با توجه به مقادیر ویژه اول و

مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر در تفکیک جمعیت‌های سه ایستگاه شامل موارد طول سر، طول پوزه، طول پشت حدقه‌ای، ارتفاع سر، عرض سر، فاصله دو منفذ بینی، فاصله بین حدقه‌ای، قطر مردمک، طول قاعده باله پشتی، ارتفاع باله پشتی، طول باله سینه‌ای، قاعده باله سینه‌ای، طول باله شکمی، قاعده باله شکمی، ارتفاع باله مخرجی، طول باله مخرجی، ارتفاع بدن، حداقل ارتفاع بدن، عرض بدن، طول ساقه دمی، ارتفاع ساقه دمی، طول پیش باله پشتی، طول پس باله پشتی، طول پیش باله سینه‌ای،

نتایج تجزیه و تحلیل متغیرهای کانونی درباره صفات اندازه‌شی نشان داد که گروه‌بندی جمعیت‌ها به صورت دقیق انجام گرفته که این دلالت بر جدایی جمعیت‌ها بر اساس این آزمون دارد (شکل ۳).

دوم، نمونه‌های سیاه‌ماهیان سه ایستگاه از هم تفکیک شدند (شکل ۲).

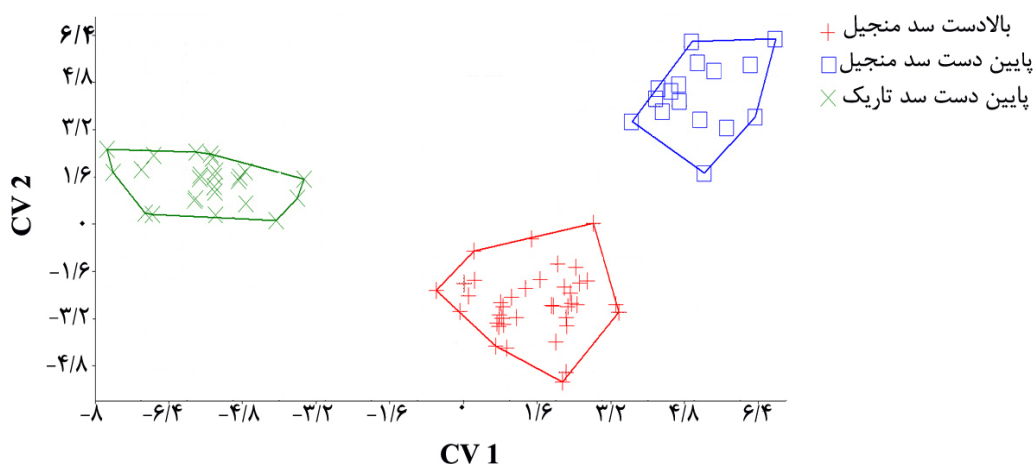
آزمون Wilks' Lambda نشان داد که جمعیت‌های بالادست و پایین دست سد منجیل و سد تاریک در رودخانه سفیدرود بر اساس این آنالیز با یکدیگر در سطح بسیار معنی‌داری تفاوت دارند ( $P \leq 0.01$ ) (جدول ۶).



شکل ۲. پراکنش افراد بر اساس روابط عوامل استخراجی اول و دوم صفات اندازه‌شی سیاه‌ماهیان بالادست و پایین دست سدهای منجیل و تاریک در رودخانه سفیدرود

جدول ۶. نتایج تست Wilks' Lambda به منظور بیان وجود اختلاف میان ۳ جمعیت زمانی که صفات اندازه‌شی و شمارشی جداگانه با استفاده از فاکتور متمایزکننده مقایسه می‌شوند.

÷	آزمون توابع	Wilks' Lambda	مقدار مربع کای	درجه آزادی	معنی‌داری
صفات اندازه‌شی	۱ از ۲	۰/۰۱۶	۳۰۴/۴۷۳	۱۶	۰/۰۰۰
	۲	۰/۱۸۲	۱۲۵/۳۸۲	۷	۰/۰۰۰
صفات شمارشی	۱ از ۲	۰/۰۳۳	۲۶۲/۹۰۷	۱۴	۰/۰۰۰
	۲	۰/۲۶۵	۱۰۲/۲۴۸	۱۶	۰/۰۰۰



شکل ۳. پراکنش افراد بر اساس مقادیر متغیرهای کانونی صفات اندازه‌شی سیاه‌ماهیان بالادست و پایین‌دست سد های منجیل و تاریک در رودخانه سفیدرود

2001a). به علاوه، تقسیم‌بندی رودخانه‌ها و تبدیل آنها از رودخانه‌ای جریان‌دار به زیستگاهی مخزنی در اکوسیستم‌ها اثر می‌گذارد. این پدیده به نوبه خود در الگوی مهاجرت جمعیت ماهی اثرگذار است ( Jager et al., 2001). Holcik (1999) بیان کرد که کاهش چشمگیری در مهاجرت گونه‌هایی مثل مارماهی، تاسماهیان، و ماهی آزاد در رودخانه‌های اروپا ایجاد شده است و حتی حرکات ماهیان ساکن یا غیر مهاجر هم تحت تأثیر سد قرار گرفته است. با توجه به اینکه سد های منجیل و تاریک روی رودخانه سفیدرود فاقد مسیری برای عبور ماهیان‌اند و امکان جابه‌جایی آنها نیز وجود ندارد، تفاوت‌های ایجاد شده در سیاه‌ماهیان این سه ایستگاه می‌تواند به دلیل محدودیت مهاجرت آنها به سمت بالادست رود باشد. توضیح علل به‌وجود آمدن تفاوت‌های ریختی میان جمعیت‌ها بسیار دشوار است (Poulet et al., 2004). به‌طور کلی، ویژگی‌های ریختی تحت کنترل و برهم‌کنش دو عامل شرایط محیطی و ژنتیک‌اند ( Poulet et al., 2004). ویژگی‌های محیطی در خلال دوران اولیه

#### ۴. بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر نشان داد که سد منجیل و سد تاریک روی رودخانه سفیدرود باعث ایجاد خصوصیات اندازه‌شی و شمارشی متفاوت در جمعیت‌های *Capoeta capoeta* در سه ایستگاه مورد مطالعه شده‌اند. Dakin و همکاران (2007) تفاوت‌های ایجاد شده درباره جمعیت‌های *Micropterus cataractae* در بالادست و پایین‌دست رودخانه کاتاهوچی در آتالانتا را نبود امکان مهاجرت آنها ذکر کردند. ساختار سد از مهاجرت رو به بالای ماهی جلوگیری می‌کند، به خصوص در گونه‌های مهاجر، که در نتیجه ماهی‌ها در یک دام زیستی گیر می‌کنند و از صعود آنها به بالادست جلوگیری می‌شود (Pelicice and Agostino, 2008). همچنین، ساخت سد روی یک رودخانه می‌تواند در مهاجرت رو به بالا و رو به پایین ماهیان اثر بگذارد. از این رو، محدودیت حرکات ماهی به سمت بالادست و منع تبادل ژنتیکی با ذخایر پایین‌دست می‌تواند باعث تفاوت در جمعیت‌ها شود ( McAllister et al.,

همچنین، ویژگی‌های اندازه‌شی انعطاف‌پذیری بیشتری را در پاسخ به تغییرات شرایط محیطی از خود نشان می‌دهند (Wimberger, 1992)، که وجود تفاوت‌های نمونه‌های بالادست و پایین‌دست سدهای منجیل و تاریک تأکیدی بر تفکیک اندازه‌شی آنهاست. جدایی جغرافیایی ایجادشده در اثر سد باعث می‌شود که صفات اندازه‌شی در هر ایستگاه به طور مستقل شکل گیرد (Samaee et al., 2006).

در طبقه‌بندی جمعیت‌ها بر اساس تجزیه و تحلیل متغیرهای کانونی درباره صفات اندازه‌شی گروه‌بندی صحیحی صورت گرفته بود و افراد جمعیت‌ها در گروه‌های خودشان قرار گرفته بودند که این تفاوت زیاد جمعیت‌های سیاه‌ماهی را در مناطق مورد مطالعه نشان می‌دهد. بنابراین، تجزیه و تحلیل متغیرهای کانونی می‌تواند ابزاری مؤثر در تشخیص ذخایر مختلف از یک گونه در برنامه‌های مدیریتی باشد، به خصوص زمانی که صفات شمارشی نیز بررسی شوند (Karakousis et al., 1991). مقایسه فاکتورهای استخراجی در تجزیه و تحلیل‌های چندمتغیره نشان داد که هر چه دامنه تغییرات صفات بیشتر باشد تعداد فاکتورهای استخراجی و تعداد مقادیر ویژه بزرگ‌تر از ۱ در آن دسته از صفات بیشتر خواهد بود که قبلاً نیز این موضوع به اثبات رسیده است (Rahmani, 2006). در این بررسی درباره صفات اندازه‌شی ۳ فاکتور با مقادیر ویژه بزرگ‌تر از ۱ به دست آمد. در تفکیک جمعیت‌ها به روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، صفاتی که دارای ضرایب عاملی بزرگ‌تر از ۰/۷ باشند در تفکیک جمعیت‌ها مؤثرترند (Karakousis et al., 1991). بنابراین، نتایج تجزیه مؤلفه‌های اصلی همانند تحلیل متغیرهای کانونی برای

تکامل ماهی غالب‌اند و افراد به شرایط محیطی حساسیت بیشتری دارند و معمولاً ماهیانی که در دوران اولیه زندگی شرایط محیطی مشابهی دارند از لحاظ اندازه‌شی نیز وضعیت مشابهی دارند (Pinheiro et al., 2005). از سوی دیگر، هنگامی که ماهی در شرایط محیطی جدیدی قرار گیرد این امکان وجود دارد که تغییرات اندازه‌شی سریعاً در آن رخ دهد (Poulet et al., 2004). با توجه به این، صفات اندازه‌شی بیشتر تحت تأثیر شرایط بوم‌شناختی است و به صورت بارزتری تفاوت‌های زیستگاهی و اختلاف فنوتیپی در سطح جمعیت را نشان می‌دهد. نتایج این تحقیق نشان داد که جمعیت‌های سیاه‌ماهی در بالادست و پایین‌دست سدهای منجیل و تاریک در رودخانه سفیدرود از نظر زیستگاهی شرایط اکولوژیک متفاوتی را تجربه می‌کنند و تفاوت درخور ملاحظه‌ای را در سطح جمعیتی نشان می‌دهند. نتایج تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون کروسکال والیس نشان دادند که ۳۵ صفت از ۳۶ صفت اندازه‌شی و ۱۰ صفت از ۱۲ صفت شمارشی در بین نمونه‌های سه ایستگاه مورد مطالعه دارای تفاوت معنی‌دار بودند که این امر نشان‌دهنده وجود تنوع بالای فنوتیپی بین سیاه‌ماهیان مناطق مورد مطالعه بود. در بیشتر مطالعات اندازه‌شی فاکتور اندازه بدن ممکن است به میزان ۸۰ درصد یا بیشتر در وجود تغییرات بین متغیرهای اندازه‌گیری شده تأثیرگذار باشد (Tzeng, 2004). از آنجا که در این تحقیق آزمون واریانس یک‌طرفه درباره ویژگی‌های اندازه‌شی اصلاح‌شده صورت پذیرفت، هر گونه اختلاف معنی‌داری نشان‌دهنده اختلاف در شکل بدن و نه در اندازه آنهاست، زیرا با استاندارد کردن داده اثر اندازه حذف می‌شود.

سدهای منجیل و تاریک در رودخانه سفیدرود از نظر اندازه‌شی با یکدیگر متفاوت‌اند. دلیل احتمالی تمایز جمعیت‌ها ساختن سد است که مطالعات بیشتر در مناطق مختلف، همچنین بررسی اختلافات ژنتیکی این گونه در مناطق مورد مطالعه، لازم است.

ویژگی‌های اندازه‌شی حکایت از وجود جمعیت‌های متفاوتی از سیاه‌ماهیان در بالادست و پایین‌دست سدهای منجیل و تاریک در رودخانه سفیدرود دارد. نتایج این مطالعه نشان داد که جمعیت‌های سیاه‌ماهی در ایستگاه‌های بالادست و پایین‌دست

## References

- [1]. Abbasi, K., Valipour, A.R., Haghghi Talebi, D., Sarpanah, A.N., Nezami, S.A., 1999. Atlantic Fishes of Iran. Gilan domestic water. Guilan Fisheries Research, d., Center, Anzali.102 pp [in Persian].
- [2]. Abdoli, A. and Naderi, M., 2009. The Biodiversity of Fishes of the Southern Basin of the Caspian Sea. Abzian Scientific Publication. Tehran. 238 pp [In Persian].
- [3]. Aghili, M., Rasulii, B. and Abdoli, L., 2008. Possible Impacts of the Alamut Dam Construction on the Fish Fauna of Alamut and Taleghan Streams (Sefid-Rud River Basin). Environmental science 3, 75-84 [in Persian].
- [4]. AnvariFar, H., 2010. The Influence of Shahid-Rajaei Dam Construction on the Genetic and Morphometric Structure of *Capoeta capoeta gracilis* (Keyserling, 1861) in Tajan River, Iran. M.Sc thesis. Fisheries and Environmental Sciences group. Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, 105p [in Persian].
- [5]. Beacham, T.D., 1985. Merestic and Morphometric variation in pink salmon (*Onchorhynchus gorbuscha*) in sothern British Columbia and puget sound. Canadian j of Zoology 63, 366-372.
- [6]. Craig, J. F., 2001. Large Dams and Freshwater Fish Biodiversity. World Commission on Dams. Prepared for Thematic Review II.1: Dams, Ecosystem Functions and Environmental Restoration. 59 pp.
- [7]. 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, CO.
- [8]. Dynesius, M. and Nilsson, C., 1994. Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world. Science (Washington D.C.) 266, 753–762.
- [9]. Heidari, A., Mousavi-Sabet, H., Khoshkholgh, M., Esmaili, H.R., Eagderi, S., 2013. The impact of Manjil and Tarik dams (Sefidroud River, southern Caspian Sea basin) on morphological traits of Siah Mahi *Capoeta gracilis* (Pisces: Cyprinidae). International Journal of Aquatic Biology 1(4), 195-201.
- [10]. Holcik, J., 1999. The impact of stream regulations upon the fish fauna and measures to prevent it, p. 13. Abstract in: Stomboudi, M. T., M. Kottelat & R. Barbieri (eds), Workshop on Mediterranean Stream Fish Ecology and Conservation, Rhodes, Hellas, 1–3 November 1999.
- [11]. Jafari, A., 2005. Iran Gitashenasi. Rivers of Iran, Hamoun publications. 544pp [in Persian].
- [12]. 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. Environmental Biology of Fishes 60, 347–361.
- [13]. Johnson, D.H., 1981. How to measure habitat: a statistical perspective. U.S. Forest Service General Technical Report RM 87, 53–57.
- [14]. Karakousis, Y., Triantaphyllidis, C. and Economidis, P.S., 1991. Morphological variability among seven populations of brown trout, *Salmon trutta* L., in Greece. Journal of Fish Biology 38, 807–817.
- [15]. Khoshkholgh, M.R., 1995. Sefidroud hidrobiologic effects before and after the dam on the ecology

- and reproduction of Persian sturgeon (Gharebroun) and Russian sturgeon (Chalbash) in the river. M.Sc thesis fisheries. 133p [in Persian].
- [16]. Kocovsky, P.M., Adams, J.V. and Bronte, C.R., 2009. The effect of sample size on the stability of principal component analysis of truss-based fish morphometrics. *Transactions of the American Fisheries Society* 138, 487–496.
- [17]. McAllister, D.E., Craig, J.F., Davidson, N., Delany, S. and Seddon, M., 2001a. Biodiversity impacts of large dams. Background paper No. 1, Prepared for IUCN/UNEP/ WCD. 47 pp.
- [18]. Mehdinejad, k. and Garakoui Yousefi, M., 2009. Survival time of the Persian sturgeon Child (*Acipenser persicus*) in Sefidroud sediments different concentrations. *Journal of Biological Sciences* 2, 71-79 [in Persian].
- [19]. Mostafavi, H. and Abdoli, A., 2005. A Preliminary Survey on Diet of *Capoeta capoeta gracilis* Talar and Yasalegh Rivers from the Southern Basin of Caspian Sea. *Environmental science* 7, 53–62 [in Persian].
- [20]. Mousavi-Sabet, H., Vasil'eva, E. D., Vatandoust, S. and Vasil'ev, V. P., 2011. *Cobitis faridpaki* sp. Nova—a new Spined Loach Species (Cobitidae) from the southern Caspian Sea Basin (Iran). *Journal of Ichthyology* 51, 925–931.
- [21]. Mousavi-Sabet, H., Yerli, S. V., Vatandoust, S., Ozeren, S. C. and Moradkhani, Z., 2012. *Cobitis keyvani* sp. nova—a new Species of Spined-loach from south of the Caspian Sea Basin (Teleostei: Cobitidae). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 12, 7-13.
- [22]. Najmaii, M., 2004. Dam and Environment. Department of Energy-Iranian Large Dams National Committee. 385pp. [in Persian].
- [23]. Pelicice, F.M. and Agostinho A.A., 2008. Fish-passage facilities as ecological traps in large Neotropical rivers. *Conservation Biology* 22, 180–188.
- [24]. Pinheiro, A., Teixeira, C.M., Rego, A.L., Marques J.F. and Cabral H.N., 2005. Genetic and morphological variation of *Solealascaris* (Risso, 1810) along the Portuguese coast. *Fisheries Research* 73, 67–78.
- [25]. Porafkandeh haghghi, F., 1999. Method of determining the page of fish. Iranian Fisheries Research institute publications, Information Management and Internatinal Relations. 30pp [In Persian].
- [26]. Poulet, N., Berrebi, P., Crivelli. Lek, S. and Argilier, C., 2004. Genetic and morphometric variations in the pikeperch (*Sander lucioperca* L.) of a fragmented delta. *Archiv fu'r Hydrobiologie* 159, 531–554.
- [27]. Rahmani, H., 2006. Genetic diversity and population dynamics of Shahkouli fish *Chalcaburnus chalcoides* in Haras, Shiroud and Gasafroud rivers. PhD thesis, University of Agricultural Sciences and Natural Resources Gorgan [in Persian].
- [28]. 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. *Journal of Applied Ichthyology* 25, 583–590.
- [29]. Samaee, S.M., 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 Zoologica* 55, 323–335.
- [30]. Tudela, S., 1999. Morphological variability in a Mediterranean, genetically homogeneous population of the European anchovy, *Engraulis encrasicolus*. *Fisheries Research* 42, 229-243.
- [31]. Turan, C., 2008. Molecular systematics of the *Capoeta* (Cypriniformes: Cyprinidae) species

- complex inferred from mitochondrial 16S rDNA sequence data. *Acta Zoologica Cracoviensia* 51, 1–14.
- [32]. Tzeng, T.D., 2004. Morphological variation between populations of spotted Mackerel *Scomber australasicus* of Taiwan. *Fisheries Research* 68, 45–55.
- [33]. Valipor, A.R., 2003. Feeding investigation of *Capoeta capoeta* in reservoirs of Maco dam. *Iranian science fisheries journal* 2, 163–176 [in Persian].
- [34]. Wimberger, P.H., 1992. Plasticity of fish body shape – the effects of diet, development, family and age in two species of *Geophagus* (Pisces: Cichlidae). *Biological Journal of the Linnean Society* 45, 197–218.
- [35]. Zar, J. H., 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.