

بررسی اثر سد شهید رجایی بر تنوع و تمایز ریخت سنجی و شمارشی ماهی خیاطه (*Alburnoides sp.*) (Pisces: Cyprinidae) در رودخانه تجن ساری

- **فهیمة عزیزى*:** گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، صندوق پستی: 1144
- **مجیدرضا خوش خلق:** گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، صندوق پستی: 1144
- **حسین رحمانی:** گروه شیلات، دانشکده علوم دام و شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، صندوق پستی: 578
- **مسعود ستاری:** گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، صندوق پستی: 1144
- **حسین انوری فر:** گروه شیلات، دانشکده علوم دام و شیلات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، صندوق پستی: 578

تاریخ پذیرش: شهریور 1393

تاریخ دریافت: فروردین 1393

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تنوع و تمایز ماهی خیاطه رودخانه تجن ساری در بالادست و پایین دست سد شهید رجایی انجام شده است. در مجموع تعداد 100 قطعه ماهی (50 قطعه یستگاه بالادست و 50 قطعه ایستگاه پایین دست سد) توسط دستگاه الکتروشوکر صید گردیدند. 53 صفت ریخت سنجی توسط کولیس دیجیتالی و 16 صفت شمارشی در این نمونه ها اندازه گیری گردید. برای تجزیه و تحلیل داده های ریخت سنجی استاندارد شده و شمارشی از آنالیز تجزیه به مولفه های اصلی (PCA)، آنالیز تابع تمایز کننده (DFA) و آنالیز کلاستر استفاده گردید. نتایج حاصل از تحلیل واریانس یک طرفه برای ویژگی های ریخت سنجی استاندارد شده، 25 ویژگی در بین ایستگاه ها تفاوت معنی داری داشت ($P < 0/05$) که نشان دهنده تنوع به نسبت زیاد فنوتیپی در جمعیت ماهیان خیاطه دو منطقه مورد بررسی است. نتایج DFA نشان داد که جمعیت ماهیان دو ایستگاه در صفات ریخت سنجی 93% و صفات شمارشی 78% از یکدیگر انشقاق یافته اند. نتایج آنالیز PCA در دو ایستگاه نشان داد که در صفات ریخت سنجی 8 فاکتور و در صفات شمارشی 6 فاکتور انتخاب شدند. دندروگرام UPGMA بر اساس فاصله اقلیدسی نیز، جمعیت ایستگاه های بالادست و پایین دست سد را از یکدیگر متمایز نمود.

کلمات کلیدی: ماهی خیاطه، تنوع و تمایز ریخت سنجی و شمارشی، رودخانه تجن

مقدمه

در سال 1375 در 45 کیلومتری جنوب شهر ساری در منطقه سلیمان تنگه بر روی رودخانه تجن احداث گردیده که از لحاظ طبقه بندی McAllister و همکاران (2001) جزو سدهای بسیار بزرگ محسوب می گردد (Anvarifar و همکاران، 2011). اثرات سدها شامل تغییرات پایه ای در جامعه جانوری و تنوع زیستی اکوسیستم رودخانه می باشد. بر اساس تحقیقات انجام شده بر روی رودخانه ها و سدهای مربوط به آن ها در شش منطقه جغرافیای از جهان که Craig (2001) انجام داد مشخص شد که در 27 درصد موارد اثر مثبت و در 73 درصد موارد سدها تاثیر منفی بر روی تنوع زیستی ماهیان دارند (Craig، 2001).

مطالعه ماهیان در اکوسیستم های آبی از نظر تکاملی، بوم شناسی، رفتار شناسی، حفاظت و مدیریت منابع آبی، بهره برداری از ذخایر و پرورش آن ها حائز اهمیت است

ماهی خیاطه (*Alburnoides sp.* (Bloch, 1782) جزو کپور ماهیان کوچک بوده که اساساً در آب های کم عمقی که از مناطق کوهستانی سرچشمه می گیرند زندگی کرده و بسترهای سنگی با آب های شفاف که دارای اکسیژن مناسبی می باشند را ترجیح می دهد (Penaz, 1995). بر اساس طبقه بندی IUCN این گونه در اروپا به عنوان گونه در معرض خطر محسوب می گردد (Lelek, 1987) و در آب های ایران و در رودخانه ها در منطقه گری لینگ و سس ماهیان یافت می شود. ماهی خیاطه به تغییرات ساختاری رودخانه ها بسیار حساس بوده و از آنجایی که ارزش اقتصادی ندارد در مقایسه با گونه های دیگر کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است (Kirchhofer و Breitenstein, 2000). سد شهید رجایی



صید شده در فرمالین 10 درصد تثبیت شدند و برای مطالعات بعدی به آزمایشگاه انتقال یافتند. در مجموع تعداد 100 نمونه ماهی به کمک کولیس دیجیتالی با دقت یک صدم میلی‌متر زیست‌سنجی کامل شده و 53 صفت ریخت-شناسی و 13 صفت شمارشی براساس مطالعات Coad (2008) و Siryova (2004) مورد بررسی قرار گرفتند که از این تعداد 50 نمونه ماهی مربوط به ایستگاه اول و 50 نمونه ماهی مربوط به ایستگاه دوم بودند (شکل 2).

به‌منظور حذف اثر اندازه از داده‌های مورفومتریک، قبل از تجزیه و تحلیل به کمک فرمول البوت استاندارد شدند (Elliott و همکاران، 1995). استاندارد کردن داده‌های مورفومتریک تغییرات ناشی از رشد آلومتریک را کاهش خواهد داد (Karakousis و همکاران، 1991).

$$M(t) = M(o) (L/L(o))^b$$

Mt: مقادیر استاندارد شده صفت؛ Mo: طول صفات مشاهده شده؛ L: میانگین طول استاندارد برای کل نمونه و برای همه مناطق؛ Lo: طول استاندارد هر نمونه؛ b: ضریب رگرسیونی بین $\log Mo$ و $\log Lo$ برای هر منطقه.

سپس کارایی داده‌های اصلاح شده از طریق آزمون معنی‌دار بودن همبستگی بین متغیر اصلاح شده و طول استاندارد مورد سنجش قرار گرفت. معنی‌دار نبودن این همبستگی نشان‌دهنده حذف کامل اثر اختلاف اندازه از داده‌ها می‌باشد (Turan، 1999). برای یکنواختی واریانس و توزیع نرمال داده‌ها، به‌ترتیب از آزمون‌های تک متغیره لون (Leven test) و آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده گردید. میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات چند متغیره کلیه صفات ریخت‌سنجی در هر منطقه محاسبه شدند و در بین مناطق نیز به‌وسیله تست t مقایسه شدند. برای تعیین اختلاف بین جمعیت‌های مورد مطالعه در هر یک از صفات از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way ANOVA) و آزمون دانکن استفاده گردید (Mamuris و همکاران، 1998).

(مصطفوی، 1385). اعمال مدیریت صحیح بر ذخایر آبیان و توسعه آبی‌پروری زمانی با موفقیت همراه خواهد بود که ذخایر ژنی گونه‌های بومی، مورد مطالعه قرار گرفته و اولین گام در این زمینه، تشخیص صحیح گونه‌ها، جمعیت‌ها و یا نژادها می‌باشد، که این امر از نظر مدیریت شیلاتی و برنامه‌ریزی‌های حفاظتی گونه‌ها حائز اهمیت است (Coad، 1980). به‌منظور مدیریت منطقی و کارآمد شیلاتی، شناسایی ساختار ذخیره‌ای گونه‌ای از ماهی که مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد، اهمیت به‌سزایی دارد چرا که هر ذخیره باید به‌طور جداگانه مدیریت شود تا بهره‌برداری از آن گونه در حد بهینه قرار گیرد (Erguden و Turan، 2004). با توجه به ارزش اکولوژیکی ماهی خیاطه در رودخانه‌های حوزه دریای خزر می‌باشد، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد ماهیان این حوزه به-دلیل جدایی جغرافیایی از یکدیگر جدا شده‌اند (Anvarifar و همکاران، 2011؛ Samaee و همکاران، 2009؛ Samaee و همکاران، 2006). اما اطلاعات ریخت‌سنجی بسیار کمی در این مورد وجود دارد و تا به حال بر روی جدایی جمعیت‌های ماهی خیاطه در درون یک رودخانه مطالعه‌ای صورت نگرفته است. هدف این مطالعه بررسی اثر سد به-عنوان یک مانع فیزیکی، روی تنوع و تمایز خیاطه ماهیان در رودخانه تجن ساری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه بر روی رودخانه تجن ساری که سد مخزنی شهید رجایی در آن واقع گردیده، طی سه مرحله نمونه‌برداری در نیمه دوم سال 1387 صورت گرفته است که جهت نمونه‌گیری یک ایستگاه در بالادست ($36^{\circ}11'$ شمالی و $19^{\circ}53'$ شرقی) و ایستگاه دوم در پایین‌دست ($36^{\circ}16'$ شمالی و $12^{\circ}53'$ شرقی) انتخاب گردید (شکل 1).

در این بررسی در طی یک مرحله نمونه‌گیری، از ماهیان با استفاده از دستگاه الکتروشوکر نمونه‌برداری انجام گرفت. جهت مطالعه خصوصیات ریخت‌سنجی، ماهیان



گرفتند. همچنین به دلیل این که مقدار واریانس برای صفات شعاع سخت باله پشتی، شعاع سخت باله سینه‌ای و شعاع سخت باله شکمی صفر بود در هیچ‌کدام از آنالیزهای PCA، DFA و رسم دندروگرام مورد استفاده قرار نگرفتند. با استفاده از روش تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA) از ترکیب خطی 25 صفت ریخت‌سنجی و 13 فاکتور شمارشی فاکتورهایی به وجود آمد که ویژگی‌های خاصی از صفات را نشان می‌دهد و هرچه میزان واریانس یک عامل بیشتر باشد، ضریب شرکت آن عامل در تفکیک جمعیت‌ها بیشتر خواهد بود. تجزیه و تحلیل عاملی برای صفات ریخت‌سنجی، تعداد 8 فاکتور و در مورد صفت شمارشی 6 فاکتور با مقادیر ویژه بزرگتر از 1 انتخاب شدند که 74/96 درصد تنوع صفات ریخت‌سنجی و حدود 65 درصد تنوع صفات شمارشی را شامل می‌شود (جدول 2).

طول پایه باله مخرجی، فاصله ابتدای باله مخرجی تا دم، فاصله ابتدای باله پشتی تا نوک پوزه، فاصله قبل از پیشانی، فاصله پیشانی تا ابتدای باله پشتی، فاصله پیشانی تا ابتدای باله شکمی، فاصله دهان تا حلق، فاصله حلق تا ابتدای باله شکمی، انتهای باله پشتی و انتهای باله مخرجی، انتهای باله مخرجی و ابتدای لبه پایینی دم، طول سر، ارتفاع سر، عرض سر، فاصله بین دو حدقه چشم، فاصله سوراخ‌های بینی، قطر چشم، قطر مردمک، طول پوزه، طول پیش‌فک، عرض ساقه دم، شعاع نرم باله مخرجی، فلس‌های خط جانبی، فلس‌های بالای خط جانبی، خار آبششی داخلی و تعداد مهره‌ها در دو ایستگاه مورد مطالعه در سطح 5 درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید ($P \leq 0/05$) (جدول 1).

25 صفت ریخت‌سنجی که در آنالیز واریانس یک-طرفه دارای اختلاف معنی‌دار بودند برای انجام آنالیزهای PCA و DFA و رسم دندروگرام مورد استفاده قرار

جدول 1: الف) نتایج ANOVA در مورد دو شکلی جنسی (ب) نتایج آنالیز واریانس بین دو ایستگاه (ج) میانگین و انحراف معیار صفات ریخت‌سنجی در خیاطه رودخانه تجن ساری در دو ایستگاه بالادست و پایین‌دست سد شهید رجایی

صفات ریخت‌سنجی	الف		ب		ج	
	اثر جنس	اثر منطقه	اثر متقابل جنس × منطقه	F محاسباتی	مقدار P (Sig.)	انحراف م. ± میانگین (ایستگاه بالادست)
طول استاندارد	0/93	0/07	0/631	3/08	0/08	55/13±24/02
طول فورک	0/07	0/26	0/31	0/88	0/34	66/0±27/57
طول لوب بالایی باله دم	0/31	0/01	0/24	7/06	0/00*	16/0±38/99
طول لوب پایینی باله دم	0/18	0/00	0/89	9/89	0/00*	16/0±66/76
انتهای ستون فقرات تا طول فورک	0/13	0/24	0/61	1/17	0/28	8/0±71/49
انتهای باله مخرجی تا انتهای باله دم	0/75	0/76	0/74	0/13	0/71	25/1±98/12
انتهای باله پشتی تا انتهای باله دم	0/31	0/00	0/32	9/55	0/00*	35/1±58/72
ابتدای باله پشتی تا انتهای دم	0/89	0/00	0/06	12/18	0/00*	43/2±80/04
طول پایه باله پشتی	0/00	0/26	0/05	1/98	0/16	8/0±25/39
ارتفاع باله پشتی	0/37	0/00	0/27	27/87	0/00	14/0±70/68
طول پایه باله مخرجی	0/00	0/00	0/34	14/73	0/00	10/0±61/73
ارتفاع باله مخرجی	0/29	0/53	0/83	0/41	0/52	9/0±97/63
طول پایه باله سینه ای	0/04	0/42	0/03	0/19	0/65	2/0±63/16
ارتفاع باله سینه ای	0/03	0/11	0/12	1/70	0/19	12/0±18/50
طول باله شکمی	0/06	0/94	0/30	0/01	0/91	9/0±47/50
ابتدای باله شکمی تا سینه ای	0/00	0/42	0/13	1/04	0/31	13/0±13/58
ابتدای باله مخرجی تا دم	0/00	0/05	0/07	4/20	0/04*	20/0±09/58
ابتدای باله شکمی تا پوزه	0/03	0/48	0/76	0/48	0/48	27/0±47/93
ابتدای باله پشتی تا پوزه	0/75	0/00	0/93	8/21	0/00*	29/2±23/90
ابتدای باله مخرجی تا پوزه	0/00	0/78	0/10	0/00	0/94	37/0±71/92
ابتدای باله سینه ای تا مخرجی	0/00	0/32	0/00	0/24	0/13	23/0±69/60
ابتدای باله شکمی تا مخرجی	0/00	0/33	0/00	0/11	0/73	11/0±11/44
قبل از باله سینه ای	0/53	0/29	0/52	1/31	0/25	14/0±66/69
قبل از پیشانی	0/36	0/00	0/44	32/82	0/00*	11/0±18/39
پیشانی تا باله پشتی	0/10	0/00	0/03	18/77	0/00*	19/0±01/59
پیشانی تا باله شکمی	0/00	0/00	0/29	14/47	0/00*	21/0±02/60



ج		ب		الف			صفات ریخت‌سنجی
انحراف م. ± میانگین (ایستگاه پایین‌دست)	انحراف م. ± میانگین (ایستگاه بالادست)	مقدار P (Sig.)	F محاسباتی	اثر متقابل جنس × منطقه	اثر منطقه	اثر جنس	
10/0±79/85	10/0±23/42	0/00*	17/14	0/09	0/00	0/94	دهان تا حلق
17/0±50/65	17/0±89/70	0/00*	7/88	0/06	0/00	0/00	حلق تا باله شکمی
17/0±01/75	16/1±83/04	0/30	1/05	0/38	0/23	0/03	ابتدای باله شکمی تا پشتی
14/0±12/67	14/1±32/14	0/29	1/09	0/77	0/27	0/30	انتهای باله پشتی تا ابتدای مخرجی
13/0±40/55	13/0±09/55	0/00*	7/56	0/47	0/00	0/88	انتهای باله پشتی تا مخرجی
10/0±74/77	11/0±02/83	0/07	3/17	0/92	0/07	0/24	ساقه دم
6/0±80/26	6/0±82/26	0/74	0/10	0/06	0/54	0/46	ارتفاع پایه باله دم
19/0±36/91	19/0±22/84	0/42	0/63	0/36	0/35	0/64	انتهای باله پشتی تا ابتدای دم
12/0±01/66	12/0±13/77	0/39	0/72	0/34	0/30	0/04	انتهای بالمخرجی تا ابتدای لب‌بالایی دم
9/0±45/71	9/0±74/71	0/04*	4/17	0/66	0/05	0/67	انتهای بالمخرجی تا ابتدای لب‌پایینی-دم
16/0±76/70	16/1±59/01	0/34	0/91	0/12	0/23	0/20	حداکثر ارتفاع بدن
7/0±96/40	8/0±12/43	0/05*	3/85	0/85	0/04	0/07	ارتفاع ساقه دم
6/0±71/23	6/0±76/28	0/35*	0/86	0/07	0/23	0/30	حداقل ارتفاع بدن
14/0±83/39	15/0±03/44	0/01*	5/75	0/24	0/01	0/21	طول سر
11/0±09/42	11/0±37/33	0/00*	13/67	0/42	0/00	0/15	ارتفاع سر
7/0±65/30	8/0±06/21/34	0/00*	39/48	0/51	0/00	0/00	عرض سر
5/0±41/26	5/0±54/21	0/01*	6/69	0/04	0/00	0/15	فاصله بین دو حدقه چشم
3/0±17/20	3/0±35/15	0/00*	23/45	0/10	0/00	0/03	فاصله سوراخهای بینی
4/0±02/15	4/0±20/16	0/00*	29/83	0/67	0/00	0/56	قطر چشم
2/0±06/14	2/0±23/13	0/00*	35/36	0/47	0/00	0/29	قطر مردمک
4/0±23/31	4/0±34/21	0/04*	2/28	0/49	0/03	0/51	طول پوزه
7/0±33/37	7/0±44/38	0/17	1/87	0/96	0/18	0/53	پشت چشم تا انتهای سرپوش ابششی
5/0±83/36	5/0±98/36	0/05*	3/85	0/23	0/03	0/18	فک پایین
5/0±78/22	5/0±84/21	0/14	2/19	0/93	0/15	0/81	فک بالا
5/0±07/22	5/0±23/24	0/00*	12/4	0/92	0/00	0/02	پیش فک
6/0±83/39	7/0±06/49	0/01*	6/37	0/37	0/01	0/04	عرض بدن
4/0±33/32	4/0±45/41	0/12	2/45	0/52	0/10	0/39	عرض ساقه دم

* مقادیر دارای اختلاف معنی‌دار (P≤0/05)

جدول 2: مقادیر ویژه، درصد واریانس و عوامل استخراجی صفات ریخت‌سنجی (الف) و شمارشی (ب) جمعیت‌های ماهی خیاظه در ایستگاه-های بالادست و پایین‌دست سد شهید رجایی در رودخانه تجن ساری

فاکتور	الف (ریخت‌سنجی)		ب (شمارشی)	
	درصد واریانس	درصد تجمعی واریانس	درصد واریانس	درصد تجمعی واریانس
مقدار ویژه	16/344	16/344	12/169	12/169
1	4/086	16/344	11/645	23/814
2	3/389	13/556	11/561	35/375
3	2/884	11/536	10/434	45/809
4	2/111	8/445	9/904	55/713
5	1/806	7/226	8/678	64/391
6	1/679	6/717	-	-
7	1/464	5/857	-	-
8	1/320	5/281	-	-

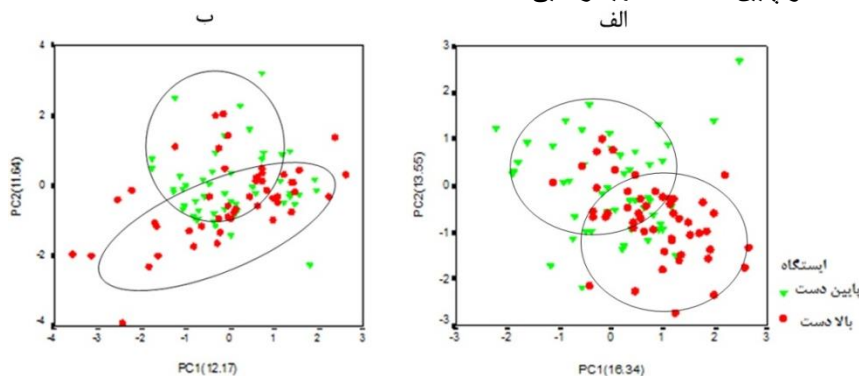
کرده‌اند. در روش تجزیه به مولفه‌های اصلی در مورد صفات ریخت‌سنجی، در فاکتور اول صفات دهان تا حلق، ارتفاع سر، در فاکتور دوم صفات طول لوب بالایی باله دم، انتهای باله پشتی تا انتهای باله دم و ابتدای باله

با استفاده از روش Scree test تعداد 8 فاکتور برای صفات ریخت‌سنجی و 6 فاکتور برای صفات شمارشی می‌تواند قابل قبول باشد (شکل 2) و فاکتورهای اول و دوم (PC1, PC2) که مهم‌ترین نقش را در تغییرات داده‌ها ایجاد



رودخانه تجن ساری، در مورد صفات ریخت‌سنجی تا حدودی هم‌پوشانی داشته و در مورد صفات شمارشی به مقدار بسیار زیادی هم‌پوشانی داشته و جمعیت‌ها به‌طور کامل از یکدیگر قابل تفکیک نمی‌باشند (شکل 3).

پشتی تا انتهای دم و در صفات شمارشی صفت‌های فلس خط جانبی و فلس دور ساقه دم در فاکتور اول و صفت‌های شعاع نرم باله پشتی و شعاع نرم باله سینه‌ای در فاکتور دوم دارای بیش‌ترین تاثیر بودند. پراکنش افراد بر اساس روابط عامل‌های استخراجی اول و دوم نشان داده که نمونه‌های جمعیت بالادست و پایین‌دست سد شهید رجایی



شکل 3: پراکنش افراد بر اساس روابط عامل‌های استخراجی اول و دوم در مورد صفات ریخت‌سنجی (الف) و صفات شمارشی (ب) در جمعیت‌های ماهی خیاطه در ایستگاه‌های بالادست و پایین‌دست سد شهید رجایی در رودخانه تجن ساری

درصد و در مورد صفات شمارشی به‌میزان 78 درصد گروه‌بندی جمعیت‌ها به‌صورت دقیق انجام گرفته که این دلالت بر جدایی جمعیت‌ها بر اساس این آزمون دارد (جدول 3).

ضریب KMO در مورد خصوصیات ریخت‌سنجی 0.635. به‌دست آمد و نشان داد که این آزمون در مورد این داده‌ها مناسب می‌باشد. نتایج آنالیز تابع متمایز کننده (DFA) نشان داد که به‌طور میانگین در مورد صفات ریخت‌سنجی به‌میزان 93

جدول 3: گروه‌بندی افراد بر اساس نتایج آزمون تابع متمایز کننده در مورد صفات ریخت‌سنجی (الف) و شمارشی (ب) در جمعیت‌های ماهی خیاطه در ایستگاه‌های بالادست و پایین‌دست سد شهید رجایی در رودخانه تجن ساری

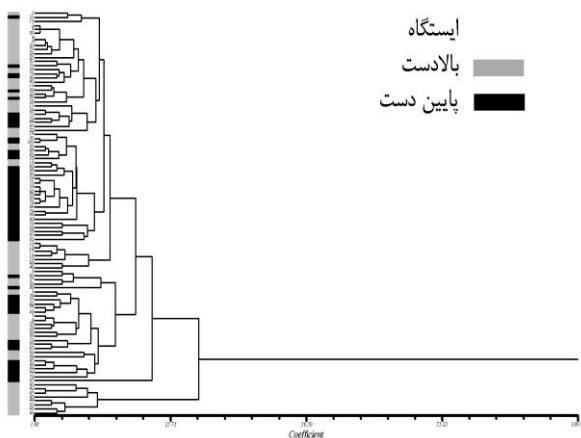
کل	صفات شمارشی (ب)		صفات ریخت‌سنجی (الف)		ایستگاه‌ها	
	2	1	2	1		
50	10	40	2	48	1	*Original
50	41	9	45	5	2	(گروه‌بندی اصلی)
100	20	80	4	96	1	**Cross-validated
100	82	18	90	10	2	(اعتبار سنجی متقابل گروه‌بندی)
50	13	37	2	48	1	*Original
50	41	9	45	5	2	(گروه‌بندی اصلی)
100	26	74	4	96	1	**Cross-validated
100	82	18	90	10	2	(اعتبار سنجی متقابل گروه‌بندی)

* 93% در مورد صفات ریخت‌سنجی جمعیت به‌درستی طبقه‌بندی شده‌اند. 081% در مورد صفات شمارشی جمعیت به‌درستی طبقه‌بندی شده‌اند.
** 93% در مورد صفات ریخت‌سنجی به‌درستی طبقه‌بندی شده‌اند. 78% در مورد صفات شمارشی جمعیت به‌درستی طبقه‌بندی شده‌اند.

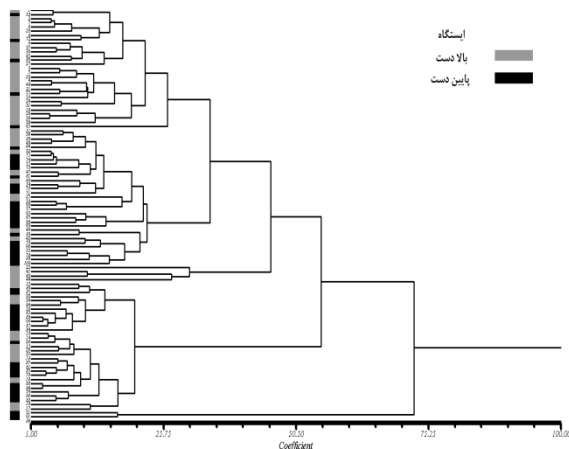
شمارشی 626/. بود که نشان می‌دهد دو جمعیت بالادست و پایین‌دست سد بر اساس این آنالیز با یکدیگر در سطح بسیار معنی‌داری تفاوت دارند ($P \leq 0/01$).
رسم دندروگرام UPGMA صفات ریخت‌سنجی و شمارشی بر اساس فاصله اقلیدسی نشان داد که افراد جمعیت‌های ماهی خیاطه *Alburnoides sp.* در ایستگاه‌های بالادست و پایین‌دست سد در رودخانه تجن ساری تا حدودی از یکدیگر متمایز شده‌اند (شکل 4 و 5).

مهمترین صفات در این آنالیز ارتفاع باله پشتی، فاصله ابتدای باله پشتی تا نوک پوزه، فاصله دهان تا حلق، انتهای باله پشتی تا انتهای باله مخرجی، ارتفاع سر، عرض سر، فاصله سوراخ‌های بینی و قطر مردمک، شعاع نرم باله مخرجی، فلس‌های بالای خط جانبی، خار آبششی داخلی و تعداد مهره‌ها می‌باشند به‌طوری‌که این آنالیز بر پایه این صفات انجام گرفته است. نتیجه تست Wilks' Lambda برای صفات ریخت‌سنجی برابر با 242/. و برای صفات





شکل 5: دندروگرام UPGMA صفات شمارشی براساس فاصله اقلیدسی ماهی خیاطه در ایستگاه‌های بالادست و پایین دست سد شهید رجایی در رودخانه تجن ساری



شکل 4: دندروگرام UPGMA صفات ریخت‌سنجی براساس فاصله اقلیدسی ماهی خیاطه در ایستگاه‌های بالادست و پایین دست سد شهید رجایی در رودخانه تجن ساری

بحث

نتایج حاصل از تحلیل واریانس یک‌طرفه درباره ویژگی‌های ریخت‌سنجی اصلاح شده نشان می‌دهد که 25 صفت از 53 صفت ریخت‌سنجی در بین نمونه‌ها دارای تفاوت معنی‌دار بود که این امر نشان دهنده وجود تنوع بالای فنوتیپی بین ماهیان خیاطه مناطق مورد مطالعه بود. در بیش‌تر مطالعات ریخت‌سنجی فاکتور اندازه بدن ممکن است به میزان 80 درصد و یا بیش‌تر در وجود تغییرات بین متغیرهای اندازه‌گیری شده تأثیرگذار باشد (Tzeng, 2004). از آن‌جاکه آزمون واریانس یک‌طرفه درباره ویژگی‌های ریخت‌سنجی اصلاح شده صورت پذیرفت، هر گونه اختلاف معنی‌داری نشان دهنده اختلاف در شکل بدن می‌باشد نه در اندازه آن‌ها، زیرا با استاندارد کردن داده اثر اندازه کاهش می‌یابد. رسم دندروگرام UPGMA براساس ضریب مربع فاصله اقلیدسی در مورد صفات ریخت‌سنجی و شمارشی نیز مانند نتایج آنالیزهای PCA و DFA نشان داد که جمعیت‌های ماهی خیاطه در دو ایستگاه مورد مطالعه در رودخانه تجن ساری از یکدیگر متمایز می‌باشند ولی میزان این تمایز براساس نتایج این آنالیز پایین می‌باشد به بیان ساده‌تر جمعیت‌های بالادست و پایین دست با درصد شباهت بالایی از یکدیگر متمایز گشته‌اند. با توجه به نتایج بدست آمده مشخص گردید در تمامی آنالیزهای چند متغیره به‌کار برده شده و آنالیز کلاستر، میزان تمایز مشاهده شده در نتایج مربوط به داده‌های ریخت‌سنجی بیش‌تر از نتایج مربوط به داده‌های شمارشی می‌باشد که این مورد با نتایج سایر محققان در ارتباط با گونه‌های دیگر همخوانی دارد (Akbarzadeh و همکاران، 2009). این بدان علت می‌باشد که صفات ریخت‌سنجی در تمامی طول دوره زندگی ماهی در حال تغییر و سازگاری با محیط می‌باشد و این درحالی است که امکان تغییر در مورد صفات شمارشی تنها در دوره بسیار کوتاهی از زندگی ماهی شکل می‌گیرد و تا آخر

دوره زندگی ماهی ثابت می‌باشد. به عبارت دیگر همان گونه که انتظار می‌رفت تنوع بین جمعیتی در صفات شمارشی پایین بود، زیرا تنوع صفات شمارشی بیش‌تر بیانگر تنوع ویژگی‌های ژنتیکی است و کمتر به وسیله تغییرات فاکتورهای محیطی تحت تأثیر قرار می‌گیرند (Karakousis و همکاران، 1991).

Ihsen و همکاران (1981) ثابت کردند که تعداد ویژگی‌های شمارشی در اثر برهم کنش پیچیده‌ای بین فاکتورهای محیطی، ژنتیکی و فیزیولوژیکی شکل می‌گیرد. همچنین Tudela (1999) به این نکته اشاره می‌کند که تعداد نهایی ویژگی‌های شمارشی در ماهیان به شرایط محیطی غالب در خلال مرحله Critical تکامل افراد بستگی دارد. Stamenkovic و Cetkovic (1996) نیز در بررسی تفاوت‌های ریخت‌شناسی ماهی سوف در رودخانه دانوب، بیان کردند که ویژگی‌های شمارشی از لحاظ ژنتیکی در یک حد محدودی ثابت بوده و تغییرات این ویژگی‌ها هرچند کم است، می‌تواند به دلیل تأثیر شرایط محیطی مختلف به-ویژه دما در طی دورانی از زندگی ماهی باشد که حساسیت بیش‌تری به این عوامل محیطی دارد.

توضیح علل وجود تفاوت‌های ریختی میان جمعیت‌ها بسیار دشوار است. به‌طور کلی ویژگی‌های ریختی تحت کنترل و درهم کنش دو عامل شرایط محیطی و ژنتیک می‌باشند (Pinheiro و همکاران، 2005؛ Poulet و همکاران، 2004؛ Foote و Swain، 1999). 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 (Pinheiro و همکاران، 2005). از سوی دیگر هنگامی که ماهی در اوضاع محیطی جدیدی قرار گیرد، این امکان وجود دارد که تغییرات ریخت‌شناسی سریعاً در آن رخ دهد (Poulet و همکاران، 2004).



تمایز جمعیت‌های خیاطه ماهیان و به‌دست آوردن نتایج قطعی‌تر نیاز به مطالعات مولکولی می‌باشد.

منابع

1. خارا، ح.؛ کیوان، ا.؛ وثوقی، غ.ح.؛ پورکاظمی، م.؛ رضوانی، س.؛ نظامی، ش.ع.؛ رامین، م.؛ سرپناه، ع.ن. و قناعت‌پرست، ا.، 1385. بررسی مقایسه‌ای ریخت‌سنجی ماهی‌سیم دریای خزر و تالاب انزلی. مجله پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان. شماره 73، صفحات 177 تا 187.
2. مصطفوی، ح.، 1385. تنوع زیستی ماهیان رودخانه تالار استان مازندران. مجله محیط‌شناسی. سال 32، شماره 40، صفحات 127 تا 135.
3. Akbarzadeh, A.; Farahmand, H.; Shabani A.A.; Karami, M.; Kaboli, M.; Abbasi, K. and Rafiee, G.R., 2009. Morphological variation of the pikeperch *Sander lucioperca* (L.) in the southern Caspian Sea, using a truss system. *J Appl Ichthyol*. Vol. 25, pp: 576–582.
4. AnvariFar, H.; Khyabani, A.R.; Farahmand, H.; Vatandoust, S.; AnvariFar, H. and Jahageardar, S., 2011. Detection of Morphometric Differentiation between Isolated up- and downstream Populations of Siah Mahi (*Capoeta capoeta gracilis*) (Pisces: Cyprinidae) in the Tajan River (Iran). *Hydrobiologia*. Vol. 673, pp: 41-52.
5. Breitenstein, M.E. and Kirchhofer A., 2000. Growth, age structure and species association of the cyprinid *Alburnoides bipunctatus* in the River Aare, Switzerland. *Folia Zool*. Vol. 49, pp: 59–68.
6. Cattell, R. B., 1966. The scree test for the number of factors, *Multivariate Behavioral Research*. Vol. 1, pp: 245-276.
7. Cetkovic, J.K. and Stamenkovic, S., 1996. Morphological differentiation of the pikeperch *Stizostedion lucioperca* (L.) populations from the Yugoslav part of the Danube. *Finnish Zoological and Botanical publishing Board*. pp: 711-723.
8. Coad, B.W., 1980. Environmental change and its impact on the freshwater fishes of Iran. *Biological conservation*. Vol. 10, pp: 51-80.
9. Coad, B.W., 2008. *Freshwater Fishes of Iran*. Available at <http://www.briancoad.com>.
10. Craig, J.F., 2001. Large Dams and Freshwater Fish Biodiversity. *World Commission on Dams*. 59 p.
11. 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 Report NPS/*

براساس نتایج این مطالعه سد شهید رجایی ساری توانسته بعد از گذشت 16 سال ماهیان خیاطه بالادست و پایین‌دست را از لحاظ ریخت‌شناسی از یکدیگر متمایز نماید. که دلایل این امر به تغییرات درون و بین گونه‌ای ویژگی‌های ریخت‌شناسی ماهیان در مقایسه با سایر مهرمداران مرتبط دانست که اثرات بعضی از فاکتورهای محیطی نظیر درجه حرارت، شوری، دسترسی به غذا و یا فاصله مهاجرت می‌تواند به‌طور بالقوه تفکیک ریختی ماهیان را تعیین کند (Turan و همکاران، 2004 و 2006؛ Turan، 2000؛ Lindsey، 1998؛ Smith، 1966). از طرف دیگر این که شرایط محیطی متفاوت (دما، کدورت، دسترسی به غذا، عمق آب و جریان آب) سبب جدایی جمعیت‌هایی که در رودخانه‌های متفاوت وجود دارند از یکدیگر می‌شود (Samaei و همکاران، 2006؛ Yamamoto و همکاران، 2004) که این شرایط در رابطه با این مطالعه نیز صدق می‌نماید. علاوه بر این مطالعات صورت گرفته بر روی ماهیان دریای خزر نشان دهنده این واقعیت است که بسیاری از ماهیان روند گونه‌زایی را طی نموده و میکروپروسه ایجاد جمعیت‌ها همچنان ادامه دارد به‌طوری‌که گونه‌های خزری و دریای سیاه- خزری، زیرگونه‌ها و جمعیت‌هایی را در مناطق مختلف دریای خزر تشکیل داده‌اند (Anvarifar و همکاران، 2011). طبق بررسی Anvarifar و همکاران (2011) روی سیاه ماهی در رودخانه تجن ساری بیان نمودند که جمعیت‌های این ماهیان بر اثر سد شهید رجایی هم از لحاظ مولکولی و هم از لحاظ ریخت‌شناسی از یکدیگر جدا گشته‌اند و نتایج مولکولی به‌میزان بسیار بالایی تاییدکننده نتایج ریخت‌شناسی می‌باشد. احتمالاً دلیل اصلی جدایی جمعیت‌های ماهی خیاطه در رودخانه تجن ساری به‌علت جدایی جغرافیایی این گونه (در اثر ساخت سد = محیطی) می‌باشد به‌طوری‌که Turan و همکاران (2004) چنین نظریه‌ای را در جداسازی ماهیان آنچوی در دریای سیاه، اژه و مدیترانه، خارا و همکاران (1385) برای جداسازی جمعیت‌های سیم تالاب انزلی، دریای خزر، جمهوری آذربایجان، دریاچه سد ارس و Anvarifar و همکاران (2011) برای جداسازی جمعیت‌های سیاه ماهیان رودخانه تجن عنوان نمودند. Yamamoto و همکاران (2006) با استفاده از نشانگر ریزماهوره اثبات نمودند ساخت سد کوچک با قدمت 20 سال توانست جمعیت‌های ماهی *Salvelinus leucomaenis* را از یکدیگر متمایز نماید. همچنین Dakin و همکاران (2007) با استفاده از نشانگر ریزماهوره اثبات نمودند ساخت سد جمعیت‌های ماهی باس *Micropterus cataractae* را از یکدیگر متمایز نموده است. Anvarifar و همکاران (2011) با استفاده از نشانگر مولکولی RAPD بیان نمودند ساخت سد به‌علت ممانعت از مهاجرت ماهیان پایین‌دست به بالادست و در نتیجه کاهش جریان ژنی و محدود شدن ذخیره ژنتیکی به‌دلیل افزایش درون‌آمیزی سبب جدایی جمعیت سیاه‌ماهیان در رودخانه تجن گردیده است. بنابراین برای اطمینان از



- (*Sander lucioperca*) of a fragmented delta. Arch. Hydrobiol. Vol. 159, pp: 531-554.
24. **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 Applied Ichthyology. Vol. 25, pp: 56-69.
 25. **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. Vol. 55, pp: 323-335.
 26. **Siryova, S., 2004.** External morphology of spiralin *alburnoides bipunctatus*. Acta Zoologica Universitatis Comenianae. Vol. 46, pp: 65-74.
 27. **Smith, G.R., 1966.** Distribution and evolution of the North American catostomid fishes of the subgenus *Pantosteus*, genus *Castostomus*. *Miscellaneous publications*, Museum of Zoology, University of Michigan. 129 p.
 28. **Swain, D.P. and Foote, C.J., 1999.** Stocks and chameleons: The use of phenotypic variation in stock identification. Fisheries Research. Vol. 43, pp: 113-128.
 29. **Tudela, S., 1999.** Morphological variability in a Mediterranean, genetically homogeneous population of the European anchovy, *Engraulis encrasicolus*. Fisheries Research. Vol. 42, pp: 229-243.
 30. **Turan, C., 1999.** A note on the examination of morphometric differentiation among fish populations: The truss system. Tr. J. Of Zoology. Vol. 23, pp: 259-263.
 31. **Turan, C., 2000.** Otolith shape and meristic analysis of Herring (*Clupea harengus*) in the northeast Atlantic. Arch. Fish. Mar. Res. Vol. 48, pp: 283-295.
 32. **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, pp: 729-734.
 33. **Turan, C., Oral ztu"rk, B.O. and Du" zgu" nes, E., 2006.** Morphometric and meristic variation between stocks of Bluefish (*Pomatomus saltatrix*) in the Black, Marmara, Aegean and northeastern Mediterranean Seas. Fisheries Research. Vol. 79, pp: 139-147.
 34. **Tzeng, T.D., 2004.** Morphological variation between populations of spotted mackerel NRWRD/NRTR. 366 p.
 12. **Elliot, N.G.; Haskard, K. and Koslow, J.A., 1995.** Morphometric analysis of orange roughy (*Hoplostethus atianticus*) off the continental slope of southern Australia. Journal of Fish Biology. Vol. 46, pp: 202-220.
 13. **Erguden, D. and C. Turan., 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. Vol. 29, pp: 727-733.
 14. **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. Vol. 55, pp: 2274-2282.
 15. **Ihssen, P.E.; Book, H.E.; Casselman, J.M.; Mc Glade, J.M.; Payne, N.R. and Utter, F.M., 1981.** Stock identification: Materials and methods. Canadian Journal Fish Aquatic Science. Vol. 38, pp: 1838-1855.
 16. **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. Vol. 38, pp: 807-817.
 17. **Lelek, A., 1987.** The freshwater fishes of Europe. Vol. 9. Aula Wiesbaden.
 18. **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.
 19. **Mamuris, Z.; Apostolidis, A.P.; Anagiotaki P.P.; Theodorou, A.J. and Triantaphyllidis, C., 1998.** Morphological variation between red mullet populations in Greece. Journal of Fish Biology. Vol. 52, pp: 107-117.
 20. **MCallister, D.E.; Craig, J.F.; Davidson, N.; Delany, S. and Seddon, M., 2001.** Biodiversity Impacts of Large Dams. Background Paper Nr. 1, Prepared for IUCN/ UNEP/WCD. 47 p.
 21. **Penaz, M., 1995.** *Alburnoides bipunctatus*. In: Baruš, V. and Oliva, O. (eds), Fauna ČR a SR/Mihulovci a ryby. Vol. 2, pp: 151-154.
 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. Fisheries Research. Vol. 73, pp: 67- 78.
 23. **Poulet, N.; Berrebi, P.; Crivelli, A.J.; Lek, S. and Argillier, C., 2004.** Genetic and morphometric variation in the pikeperch



- Scomber australasicus* off Taiwan. Fisheries Research. Vol. 68, pp: 45-55.
35. **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. Conservation Genetics. Vol. 5, pp: 529-538.
36. **Yamamoto, S.H.; Maekawa, K.; Tamate, T.; Koizumi, I.; Hasegawa, K. and Kubota, H., 2006.** Genetic evaluation of translocation in artificially isolated populations of white-spotted charr (*Salvelinus leucomaenis*). Fisheries Research. Vol. 78, pp: 352-358.

