

بررسی تنوع ریختی ماهی سفید رودخانه‌ای (*Leuciscus orientalis* (Nordmann, 1840) در حوضه جنوبی دریای خزر

- **مریم علی‌زاده***: گروه شیلات و جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، صندوق پستی: 163
- **رحمان پاتیمار**: گروه شیلات و جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، صندوق پستی: 163
- **اصغر عبدلی**: پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، صندوق پستی: 19834
- **محمد فرهنگی**: گروه شیلات و جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، صندوق پستی: 163
- **کیاوش گلزاریان‌پور**: گروه شیلات و جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، صندوق پستی: 163

تاریخ دریافت: آذر 1391 تاریخ پذیرش: مرداد 1392

چکیده

جهت مطالعه تغییرات خصوصیات مورفولوژیک ماهی سفید رودخانه‌ای (*Leuciscus orientalis*)، 190 قطعه ماهی از رودخانه‌های دوغ، سیاهرود و سفیدرود واقع در حوضه جنوبی دریای خزر صید گردید؛ 25 صفت ریخت-سنجی، 5 صفت ریخت‌سنجی‌نسبی و 9 صفت شمارشی سنجش و شمارش شد. مقایسه میانگین صفات ریختی بیان‌گر وجود دوشکلی جنسی جمعیت‌های مورد مطالعه بود. از جمله صفات جدا کننده قطر مردمک چشم، فاصله باله پشتی-دمی، طول قاعده باله مخرجی، فاصله بین چشم‌ها و عرض سر است. نتایج نشان داد که صفات شمارشی در بین جمعیت‌ها تفاوت معنی‌دار ندارد ($p < 0/05$) اما خصوصیات ریخت‌سنجی مبتنی بر فاصله تاکسونومیک بیانگر فاصله کمتر جمعیت دوغ از جمعیت سیاهرود و جدایی ریختی معنی‌دار از جمعیت سفیدرود است. در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مؤلفه اول و دوم 69/77 درصد از تغییرات واریانس کل را شامل می‌شوند. به‌منظور بیان واضح‌تر جدایی جمعیت‌ها از آزمون CVA استفاده شد. نتایج آزمون نشان داد که جمعیت‌ها به‌طور معنی‌دار از هم جدا شدند ($Wilks' \lambda = 0/052$)، $p < 0/05$ و فاکتور اول و دوم 66/8 درصد از تغییرات واریانس کل را سبب می‌شوند. صفات عرض ساقه دمی، طول قاعده باله سینه‌ای و قطر چشم بر روی محور اول و صفات فاصله بین چشم‌ها، قطر مردمک چشم و طول قاعده باله مخرجی بر روی محور دوم بارگذاری می‌شوند.

کلمات کلیدی: تفاوت ریخت‌شناختی، ماهی سفید رودخانه‌ای، حوضه جنوبی دریای خزر

مقدمه

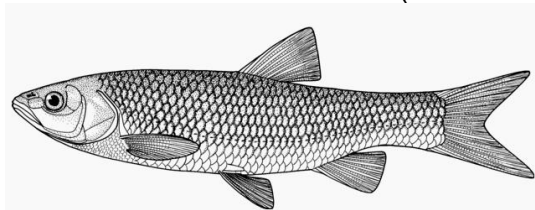
مطالعه بوم‌سازگان‌های آبی و بررسی ماهیان موجود

در آن‌ها از لحاظ تکاملی، رفتارشناسی، حفاظت، مدیریت منابع آبی و بهره‌برداری ذخایر بسیار حائز اهمیت است، به‌طوری‌که در مطالعه آب‌ها قبل از هر چیز بایستی بررسی روی ماهیان صورت گیرد (Bagenal, 1978). ماهی سفید رودخانه‌ای *Leuciscus orientalis* یا چاب اروپایی از خانواده کپورماهیان است. Bianco و Banarescu (1982) زیرگونه‌های مختلفی از این ماهی را گزارش دادند. Turan و همکاران (2005) تغییرات مورفولوژیک را عامل اصلی جدایی عنوان کردند. زیرگونه ماهی سفید رودخانه‌ای *L. cephalus orientalis* نسبت به زیرگونه اروپایی آن *L. c.* از نظر برخی پارامترهای مورفولوژیک مانند؛ کشیدگی بدن، رگه‌های تیره پشت اوپرکولوم، میانگین اندازه

مطالعه تنوع‌پذیری فنوتیپی در بین جمعیت‌های یک گونه در محیط‌های متنوع پدیده‌ای عادی است که در نتیجه اثر فاکتورهای محیطی بر روی اجداد جمعیت‌های یک گونه در راستای پدیده گونه‌زایی حاصل می‌گردد (Adams و همکاران، 1998) و طبق تئوری‌های رشد و نمو ماهی، جایگزینی و تغییرات در صفات ریخت‌شناسی هم‌زمان با تغییرات فیزیولوژیک، آناتومیک، رفتاری و حتی تغییر در زیستگاه حاصل می‌شود (Sagnes و همکاران، 1997). تفاوت‌های فنوتیپی نسبت به تفاوت‌های ژنتیکی بیش‌تر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارند (Pinheiro و همکاران، 2005؛ Salini و همکاران، 2004؛ Tudela، 1999).



نسبی و 9 صفت شمارشی) مورد بررسی قرار گرفت (شکل 1، جدول 1).



شکل 1: ماهی سفید رودخانه‌ای، *Leuciscus orientalis*, (Nordmann, 1840)

خصوصیات ریخت‌سنجی با استفاده از کولیس با دقت 0/01 میلی‌متر اندازه‌گیری شدند. تعداد نمونه‌ها از رودخانه دوغ استان گلستان 59، سیاهرود استان مازندران 58 و رودخانه سفیدرود استان گیلان 73 قطعه ماهی بود (شکل-های 2 و 3). قبل از تجزیه و تحلیل، تست نرمالیتی بر روی داده‌های ریخت‌شناسی و شمارشی براساس آزمون کولموگروف-اسمیرنوف انجام شد. به‌منظور حذف هر گونه تأثیر ناشی از رشد آلومتریک تمام مقادیر اندازه‌گیری شده صفات ریختی مطابق با روش Elliott و همکاران (1995) تبدیل شدند:

$$M_{adj} = M \left(\frac{L_s}{L_0} \right)^b$$

که M : مقدار اولیه صفات ریختی اندازه‌گیری شده. M_{adj} : مقادیر اندازه‌گیری تصحیح شده. L_0 : طول استاندارد ماهی، L_s : میانگین کل طول استاندارد برای تمامی ماهیان در تمام ایستگاه‌ها، b : برابر است با شیب رگرسیون $\log M$ به $\log L_0$ در تمام نمونه‌ها می‌باشند.

فلس و خارهای باله مخرجی با یکدیگر متمایز هستند (Berg, 1948). در گذشته این گونه با نام علمی *L. cephalus* شناخته شده بود اما اواخر در مطالعات به‌عمل آمده، نام این ماهی به *L. orientalis* تغییر یافته است. حوضه پراکنش این گونه در نیمه شمالی ایران و در تمام حوضه آبریز دریای خزر و دریای آرال هست (Freyhof و Kottelat, 2007)، همچنین حضور آن در رودخانه ارس، حوضه دریاچه نمک (Banarescu و Bianco, 1982) حوضه دریاچه ارومیه، دریاچه زریوار کردستان و در رودخانه‌های دجله و کارون نیز گزارش شده است (عبدلی، 1378). این گونه براساس طبقه‌بندی IUCN (1994) از گونه‌های در معرض تهدید اروپا محسوب می‌شود (Shiri و Harzevili و همکاران، 2003) اما در ایران جزو گونه‌های با کمترین نگرانی (LC) محسوب می‌شود، که اطلاعات کمی درباره مورفولوژی این ماهی وجود دارد. هدف مطالعه، بررسی تغییرات صفات ریختی و شمارشی جمعیت‌های گونه *L. orientalis* و میزان واگرایی این جمعیت‌ها در 3 رودخانه دوغ گلستان، رودخانه سیاهرود مازندران و رودخانه سفیدرود گیلان است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری ماهی سفیدرودخانه‌ای از سه زیر حوضه جنوبی دریای خزر (رودخانه دوغ گلستان، رودخانه سیاهرود مازندران و رودخانه سفیدرود گیلان) در بهار سال 1390 صورت پذیرفت. ماهی‌ها به‌وسیله دستگاه الکتروشوکر صید گردیدند. به‌منظور بررسی جمعیت‌های احتمالی ماهی سفیدرودخانه‌ای در این مطالعه 39 صفت ریخت-شناسی ماهی (25 صفت ریخت‌سنجی، 5 صفت ریخت‌سنجی-

جدول 1: صفات ریخت‌سنجی و ریخت‌سنجی‌نسبی و ریخت‌شمارشی بررسی شده ماهی سفیدرودخانه‌ای (*L. orientalis*)

صفات	صفات	صفات
تعداد خارهای کمان آبششی	27	طول قاعده باله مخرجی
نسبت طول سر به فاصله پوزه تا ابتدای باله پشتی	28	فاصله باله مخرجی تا باله دم
نسبت فاصله باله سینه‌ای تا شکمی به فاصله پوزه تا باله شکمی	29	فاصله باله سینه‌ای تا باله مخرجی
نسبت فاصله باله سینه‌ای تا شکمی به فاصله باله شکمی تا مخرجی	30	حداقل ارتفاع بدن
تعداد شعاع‌های نرم باله پشتی	31	ارتفاع ساقه دم
تعداد خارهای باله پشتی	32	ارتفاع بدن
تعداد شعاع‌های نرم باله مخرجی	33	فاصله بین سوراخ‌های بینی
تعداد خارهای باله مخرجی	34	فاصله بین دو چشم
تعداد فلس‌های روی خط جانبی	35	عرض سر
تعداد فلس‌های بالای خط جانبی	36	عرض بدن
تعداد فلس‌های پایین خط جانبی	37	عرض ساقه دم
تعداد مهره‌های بدن	38	طول ساقه دم
نسبت فاصله پوزه تا باله شکمی به فاصله پوزه تا باله مخرجی	39	نسبت فاصله باله شکمی تا مخرجی به طول پوزه تا باله

صفات	صفات	صفات
صفات	مخرجی	صفات

آزمون t برای تعیین صفات ریخت‌سنجی تبدیل شده دارای اختلاف معنی‌دار در بین جنس نر و ماده برای هر رودخانه به‌طور مجزا بررسی شد. آزمون t نشان داد که از میان صفات اندازه‌گیری شده در جنس نر و ماده فقط صفات قطر مردمک چشم، فاصله ابتدای باله پشتی تا ابتدای باله دم، طول قاعده باله مخرجی، فاصله بین چشم‌ها و عرض سر در تمام جمعیت‌ها تفاوت معنی‌دار مشابه داشتند. میانگین

(\pm انحراف معیار) این صفات برای هر جنس در هر جمعیت در جدول 2 ارائه شده است. از آنجایی‌که در تمام جمعیت‌های مورد مطالعه صفات متعددی میان جنس نر و ماده اختلاف معنی‌دار داشتند، می‌توان این تفاوت را به وجود دوریختی جنسی نسبت داد، از این‌رو تمامی آنالیز-های پیش‌رو به‌صورت مجزا برای هر دو جنس انجام پذیرفت.

برای تجزیه و تحلیل چند متغیره پراکنندگی جمعیت ماهی سفیدرودخانه‌ای و نشان دادن تمایز بین جمعیت‌ها در مناطق نمونه‌برداری و تعیین صفات مناسب برای جداسازی جمعیت‌ها از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) 1 در نرم‌افزار SPSS استفاده شد (Kuliev، 1998). صفاتی که دارای ضرایب عاملی بزرگتر از 0/75 باشند از صفات جداکننده جمعیت‌ها محسوب می‌شوند (Karakusis و همکاران، 1991). در این مطالعه از روش CVA2 نیز به‌منظور دسته‌بندی و تعیین گروه‌های بالقوه استفاده گردید. از نظر تئوری و عملی شباهت‌های فراوانی بین این دو روش وجود دارد ولی مهم‌ترین تفاوت آن‌ها این است که PCA ابزاری است جهت ساده‌سازی توصیف تفاوت‌ها میان افراد درحالی‌که هدف CVA ساده نمودن توصیف تفاوت‌های موجود در میان گروه‌ها است یا به‌عبارت دیگر CVA متغیرهایی را به‌منظور توصیف موقعیت نسبی گروه‌ها (یا زیرمجموعه‌هایی از افراد) در نمونه مورد بررسی ایجاد می‌کند. در این روش مجموعه جدیدی از متغیرها که در واقع ترکیب خطی از متغیرهای اصلی یا اولیه هستند تولید می‌شود. سپس برای هر متغیر و به ازاء هر فرد یک امتیاز در نظر گرفته می‌شود که در نهایت می‌توان امتیازهای به‌دست آمده را به‌صورت تصویری ترسیم نمود (Zelditch و همکاران، 2004). همان‌طور که گفته شد پیش شرط اصلی CVA آن است که افراد گروه‌بندی شوند به‌همین جهت در مطالعه پیش‌رو گروه‌بندی افراد بر اساس محل صید انجام شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به‌دست آمده از نرم‌افزار SPSS17 و PAST 1.23 استفاده شد.

نتایج

داده‌های ریخت‌شناسی و شمارشی دارای توزیع نرمال بودند ($P < 0/05$). مقایسه صفات ریخت‌شناسی با استفاده از آزمون واریانس یک‌طرفه انجام گرفت. آزمون همبستگی، بین صفات اندازه‌گیری و شمارش شده و طول استاندارد انجام شد. همبستگی معنی‌داری بین صفات شمارشی و طول استاندارد مشاهده نگردید ($P > 0/05$) ولی بین اندازه بدن و فواصل اندازه‌گیری شده همبستگی بالا و معنی‌دار وجود داشت ($P < 0/05$)، از این‌رو تبدیل مقادیر مطلق به متغیرهای مستقل از اندازه بدن اولین مرحله از آماده‌سازی داده‌ها بود. آزمون همبستگی بین اندازه‌های تصحیح شده و طول استاندارد با هدف بررسی تاثیر حذف اثر جثه از داده‌ها انجام شد. نتیجه آزمون هیچ‌گونه همبستگی معنی‌داری را نشان نداد و این بدین معنی است که اثر رشد آلومتریک با موفقیت حذف شده است و اگر اختلافی بین گروه‌ها وجود داشته باشد ناشی از تفاوت در شکل و ماهیت صفات است.

¹ - Principal component analysis

² - Canonical Variates Analysis



جدول 2: میانگین و انحراف معیار صفات ریخت شناسی دارای تفاوت معنی‌دار جمعیت ماهی سفید رودخانه‌ای (*L. orientalis*) در مناطق مورد مطالعه (گلستان، مازندران و گیلان)

گیلان		مازندران		گلستان		متغیر جنس	استان‌ها
نر	ماده	نر	ماده	نر	ماده		
3/34±0/29	3/16±0/40	3/21±0/23	3/05±0/24	2/99±0/24	3/20±0/41	قطر مردمک چشم	
1/98±1/70	1/96±1/84	1/74±1/47	1/89±1/19	1/22±1/74	1/53±1/63	ابتدای باله پشتی تا ابتدای باله دم	
47	46	47	46	49	47		
1/29±1/03	1/59±0/77	1/08±0/72	1/22±0/80	1/37±0/94	1/56±0/65	طول قاعده باله مخرجی	
11	10	12	11	11	10		
1/05±0/72	1/46±0/63	1/56±0/50	1/86±0/49	1/69±0/47	1/11±0/52	فاصله بین چشم‌ها	
11	11	10	10	10	11		
1/66±1/07	1/57±0/88	1/37±1/88	1/30±0/82	1/13±0/91	1/77±0/62	عرض سر	
16	17	16	17	16	16		

چنین جمعیت سیاه‌رود به سفیدرود تغییرات یکسانی ندارد و از نظر آماری اختلاف معنی‌دار است ($P < 0/05$). اندازه این صفت با توجه به میانگین بالاتر در رودخانه‌های دوغ و سفیدرود بزرگتر می‌شود. صفت فاصله بین دو چشم جمعیت نر سفیدرود تغییرات بیش‌تری را نسبت به جمعیت رودخانه دوغ نشان می‌دهد و میانگین بالاتر این صفت در سفیدرود حاکی از بزرگتر شدن این صفت می‌باشد. تغییرات این صفت در جنس ماده سه منطقه یکسان است و از نظر آماری اختلاف معنی‌دار نمی‌باشد ($P > 0/05$). صفت عرض ساقه دم در جنس نر جمعیت رودخانه دوغ دارای تغییرات بیش‌تری نسبت به جمعیت سیاه‌رود است و این صفت در رودخانه دوغ رو به بزرگتر شدن می‌باشد. در جنس ماده تغییرات به صورت یکسان صورت می‌پذیرد. صفت نسبت فاصله باله سینه‌ای تا شکمی به فاصله پوزه تا باله شکمی جمعیت نر سیاه‌رود و سفیدرود نسبت به جمعیت رودخانه دوغ تغییرات بیش‌تری دارند و با توجه به میانگین بالاتر جمعیت سیاه‌رود و سفیدرود این صفت بزرگتر می‌شود. نتایج نشان داد که از نظر شاخص فاصله تاکسونومیک، در جنس ماده جمعیت سیاه‌رود براساس خصوصیات ریخت‌سنجی کمترین فاصله را با جمعیت سفیدرود و در جنس نر جمعیت دوغ کمترین فاصله را با جمعیت سیاه‌رود داشت، در هر دو جنس جمعیت سیاه‌رود براساس خصوصیات ریخت‌سنجی نسبی کمترین فاصله را با جمعیت سفیدرود داشت. براساس خصوصیات شمارشی در جنس ماده جمعیت دوغ کمترین فاصله را با جمعیت سیاه‌رود و در جنس نر جمعیت دوغ کمترین فاصله را با جمعیت سفیدرود نشان داد. فاصله تاکسونومیک براساس صفات ریخت‌شناسی بیش‌تر از مقادیر به‌دست آمده براساس صفات شمارشی است. از نظر خصوصیات ریخت‌سنجی بیش‌ترین فاصله تاکسونومیک در هر دو جنس بین جمعیت‌های رودخانه دوغ و سفیدرود بود (جدول 3).

ضریب تغییرات برای تمامی صفات محاسبه شد. با استفاده از آزمون Flinger-Killeen، صفت فاصله ابتدای باله پشتی تا ابتدای باله دم ماهی سفیدرودخانه‌ای جنس ماده رودخانه‌های دوغ، سیاه‌رود و سفیدرود مورد بررسی قرار گرفت. تغییرات این صفت در جمعیت رودخانه دوغ نسبت به سیاه‌رود و سفیدرود به صورت ثابت دیده می‌شود، در حالی که تغییرات این صفت در رودخانه سیاه‌رود نسبت به جمعیت سفیدرود ثابت نیست و از نظر آماری اختلاف معنی‌دار است ($P < 0/05$) و فاصله باله پشتی تا ابتدای باله دم جمعیت سفیدرود با توجه به میانگین بالاتر، بیش‌تر می‌شود. در جنس نر سه جمعیت تغییرات به صورت یکسان انجام می‌شود ($P > 0/05$). تغییرات صفت ارتفاع باله سینه‌ای در جمعیت ماده رودخانه دوغ نسبت به جمعیت ماده رودخانه‌های سیاه‌رود و سفیدرود یکسان نیست. میانگین این صفت در سه جمعیت نشان می‌دهد که در جمعیت دوغ و سفیدرود با توجه به میانگین بالاتر، بزرگتر می‌شود. در جمعیت نر، تغییرات یکسان است. صفت حداقل ارتفاع بدن جمعیت ماده دوغ نسبت به جمعیت سیاه‌رود تغییرات مشابه نیست و میانگین بالاتر این صفت در جمعیت دوغ نشان می‌دهد که این صفت در حال بزرگتر شدن می‌باشد. هم‌چنین این صفت در جمعیت سیاه‌رود نسبت به جمعیت سفیدرود از تغییرات یکسانی برخوردار نمی‌باشد و اندازه این صفت در جمعیت سفیدرود رو به بزرگتر شدن است. در جنس نر این تغییرات یکسان صورت می‌گیرد. صفت ارتفاع ساقه دم جنس ماده دوغ نسبت به سیاه‌رود در حال تغییر می‌باشد و با توجه به میانگین بالاتر این صفت در جمعیت سیاه‌رود نشان‌دهنده این است که این صفت در حال بزرگتر شدن می‌باشد. صفت نسبت فاصله پوزه تا باله شکمی به فاصله پوزه تا باله مخرجی جمعیت ماده دوغ نسبت به جمعیت سفیدرود تغییرات معنی‌دار ($P < 0/05$) است در حالی که در سایر مناطق در هر دو جنس تغییرات معنی‌دار نیست. این صفت در سفیدرود با توجه به میانگین بالاتر در حال بزرگتر شدن است. صفت قطر چشم جمعیت نر رودخانه دوغ نسبت به جمعیت سیاه‌رود و هم-

جدول 3: ماتریس فاصله تاکسونومیک بر اساس صفات ریخت‌شناسی بین جمعیت‌های



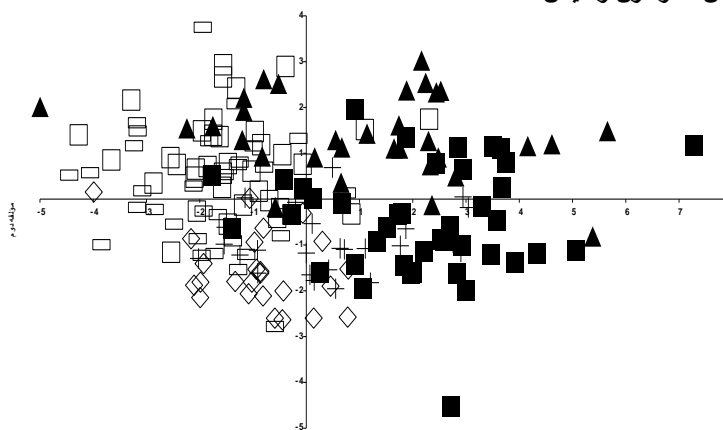
مختلف ماهی سفید رودخانه‌ای (*L. orientalis*) از حوضه جنوبی دریای خزر

صفات	دوغ	سیاهرود	سفیدرود	دوغ	سیاهرود	سفیدرود
ریخت‌سنجی	-	0/54	0/83	-	0/32	0/69
	-	-	0/52	-	-	0/55
	-	-	-	-	-	-
ریخت‌سنجی نسبی	-	0/0344	0/0342	-	0/0140	0/0073
	-	-	0/0123	-	-	0/0115
	-	-	-	-	-	-
شمارشی	-	0/193	0/354	-	0/2261	0/2050
	-	-	0/328	-	-	0/2068
	-	-	-	-	-	-

مؤلفه اول	مؤلفه دوم
طول پوزه	طول قاعده باله پشتی
فاصله چشم تا سرپوش آیشی	فاصله باله پشتی تا باله دم
طول قاعده باله سینه‌ای	حداقل ارتفاع بدن
ارتفاع باله مخرجی	ارتفاع ساقه دم
فاصله باله مخرجی تا باله دم	عرض بدن
فاصله بین چشم‌ها	عرض ساقه دم
عرض بدن	
نسبت طول سر به فاصله پوزه تا ابتدای باله پشتی	

آزمون PCA جمعیت‌های ماهی سفید رودخانه‌ای

(L. orientalis) استان‌های گلستان، مازندران و گیلان: با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی مشخص شد که 46/19 درصد واریانس کل صفات روی مؤلفه اول قرار گرفته‌اند در حالی که 23/58 درصد واریانس کل صفات بر روی مؤلفه دوم قرار دارند که در مجموع 69/77 درصد واریانس کل صفات بر روی مؤلفه اول و دوم قرار گرفته‌اند (شکل 2). نمودار رسته‌بندی نشان دهنده آن است که افراد سه منطقه پراکنش نقطه‌ای متفاوتی با یکدیگر دارند. تجزیه و تحلیل فاکتوری صفتی را که دارای ضریب عاملی بزرگتر از 0/75 باشد را نشان نداد اما صفاتی که دارای ضریب عاملی بالاتر بودند در جدول 4 ارائه گردیده است. جدول 4: صفات دارای بار عاملی بالاتر بر روی مؤلفه اول و دوم در جمعیت‌های ماهی سفید رودخانه‌ای (*L. orientalis*) استان‌های گلستان، مازندران و گیلان



شکل 2: پراکنش جنس نر و ماده بر اساس مؤلفه اول و دوم صفات ریخت‌شناسی جمعیت ماهی سفید رودخانه‌ای (*L. orientalis*) در استان‌های گلستان، مازندران و گیلان

سه منطقه مورد مطالعه با یکدیگر از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ($Wilk's\ lambda=0/052, P<0/05$) دارند. فاکتور اول با مقدار ویژه $1/66$ (37/97 درصد از کل تغییرات صفات بین جمعیت‌ها را بیان می‌کند و فاکتور دوم

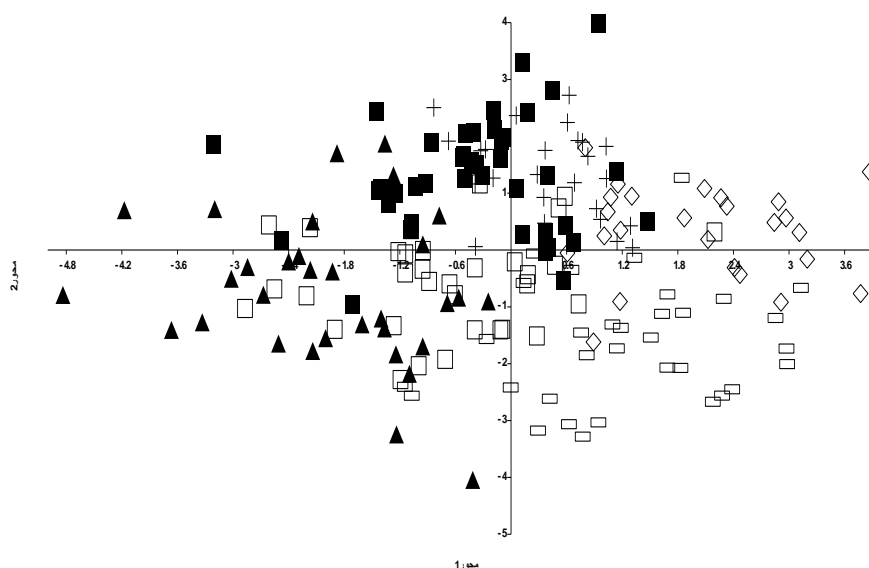
آزمون CVA جمعیت‌های ماهی سفید رودخانه‌ای (*L. orientalis*) استان‌های گلستان، مازندران و گیلان: آنالیز واریانس چند متغیره نشان داد که جمعیت این گونه در



جدول 5: صفات پارگذاری شده دارای بار عاملی بالاتر بر روی محور اول و دوم جمعیت‌های ماهی سفید رودخانه‌ای (*L. orientalis*) استان‌های گلستان، مازندران و گیلان

محور اول	محور دوم
قطر چشم	قطر مردمک چشم
طول قاعده باله سینه‌ای	طول قاعده باله شکمی
فاصله بین سوراخ‌های بینی	طول قاعده باله مخرجی
عرض ساقه دم	فاصله بین چشم‌ها
نسبت طول سر به فاصله پوزه تا ابتدای باله پشتی	
نسبت فاصله باله سینه‌ای تا شکمی به فاصله باله شکمی تا مخرجی	
نسبت فاصله باله شکمی تا مخرجی به طول پوزه تا باله مخرجی	

با مقدار ویژه (1/26) پس از فاکتور اول 28/83 درصد از تنوع بین جمعیت‌ها را سبب شده است و در مجموع دو فاکتور 66/8 درصد تغییرات را ایجاد می‌کنند. پراکنش نقطه‌ای جمعیت‌ها بر اساس فاکتورهای اول و دوم نشان می‌دهد که جمعیت این گونه در سه منطقه مورد مطالعه در حوضه جنوبی دریای خزر با یکدیگر همپوشانی ندارند و این نشان از جدایی جمعیت‌ها در این مناطق است (جدول 5 و شکل 3).



شکل 3: پراکنش نقطه‌ای جنس نر و ماده ماهی سفید رودخانه‌ای (*L. orientalis*) در استان‌های گلستان، مازندران و گیلان

بود در هر یک از محورها انتخاب شدند (جدول 6 و شکل 4).

آزمون CVA افراد ماده ماهی سفید رودخانه‌ای (*L. orientalis*) استان‌های گلستان، مازندران و گیلان: جنس ماده این گونه در رودخانه‌های سفیدرود و سیاهرود از نظر آماری دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند ($P < 0/05$). فاکتور اول با مقدار ویژه (Wilk's lambda=0/178) 68/71 (1/965) درصد از کل تغییرات صفات بین جمعیت‌ها را بیان می‌کند و فاکتور دوم با مقدار ویژه (0/894) پس از فاکتور اول 31/21 درصد از تنوع بین جمعیت‌ها را سبب شده است و در مجموع این دو محور صددرصد تغییرات را توانسته‌اند اعمال کنند. صفاتی که مقادیر عاملی آن‌ها بالا

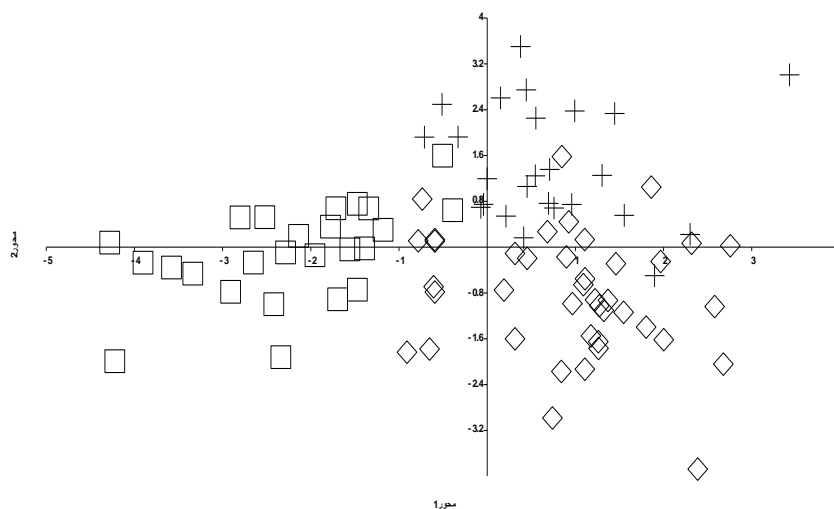
جدول 6: صفات پارگذاری شده دارای بار عاملی بالاتر بر روی محور اول و دوم افراد ماده ماهی سفید رودخانه.



ای (*L. orientalis*) استان‌های گلستان، مازندران و گیلان

محور اول	محور دوم
قطر چشم	فاصله باله پشتی تا باله دمی
طول قاعده باله سینه‌ای	طول قاعده باله شکمی
طول قاعده باله مخرجی	ارتفاع باله مخرجی
حداقل ارتفاع بدن	ارتفاع ساقه دمی
فاصله بین سوراخ‌های بینی	طول ساقه دمی
عرض سر	نسبت فاصله باله سینه‌ای تا شکمی به فاصله پوزه تا باله شکمی
عرض ساقه دمی	نسبت فاصله باله سینه‌ای تا شکمی به فاصله باله شکمی تا مخرجی
نسبت طول سر به فاصله پوزه تا ابتدای باله پشتی	
نسبت فاصله باله شکمی تا مخرجی به طول پوزه تا باله مخرجی	

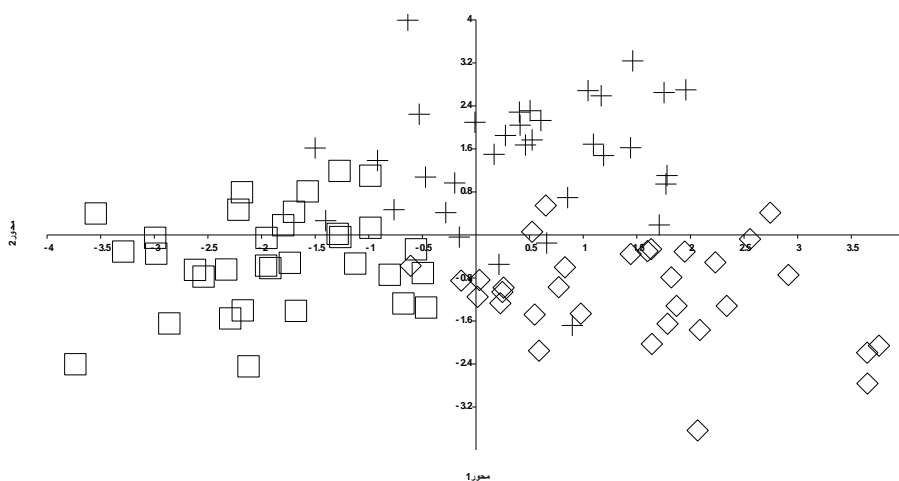




شکل 4: پراکنش نقطه‌ای جنس ماده ماهی سفید رودخانه‌ای (*L. orientalis*) در استان‌های گلستان، مازندران و گیلان
جدول 7: صفات بار گذاری شده دارای بار عاملی بالاتر بر روی محور اول و دوم افراد نر ماهی سفید رودخانه‌ای (*L. orientalis*) استان‌های گلستان، مازندران و گیلان

محور اول	محور دوم
قطر مردمک چشم	فاصله بین چشم‌ها
طول قاعده باله سینه‌ای	فاصله چشم تا سرپوش آبششی
ارتفاع باله شکمی	طول قاعده باله شکمی
عرض ساقه دم	ارتفاع بدن
نسبت طول سر به فاصله پوزه تا ابتدای باله پشتی	نسبت فاصله باله سینه‌ای تا شکمی به فاصله پوزه تا باله شکمی
نسبت فاصله پوزه تا باله شکمی به فاصله پوزه تا باله مخرجی	نسبت فاصله باله سینه‌ای تا شکمی به فاصله باله شکمی تا مخرجی
نسبت فاصله باله شکمی تا مخرجی به طول پوزه تا باله مخرجی	

آزمون CVA افراد نر ماهی سفید رودخانه‌ای (*L. orientalis*) استان‌های گلستان، مازندران و گیلان: جمعیت نر سه رودخانه به‌طور معنی‌داری از نظر آماری با یکدیگر تفاوت دارند (Wilk's lambda=0/151, P<0/05). فاکتور اول با مقدار ویژه (2) 62/53 درصد از کل تغییرات صفات بین جمعیت‌ها را بیان می‌کند و فاکتور دوم با مقدار ویژه (1/19) پس از فاکتور اول 37/47 درصد از تنوع بین جمعیت‌ها را سبب شده است و در مجموع این دو محور 100% تغییرات را توانسته‌اند اعمال کنند. براساس پراکنش نقطه‌ای افراد نر سه رودخانه قابل تفکیک از یکدیگر هستند (جدول 7 و شکل 5).



پاکستان مازندران گیلان
شکل 5: پراکنش نقطه‌ای جنس نر ماهی سفید رودخانه‌ای (*L. orientalis*) در گلستان، مازندران و گیلان

بحث

بررسی تنوع پذیری در ویژگی‌های بوم‌شناختی و ریخت-شناسی جمعیت‌های یک گونه که در محیط‌های متفاوت از نظر خصوصیات زیستگاهی، زندگی می‌کنند، امکان درک و فهم بهتر تغییرات در ویژگی‌های جمعیتی را در مقابل تغییرات محیطی فراهم می‌نماید (Kuliev، 1984). در مطالعه اخیر اگرچه بررسی فاکتورهای مورفولوژیکی یک کار پایه‌ای و اساسی محسوب می‌شود اما ارزیابی برخی فاکتورهای مریستیکی به‌عنوان تکمیل‌کننده کار می‌تواند محسوب شود. از آنجایی‌که این ماهی در کل حوضه خزر جنوبی زندگی می‌کند لذا تصور می‌رود ماهی سفید رودخانه‌ای در حوضه‌های مختلف خزر جنوبی از نظر ویژگی‌های رشد و ریخت‌شناسی دارای تنوع وسیع و قابل ملاحظه باشد. اثبات این قبیل تنوع‌پذیری می‌تواند به مدیریت حفاظتی و بهره‌برداری جمعیت‌های مختلف این گونه کمک مؤثری نماید.

نتایج حاصل از تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد که ماهی سفید رودخانه‌ای در سه منطقه مورد مطالعه در حوضه جنوبی دریای خزر در برخی صفات ریخت‌سنجی دارای تفاوت معنی‌داری بودند که می‌تواند نشان‌دهنده وجود تنوع نسبتاً بالای فنوتیپی در بین نمونه‌ها باشد. تنوع ریخت-شناختی ممکن است.

نتیجه انعطاف‌پذیری فنوتیپی، سازگاری‌های منطقه‌ای، تغییرات خصوصیات اکولوژیکی و یا رابطه متقابل هر یک از این فرآیندها باشد. بنابراین تکامل بین جمعیت‌ها باعث ایجاد سازگاری آن‌ها به شرایط زیستی در مناطق مختلف شده که این امر خود می‌تواند دلیل بوجود آمدن اختلافات ریخت-شناختی بین جمعیت و همچنین بین گونه‌های ماهیان باشد (Niecieza، 1995). در مقایسه ویژگی‌های ریخت‌سنجی جمعیت ماهی سفید رودخانه‌ای در سه منطقه مشخص گردید که جمعیت این گونه تنها در صفاتی چون قطر مردمک چشم، فاصله ابتدای باله پشتی تا ابتدای باله دم، طول قاعده باله مخرجی، فاصله بین چشم‌ها و عرض سر از تفاوت آماری معنی‌داری برخوردار هستند. توضیح علل به-وجود آمدن تفاوت‌های ریخت‌شناسی میان جمعیت‌ها دشوار است.

در مطالعه‌ای که بر روی صفات ریخت‌شناسی سیاه ماهی (*Capoeta capoeta gracilis*) در سنین مختلف در رودخانه زرین گل استان گلستان انجام شده بود، مشخص گردید که ماهیان صفر ساله نسبت به دیگر سنین از فاصله دو چشم، قطر چشم، طول و ارتفاع سر بزرگتری برخوردار هستند (قلی زاده، 1388). در این مطالعه بزرگترین قطر مردمک چشم ($3/34 \pm 0/29$ میلی‌متر)، فاصله دو چشم ($11/46 \pm 0/63$ میلی‌متر) و عرض سر

($17/57 \pm 0/88$ میلی‌متر) مربوط به ماهی سفید رودخانه‌ای در رودخانه سفید رود استان گیلان بود. صفات مورفومتریک می‌توانند انعطاف‌پذیری زیادی را در پاسخ به تغییر در شرایط محیطی مانند فراوانی غذا و دما نشان دهند (Turan، 1999؛ Turan و همکاران، 2005). استفاده از شاخص‌های ریختی و شمارشی کاربردهای وسیعی در بررسی جمعیت‌های ماهیان، سیستماتیک و جداسازی گونه-های آن‌ها از یکدیگر (Ruban، 1998) و تشخیص انواع دو رگه‌های طبیعی دارد (Zdinak و Kilambi، 1981). در مطالعه حاضر داده‌های مریستیکی بین جمعیت ماهی سفید رودخانه‌ای در حوضه جنوبی دریای خزر از تنوع پایینی برخوردار بودند که دلیل آن ثبات نسبی صفات مریستیک در ماهیان می‌باشد (Winfield و Nelson، 1991). تنوع صفات شمارشی بیش‌تر بیانگر تنوع ویژگی-های ژنتیکی است و کم‌تر تحت تاثیر تغییرات فاکتورهای محیطی قرار می‌گیرد (Karakusis و همکاران، 1991).

مقایسه 5 صفت شمارشی بین جمعیت ماهی سیاه کولی (*Vimba vimba persa*) سه اکوسیستم رودخانه گرگانرود، رودخانه شیروود و تالاب انزلی (رحمانی و عبدلی، 1387) و همچنین جمعیت ماهی سیاه کولی مهاجر به رودخانه سفیدرود (Abbasi و همکاران، 2004) نشان داد که در این دو مطالعه تنها تعداد شعاع‌های باله پشتی از اختلاف معنی‌داری برخوردار بوده است. برخی منابع (Gholiev، 1997؛ Bianco و Banarescu، 1982) هم تفاوت‌های مریستیک در گونه‌ها و زیرگونه‌های مختلف ماهیان در عرض‌های جغرافیایی مختلف گزارش نموده‌اند ولی صفات مریستیک ماهیان یک منطقه اختلاف ندارد.

ضریب تغییرات بیانگر تنوع‌پذیری صفات در درون جمعیت‌هاست. بررسی‌های ضریب تغییرات بین جمعیت‌های مورد مطالعه در حوضه جنوبی دریای خزر نشان داد که تنها صفات تغییرپذیر در جنس ماده ماهی سفید رودخانه‌ای شامل فاصله ابتدای باله پشتی تا اول باله دم، ارتفاع باله سینه‌ای، حداقل ارتفاع بدن، ارتفاع ساقه دم و نسبت فاصله پوزه تا باله شکمی به فاصله پوزه تا باله مخرجی و همچنین صفات تغییرپذیر در جنس نر این‌گونه همچون قطر چشم، فاصله بین دو چشم، عرض ساقه دم و نسبت فاصله باله سینه‌ای تا شکمی به فاصله پوزه تا باله شکمی از تفاوت آماری معنی‌داری برخوردار بودند. Soule (1982) بیان داشت که مقدار بالای ضریب تغییرات نشان‌دهنده وراثت‌پذیری پایین یک صفت بوده ولی اثر بالای ویژگی‌های محیطی بر روی آن صفت است.

رحمانی و همکاران (1386) ضریب تغییرات ماهی سیاه کولی (*Chalcalburnus chalcoides*) را در رودخانه-های هراز و شیروود حوضه جنوبی دریای خزر مورد



بررسی قرار دادند که نتایج آن به ترتیب 12/16 و 15/96 بود.

در این تحقیق فاصله تاکسونومیکی براساس صفات ریخت‌شناسی، صفات ریخت‌سنجی نسبی و صفات شمارشی مورد ارزیابی قرار گرفت. از نظر شاخص‌های تنوع و فاصله تاکسونومیکی نیز تنوع بین جمعیت‌ها مورد مطالعه به‌وضوح مشاهده گردید که نوعی افتراق جمعیت‌ها را نشان می‌دهد. با توجه به این‌که صفات ریخت‌سنجی بیش‌تر تحت تاثیر شرایط بوم‌شناختی بوده و به‌صورت بارزتری تفاوت‌های زیستگاهی و اختلافات فنوتیپی در سطح جمعیت را نشان می‌دهد (Jerry و Cairens، 1998)، بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که بین جمعیت‌های صید‌شده در سه رودخانه دوغ، سیاهرود و سفیدرود در حوضه جنوبی دریای خزر از نظر زیستگاهی، شرایط اکولوژیکی متفاوتی وجود دارد. نمودار پراکنش نقطه‌ای حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس تابع‌های اول و دوم نشان می‌دهد که ماهیان جنس نر و ماده پراکنش نقطه‌ای متفاوتی داشته‌اند که با نتایج حاصل از آزمون واریانس تک متغیره و جدایی جنس‌ها از یکدیگر همخوانی دارد. در این مورد تفاوت در فاکتورهای محیطی موجود در اکوسیستم‌های مختلف و تاثیر آنها سبب ایجاد تفاوت و تفکیک این جمعیت‌ها می‌گردد. برخی تفاوت‌های بین جمعیتی ممکن است با فاکتورهای مختلف زیستگاه از قبیل دما، کدورت آب، دسترسی به مواد غذایی، شدت جریان و عمق آب ارتباط داشته باشد (Mathews، 1988).

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 یکسانی هستند از لحاظ ریختی وضعیت مشابهی دارند (Pinheiro و همکاران، 2005). از سوی دیگر هنگامی‌که ماهی در اوضاع محیطی جدیدی قرار گیرد، این امکان وجود دارد که تغییرات ریخت‌شناسی سریعاً در آن رخ دهد. تنوع مشاهده شده در بین جمعیت‌ها، نشان‌دهنده تنوع پذیری این‌گونه در سطح جمعیت می‌باشد. نرخ تنوع‌پذیری در پارامترهای مختلف بین جمعیت‌ها یکسان نبود. این تنوع پذیری شاید ناشی از تغییرات زیستگاهی جمعیت‌های این گونه باشد. بنابراین از دیدگاه بوم‌شناسی جمعیت‌های مختلف این گونه را بایستی به‌صورت واحدهای مستقل اکولوژیکی در نظر گرفت.



منابع

- continental slope of Southern Australia. J.Fish.Biol. Vol. 46, pp: 202-220.
12. **Freyhof, J. and Kottelat, M., 2007.** *Alburnus vistoncus*, a new species of shemaya from eastern Greece, with remarks on *Chalcalburnus chalcoides macedonicus* from Lake Volvi (Teleostei: Cyprinidae). Ichthyol. Explor. Freshwaters. Vol. 18, pp: 205-212.
 13. **Gholiev, F., 1997.** Cypriniformes and Perciformes in Caspian Sea. (Translated by Adeli, Y.) Iranian Fisheries Research and Training Organization. 61 p.
 14. **Jerry, D.R. and Cairns, S.C., 1998.** Morphological variation in the catadromous Australian Bass from seven geographically distinct riverine drainage. J.Fish.Biol. Vol. 52, pp: 825-843.
 15. **Karakusis, Y.; Traintaphyllidis, C. and Economides, E., 1991.** Morphological variability among seven populations of brown trout, *Salmo trutta* L., in Greece. J.Fish.Biol. Vol. 38, pp: 807-817.
 16. **Kilambi, R.V. and Zdinak, A., 1981.** Comparison of early developmental stages and adults of grass carp, *Ctenopharyngodon idella*, and hybrid carp (female grass carp x male bighead *Aristichthys nobilis*). J.Fish.Biol. Vol. 19, pp: 457-465.
 17. **Kuliev, Z.M., 1988.** Morphometric and ecological characteristics of Caspian Vimba (*Vimba vimba persa*). J. Ichthyol. Vol. 28, pp: 29-37.
 18. **Kuliev, Z.M., 1984.** Observation Morphometric characteristics, *Rutilus rutilus caspicus*, (Jakowlew) (Cyprinidae). J. Ichthyol. Vol. 24, No. 6, pp: 79-87.
 19. **Mamuris, Z.; Apostolidis, A.P.; Panagoitoki, P.; Theodorou A.J. and Triantaphyllidis, C., 1998.** Orphological variation between red mullet populations in Greec. J.Fish.Biol. Vol. 52, pp: 107-117.
 20. **Mathews, W.J., 1988.** Morphology, habitat use, and life history. In Patterns in Freshwater Fish Ecology, pp. 380-454. Chapman & Hall. New York, USA. 756 P.
 21. **Nicieza, A.G., 1995.** Morphological variation between geographically disjunct populations of Atlantic salmon: the effect of ontogeny and
 1. **رحمانی، ح. و عبدلی، ا.، 1387.** تنوع ریختی میان جمعیتی ماهی سیاه کولی (*Vimba vimba persa* (Pallas, 1814) در سه اکوسیستم رودخانه گرگانرود، رودخانه شیروود و تالاب انزلی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. جلد 15، شماره 1، ویژه نامه منابع طبیعی، صفحات 28 تا 38.
 2. **رحمانی، ح.؛ کیایی، ب.ح.؛ کمالی، ا. و عبدلی، ا.، 1386.** بررسی صفات مورفومتریک ماهی شاه کولی *Chalcalburnus chalcoides* (Gueldenstaedt, 1772) در رودخانه هراز و رودخانه شیروود. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد 14، شماره 3، صفحات: 40 تا 50.
 3. **عبدلی، ع.، 1378.** ماهیان آب‌های داخلی ایران. انتشارات موزه طبیعت و حیات وحش ایران. 377 صفحه.
 4. **قلی‌زاده، م.؛ قربانی، ر.؛ سلمان ماهینی، ع.؛ حاجی مرادلو، ع.؛ رحمانی، ح. و ملایی، م.، 1388.** بررسی ریخت‌سنجی، سن و رشد سیاه‌ماهی *Capoeta capoeta gracilis* در نهر زرین‌گل، استان گلستان، ایران. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد 16، ویژه نامه، صفحات 47 تا 56.
 5. **Abbasi, K.; Keyvan, A. and Ahmadi, M.R., 2004.** Morphometric and Meristic characteristics of *Vimba vimba persa* in Sefidrud River. Iranian Fisheries Scientific Journal. Vol. 13, No. 1, pp: 61-76.
 6. **Adams, C.E.; Fraser, D.; Huntingford, F.A.; Green, R.B.; Askew, C.M. and Walker, F., 1998.** Trophic polymorphism among arctic char from loch Ronnoch, Scotland. J.Fish.Biol. Vol. 52, pp: 1259-1271.
 7. **Bagenal, T., 1978.** Methods for Assesment of fish production in freshwater. Third edition. Blackwell scientific publication Oxford. London Edinburgh Melbourne. XV 365 p.
 8. **Berg, L.S., 1949.** Presnovodnye by Irana isopredel'nykh stran [Freshwater fishes of Iran and adjacent couantries]. Trudy Zoologicheskogo Instituta Akademii Nauk SSSR. Vol. 8, pp: 783-858.
 9. **Berg, L.S., 1948.** Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem (1962-1965). 3 volumes.
 10. **Bianco, P.G. and Banarescu, P., 1982.** A contribution to the knowledge of the Cyprinidae of Iran (Pisces, Cypriniformes). Cybium. Vol. 6, No. 2, pp: 75-96.
 11. **Elliott, N.G.; Haskard, K. and Koslow, J.A., 1995.** Morphometric analysis of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) off the



32. **Zelditch, M.L.; Swiderski, D.L.; Sheets, H.D. and Fink, W.L., 2004.** Geometric Morphometrics for Biologist. Academic press Publisher. pp: 157-187.
- habitat shift, Functional Ecology. Vol. 9, pp: 448-456.
22. **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 Portuguese coast. Fish. Res. Vol. 73, pp: 67-78.
23. **Ruban, G.I., 1998.** On the species structure of the Siberian sturgeon *Acipenser baerii* Brandt (Acipenseridae). J. Ichthyol. Vol. 38, No. 5, pp: 345- 365.
24. **Sagnes, P.; Gaudin, P. and Statzner, B., 1997.** Shifts in morphometrics and their relation to hydro dynamic potential and habitat use during grayling ontogenesis. J.Fish.Biol. Vol. 50, pp: 846-858.
25. **Salini, J.P.; Milton, D.A.; Rahman, M.J. and Hussain, M.G., 2004.** Allozyme and morphological variation throughout the geographic range of the tropical shad, hilsa (*Tenualosa ilisha*). Fish. Res. Vol. 66, pp: 53-69.
26. **Shiri Harzevili, A.; De Charleroy, D.; Auwerx, J.; Vught, I. and Van Slycken, J., 2003.** Larval rearing of chub, *Leuciscus cephalus* (L.), is using decapsulated *Artemia* as direct food. J. Appl. Ichthyol. Vol. 19, pp: 123- 125.
27. **Soule, M., 1982.** Allometric variation. The theory and some consequences. American Naturalist. Vol. 120, pp: 751-764.
28. **Tudela, S., 1999.** Morphological variability in a Mediterranean, genetically homogeneous opulation of the European anchovy, *Engraulis encrasicolus*. Fish. Res. Vol. 42, pp: 229-243.
29. **Turan, C., 1999.** A note on the examination of morphometric differentiation among fish populations: The truss system Tr. J. Zool. Vol. 23, pp: 259- 263.
30. **Turan, C.; Yalcin, S.; Turan, F.; Okur, E. and Akyurt, H., 2005.** Morphometric comparisons of African catfish, *Clarias gariepinus*, populations in Turkey Folia. Zoology. Vol. 54, pp: 165- 172.
31. **Winfield, I.G. and Nelson, J.S., 1991.** Cyprinid fishes. Systematics, biology and exploitation. First editiomn. Chapman & Hall. 677 p.

