

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یک، شماره سه، خردادماه ۹۸

تنوع ریخت‌شناسی در دو جمعیت ماهی *Aphanius dispar* در دو چشمه گوگردی واقع در استان بوشهر

مهدی بی‌باک^{۱*}

mehdi.bibak65@yahoo.com

مسعود ستاری^۲

علی آقارخ^۳

عاده حیدری^۱

تاریخ پذیرش: ۹۶/۵/۱

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۳

چکیده

زمینه و هدف: در این مطالعه خصوصیات ریخت‌شناسی دو جمعیت از ماهیان آفانیوس (*Aphanius dispar*) در دو چشمه گوگردی اهرم و دالکی واقع در استان بوشهر با استفاده از ویژگی‌های ریخت‌شناسی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. روش بررسی: در مجموع ۶۰ قطعه ماهی که شامل ۳۰ قطعه در هر چشمه با تور مخروطی صید گردید. در نتایج ریخت‌سنجی ابتدا داده‌ها با استفاده از فرمول بکام استاندارد شدند، سپس از آزمون‌های تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) و تحلیل تابع متمایزکننده (DFA) و آزمون کلاستر (CA) قرار گرفت. همچنین از آزمون Wilks' Lambda به منظور مقایسه تفاوت‌های مشاهده‌شده در گروه‌های مورد مطالعه استفاده شد.

یافته‌ها: از بین ۷۸ فاصله تراس آنالیز شده، ۴۲ فاصله تفاوت معناداری را بین جمعیت‌های ماهی آفانیوس در رودخانه‌های اهرم و دالکی نشان دادند ($P < 0.05$). جمعیت‌های مورد مطالعه را می‌توان با اختلاف ریخت‌شناسی به خصوص در پیش‌مخرجی، ارتفاع بدن، فاصله باله سینه‌ای نسبت به باله شکمی، فاصله باله شکمی نسبت به باله مخرجی، طول ساقه دم، طول سر، پیش‌شکمی، طول پشتی و پیش‌چشمی از هم متمایز کرد.

بحث و نتیجه‌گیری: احتمالاً تفاوت‌های مورفولوژیکی این دو جمعیت نشان‌دهنده دو ذخیره مجزا در این دو چشمه است.

واژه‌های کلیدی: *A. dispar*، تابع متمایزکننده، بوشهر، ریخت‌شناسی.

۱- دکتری شیلات، دانشکده منابع طبیعی صومعه سرا، دانشگاه گیلان. صومعه سرا. ایران * (مسئول مکاتبات).

۲- استاد، شیلات، دانشکده منابع طبیعی صومعه سرا، دانشگاه گیلان. صومعه سرا. ایران.

۳- استادیار، شیلات، پژوهشکده دانشگاه خلیج فارس بوشهر. بوشهر. ایران.

Morphological variation in two populations of *Aphanius dispar* from two sulfur springs in Bushehr

Mehdi Bibak¹ *

mehdi.bibak65@yahoo.com

Masoud Sattari²

Ali Agharokh³

Adeleh Heidari¹

Admission Date: July 23, 2017

Date Received: February 21, 2017

Abstract

Background and Objective: In this study, morphological characteristics of two populations of *Aphanius dispar* from two sulfur springs of Ahram and Dalaki in Bushehr were compared and investigated.

Method: Totally sixty specimens, 30 from each spring, were caught by cone net. The morphological results were first standardized by Beckham equation and then investigated by principal component analysis (PCA), discriminant function analysis (DFA) and clustering analysis (CA). Wilks' Lambda test was used to compare the differences observed in the studied groups.

Findings: Among the 78 truss intervals analyzed, 42 intervals showed a significant difference in the populations of *A. dispar* in Ahram and Dalaki rivers ($P < 0.05$). The studied populations are distinguished especially by pre anal, body height, distance from pectoral fin to ventral fin, distance from pectoral fin to anal fin, caudal peduncle length, head length, pre orbital, pre ventral and dorsal length.

Discussion and Conclusion: Apparently, the morphological differences between the two populations signifies distinct stocks in the studied rivers.

Keywords: *A. dispar*, Truss network system, Population, Morphological divergence.

1- PhD, Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeleh Sara, Iran. *(Corresponding Author)

2- Professor, Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeleh Sara, Iran

3- Assistant Professor, Fisheries, Research Center, Persian Gulf University, Bushehr, Iran.

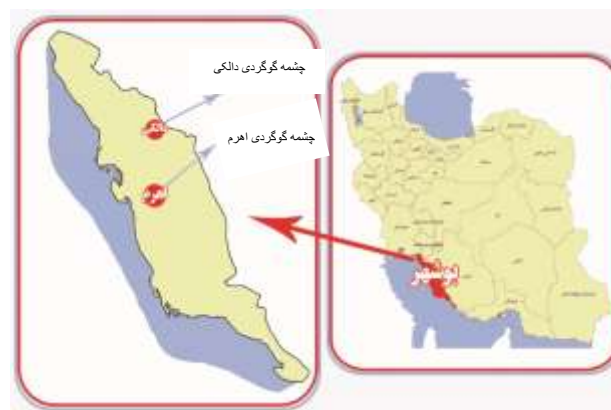
مقدمه

یک‌گونه باتوجه به محدودیت‌های خاص محیط زیستی و با در نظر گرفتن تنوع جغرافیایی است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از چشمه‌های گوگردی واقع در استان بوشهر انجام شد فاصله این دو چشمه گوگردی از یکدیگر حدود ۱۱۰ کیلومتری است. منطقه اول چشمه گوگردی دالکی در فاصله ۷۰ کیلومتری شمال شهرستان بوشهر (طول جغرافیایی " ۰۳ ' ۲۴ ۲۹° و عرض جغرافیایی " ۳۸' ۱۶' ۵۱°) و منطقه دوم نمونه‌برداری چشمه گوگردی اهرم واقع در ۵۵ کیلومتری جنوب شهرستان بوشهر در شهرستان بوشهر (بخش عالی حسینی) (طول جغرافیایی " ۴۹' ۴۷' ۲۸° و عرض جغرافیایی " ۵۴' ۱۶' ۵۱°) است. این چشمه‌ها باعث ایجاد رودخانه‌های دائمی با بستر لجنی شده است که در فصل تابستان حجم این رودخانه بسیار کم می‌شود. نمونه‌برداری از آب هر دو چشمه انجام و به آزمایشگاه اداره آب استان بوشهر منتقل شد. (میزان SO_4^{2-} در چشمه دالکی ۹۵/۵۴ پی پی ام و میزان SO_4^{2-} در چشمه اهرم ۸۶/۳۶ پی پی ام گزارش شد). جمعاً ۶۰ گونه ماهی از هر دو ایستگاه در فروردین‌ماه سال ۱۳۹۵ به‌وسیله تور ساچوک به‌اندازه چشمه ۳ mm (bar) جمع‌آوری شد (شکل ۱). نمونه‌ها در فرمالین ۱۰ درصد تثبیت شد و به آزمایشگاه منتقل شد.

مطالعه خصوصیات ریخت‌شناسی باهدف تعریف و توصیف ذخایر یکی از مسایل موردعلاقه ماهی شناسان است (۱). خصوصیات ریخت‌شناسی خصوصاً در مکان‌هایی که تأثیرات محیطی نسبت به تمایز ژنتیکی نقش مهم‌تری در تفاوت جمعیت‌ها دارد بسیار حایز اهمیت است (۱). جدایی جغرافیایی جمعیت‌ها و تولیدمثل می‌تواند به تغییرات مورفومتریک بین جمعیت‌ها منجر شود و این تنوع مورفومتریک می‌تواند به‌عنوان اساس تمایز جمعیت‌ها عنوان شود (۲). *Aphanius dispar* (Rüppell, 1829) گونه‌ای است غیر مهاجر که زیستگاه آن دریا آب شیرین و لب‌شور است به‌صورت گروهی زندگی می‌کند و عادت غذایی گیاه‌خواری دارد (۳). توزیع و پراکنش این ماهی از اقیانوس هند، مصر تا جنوب سومالی و مهاجرت‌هایی از آن‌ها در کانال سوئز، دریای سرخ، خلیج فارس و غرب هند دیده‌شده است و در آب‌های داخلی عربستان و ایران نیز وجود دارد. در آب‌های ایران (شیرین و شور) مطالعات اندکی بر روی این ماهی صورت گرفته است و اطلاعات بیولوژیکی اندکی از این ماهی در دسترس است (۴ و ۵). *A. dispar* یک‌گونه غیربومی است که در آب‌های شیرین زندگی می‌کند و در حوضه آبریز خلیج فارس نیز پراکنش دارد (۶). هدف از این مطالعه استفاده از خصوصیات ریخت‌شناسی برای بررسی جمعیت‌های مجزا از



شکل ۱. مناطق نمونه‌برداری

Figure 1. Sampling site locations of *A. dispar* in south of Iran.



شکل ۲. تعیین ۱۳ نقطه بر روی بدن ماهی برای ساخت شبکه تراس. ۱- نوک پوزه ۲- مرکز چشم ۳ پیشانی (انتهای استخوان فورنتال) ۴- انتهای سرپوش آبششی ۵- ابتدای باله سینه‌ای ۶- ابتدای باله پشتی ۷- ابتدای باله شکمی ۸- انتهای باله پشتی ۹- ابتدای باله مخرجی ۱۰- انتهای باله مخرجی ۱۱- ابتدای قسمت پشتی ساقه دم ۱۲- ابتدای قسمت شکمی ساقه دم ۱۳- انتهای خط جانبی

Figure 2. Locations of the 13 landmarks for constructing the truss network on *A. dispar*. 1. Tip of snout; 2. Center of eye; 3. Forehead (end of frontal bone); 4. End of operculum; 5. Dorsal origin of pectoral fin; 6. Origin of dorsal fin; 7. Origin of pelvic fin; 8. End of dorsal fin; 9. Origin of anal fin; 10. End of anal fin; 11. Dorsal side of caudal peduncle, at the nadir; 12. Ventral side of caudal peduncle, at the nadir; 13. End of lateral line.

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
 داده‌های استخراجی لندمارک‌ها نقاط مختصات X و Y هستند که ابتدا ۷۸ فاصله بین لندمارک‌ها استخراج شدند. پس از آن تراز کردن نمونه‌ها بر اساس روش پروکراست (generalized least squares orthogonal) انجام شد و پروکراست فواصل اندازه مرکز به دست آمد که اثر سایز، جهت و موقعیت در آن‌ها به‌طور کامل حذف شده است. سپس با استفاده از فاصله‌های اصلاح شده ریخت‌سنجی، اختلاف ریختی و تمایز ریختی بین نمونه‌های دو ایستگاه تحت آزمون تحلیل عاملی (PCA)، تحلیل تابع متمایزکننده (DFA) و آزمون کلاستر (CA) قرار گرفت. همچنین از آزمون Wilks' Lambda به‌منظور مقایسه تفاوت‌های مشاهده شده در گروه‌های مورد مطالعه استفاده شد. نتایج آزمون تحلیل عاملی به کمک رسم نمودار به‌منظور قرار دادن افراد در هر گروه مورد استفاده قرار گرفت. تمامی تجزیه و تحلیل‌های آماری و ترسیم در نرم‌افزارهای SPSS 16، Excel 2010 و Past انجام شد.

یافته‌ها

نمونه‌ها را بر روی صفحه‌ای قرار داده و باله پشتی و باله مخرجی را با پین به صفحه ثابت شد و با دوربین دیجیتال مارک (cybershot Dsc-F505, sony, Japan) و با فرمت jpg عکس برداری شد. عکس‌های ذخیره و برای آنالیز ارتباط بین نقاط نشانه‌گذاری شده از نرم‌افزار (TPS tg2) (Ver. 2.04; Rohlf 2005) استفاده شد. در شبکه تراس ۲۶ خط نشانه‌گذاری به هم مرتبط و شکل پایه بدن هر ماهی استخراج گردید (۷). اصلاح داده‌های خام ریختی به متغیر-هایی که مستقل از اندازه بدن بوده و تنها اختلاف شکل را نشان می‌دهند نخستین گام در تحلیل آماری داده‌های ریختی می‌باشد (۸). از آزمون واریانس تک متغیره (ANOVA) به‌منظور بررسی تفاوت معنی‌داری هر خصوصیت ریختی برای ماهیان دو ایستگاه استفاده شد (۹). استاندارد کردن داده‌های ریختی تغییرات ناشی از رشد آلومتریک را حذف می‌نماید (۱۰). به‌منظور حذف اندازه، داده‌های ریختی قبل از تحلیل به کمک فرمول یکم استاندارد شدند (۱۱).

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

M_t : مقادیر استاندارد شده صفات

M_0 : طول صفات مشاهده شده

تفاوت معناداری را بین جمعیت‌های ماهی آفانیوس در رودخانه‌های اهرم و دالکی نشان دادند ($P < 0.05$) (جدول ۲).

میانگین و انحراف معیار طول و وزن نمونه‌های آفانیوس صیدشده از دو ایستگاه اهرم و دالکی در جدول ۱ نشان داده شده است.

بر اساس آنالیز واریانس یک‌طرفه (One way ANOVA) و آزمون دانکن از بین ۷۸ فاصله ترانس آنالیز شده، ۴۲ فاصله

جدول ۱- داده‌های توصیفی (میانگین، انحراف معیار، حداقل و حداکثر طول (میلی‌متر) و وزن (گرم)) ماهیان آفانیوس در رودخانه‌های اهرم و دالکی.

Table 1. Descriptive data [mean \pm SD standard length (mm) and body weight (g)] of *A. dispar* from sulfur spring of Dalaki and Ahram region.

منطقه	تعداد	طول استاندارد		وزن بدن	
		حداقل-حداکثر	میانگین \pm انحراف استاندارد	حداقل-حداکثر	میانگین \pm انحراف استاندارد
اهرم	۳۰	۴۴-۲۵	۶/۰۸ \pm ۳۲/۹۳	۱/۵۶-۰/۲۱	۰/۳۸۱ \pm ۰/۰۶۷
دالکی	۳۰	۵۴-۲۶	۷/۳۲ \pm ۳۷/۷۳	۲/۷-۰/۳۳	۰/۶۰۵ \pm ۱/۰۷

جدول ۲- نتایج تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA) خصوصیات ریختی ماهیان آفانیوس در رودخانه‌های اهرم و دالکی.

Table 2. The results of ANOVA for morphometric measurements of *A. dispar* from Dalaki and Ahram rivers.

ارزش P عددی	ارزش F عددی	شاخص‌ها	ارزش P عددی	ارزش F عددی	شاخص‌ها	ارزش P عددی	ارزش F عددی	شاخص‌ها
۰/۴۶۳	۰/۵۵۰	۶-۹	۰/۳۲۲	۱/۰۰۹	۳-۷	۲۲۳	۱/۵۴۲	۱-۲
۰/۵۶۸	۰/۳۳۲	۶-۱۰	۰/۰۰۰	۲۳/۸۳۹	۳-۸	۰/۰۱۵	۶/۷۶۵	۱-۳
۰/۱۱۳	۲/۶۴۶	۶-۱۱	۰/۰۵۴	۳/۹۷۴	۳-۹	۰/۰۱۹	۵/۵۶۴	۱-۴
۰/۹۱۶	۰/۰۱۱	۶-۱۲	۰/۴۵۴	۰/۵۷۴	۳-۱۰	۱/۲۲۱	۱/۵۵۱	۱-۵
۰/۰۳۳	۴/۹۱۳	۶-۱۳	۰/۰۴۸	۴/۱۹۱	۳-۱۱	۰/۰۲۵	۵/۵۱۳	۱-۶
۰/۰۰۳	۱۰/۰۹۵	۷-۸	۰/۳۳۳	۰/۹۶۴	۳-۱۲	۰/۰۰۰	۲۲/۶۰۹	۱-۷
۰/۰۰۸	۸	۷-۹	۰/۷۶۲	۰/۰۹۳	۳-۱۳	۰/۰۱۲	۶/۳۰۹	۱-۸
۰/۴۲۱	۰/۶۶۴	۷-۱۰	۰/۰۰۲	۱۱/۲۲۶	۴-۵	۰/۰۲۰	۶/۶۴	۱-۹
۰/۰۱۱	۷/۱۷۵	۷-۱۱	۰/۵۳۵	۰/۳۹۳	۴-۶	۰/۲۰۹	۱/۶۳۵	۱-۱۰
۰/۶۲۸	۰/۲۳۹	۷-۱۲	۰/۰۰۰	۲۵/۷۸۸	۴-۷	۰/۰۲۷	۶/۷۶۶	۱-۱۱
۰/۰۰۷	۸/۲۷۷	۷-۱۳	۰/۰۴۲	۴/۴۷۱	۴-۸	۰/۰۴۵	۵/۹۵۴	۱-۱۲
۰/۰۰۷	۸/۳۲۲	۸-۹	۰/۰۱۴	۲/۲۵۹	۴-۹	۰/۰۴۵	۴/۳۰۷	۱-۱۳
۰/۰۱۶	۶/۳۵۴	۸-۱۰	۰/۱۷۹	۱/۸۷۸	۴-۱۰	۰/۰۴۱	۵/۳۶۴	۲-۳
۰/۰۴۳	۳/۳۵۳	۸-۱۱	۰/۳۳۰	۰/۹۷۵	۴-۱۱	۰/۰۴۲	۶/۱۱۰	۲-۴
۰/۰۲۵	۵/۴۹۴	۸-۱۲	۰/۴۳۴	۰/۶۷۲	۴-۱۲	۰/۰۳۸	۰/۰۲۸	۲-۵
۰/۵۸۳	۰/۳۰۶	۸-۱۳	۰/۰۳۶	۴/۷۴۱	۴-۱۳	۰/۰۲۲	۵/۷۴۲	۲-۶
۰/۰۱۶	۶/۳۹۰	۹-۱۰	۰/۰۰۲	۱۰/۸۲۷	۵-۶	۰/۱۰۸	۲/۷۱۴	۲-۷
۰/۹۰۳	۰/۰۱۵	۹-۱۱	۰/۰۰۰	۱۶/۸۹۷	۵-۷	۰/۰۰۰	۲۱/۰۱۳	۲-۸
۰/۰۱۹	۴/۳۳۰	۹-۱۲	۰/۰۱۴	۶/۴۷۸	۵-۸	۰/۶۸۵	۰/۱۶۷	۲-۹
۰/۰۲۰	۵/۹۸۸	۹-۱۳	۰/۳۵۲	۰/۸۸۸	۵-۹	۰/۳۰۴	۱/۰۸۸	۲-۱۰

۰/۰۳۲	۴/۵۰۹	۱۰-۱۱	۰/۳۱۸	۱/۰۲۸	۵-۱۰	۰/۰۵۷	۳/۸۸۳	۲-۱۱
۰/۲۴۱	۱/۴۲۰	۱۰-۱۲	۰/۱۹۵	۱/۷۴۳	۵-۱۱	۰/۰۵۵۵	۰/۳۵۴	۲-۱۲
۰/۰۴۰	۵/۴۲۲	۱۰-۱۳	۰/۱۷۹	۱/۸۸۴	۵-۱۲	۰/۹۱۱	۰/۰۱۳	۲-۱۳
۰/۰۰۰	۲۳/۰۹۶	۱۱-۱۲	۰/۰۳۱	۵/۹۷۶	۵-۱۳	۰/۰۸۵	۳/۱۳۳	۳-۴
۰/۳۱۱	۱/۰۵۷	۱۱-۱۳	۰/۱۳۸	۲/۳۰۶	۶-۷	۰/۰۶۸	۳/۵۳۴	۳-۵
۰/۰۰۰	۲۲/۸۵۸	۱۲-۱۳	۰/۱۵۸	۲/۰۸۱	۶-۸	۰/۰۰۴	۹/۶۳۹	۳-۶

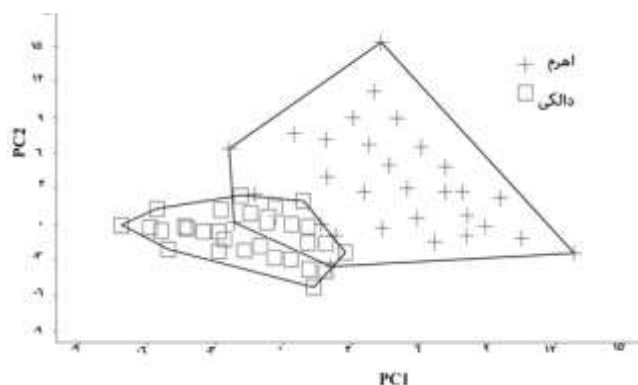
۱۰-۷، ۸-۹، ۸-۱۰، ۹-۱۳، ۱۰-۱۱، ۱۰-۱۳ دارای مقدار بزرگ‌تر نسبت به عامل اول در بین افراد دو جمعیت و فواصل ۱-۷، ۱-۱۰، ۱-۱۲، ۲-۶، ۲-۹، ۲-۱۰، ۲-۱۱، ۳-۸، ۳-۹، ۳-۱۱، ۳-۱۰، ۴-۷، ۴-۱۰، ۴-۱۲، ۴-۱۱، ۴-۱۰، ۵-۱۰، ۵-۸، ۵-۱۰، ۶-۱۰، ۶-۱۱، ۷-۸، ۷-۹، ۷-۱۱، ۷-۱۲، ۸-۱۱، ۹-۱۰، ۹-۱۱، ۹-۱۳ دارای مقدار بزرگ‌تر نسبت به عامل دوم بودند و بیش‌ترین اختلاف را بین دو جمعیت مورد مطالعه داشتند. مقادیر مؤلفه‌های ۱ و ۲ فواصل تراس که دارای بالاترین مقدار ویژه و درصد واریانس نسبی بودند در مقابل یکدیگر پلات شدند (شکل ۳).

ضریب KMO با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای صفات ریختی ۰/۶ به دست آمد که تناسب داده‌ها را برای تحلیل عاملی تأیید کرد. تجزیه و تحلیل عاملی برای صفات ریختی، ۱۲ عامل با مقادیر ویژه بزرگ‌تر از ۱ را انتخاب کرد که شامل ۹۶ درصد تنوع صفات بود. اولین فاکتور استخراجی ۲۶/۸۴ درصد واریانس و دومین فاکتور استخراجی ۱۶/۳۳ درصد واریانس را به خود اختصاص داد (جدول ۳). در این مطالعه فواصل ۱-۳، ۱-۴، ۱-۵، ۱-۸، ۱-۱۱، ۱-۱۲، ۱-۱۳، ۲-۳، ۲-۴، ۲-۷، ۳-۵، ۳-۶، ۳-۷، ۳-۹، ۳-۱۰، ۴-۶، ۴-۸، ۴-۱۰، ۴-۱۱، ۴-۱۲، ۵-۶، ۵-۸، ۵-۹، ۵-۱۱، ۵-۱۲، ۶-۱۲، ۷-۹، ۹.

جدول ۳- مقادیر ویژه و درصد واریانس خصوصیات ریختی ماهیان آفانیوس در رودخانه‌های اهرم و دالکی.

Table 3. Eigenvalues, percentage of variance explained for morphometric measurements for *A. dispar* from sampling stations.

مقادیر ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی
۲۰/۹۳	۲۶/۸۴	۲۶/۸۴
۱۲/۷۴	۱۶/۳۳	۴۳/۱۷
۹/۸۷	۱۲/۶۵	۵۵/۸۳
۷/۸۳	۱۰/۰۴	۶۵/۸۷
۵/۳۸	۶/۹۰	۷۲/۷۸
۴/۳۲	۵/۵۴	۷۸/۳۲
۴/۰۴	۵/۱۸	۸۳/۵۱
۳/۰۳	۳/۸۹	۸۷/۴۰
۲/۳۴	۳	۹۰/۴۰
۱/۸۸	۲/۴۱	۹۲/۸۲
۱/۴۳	۱/۸۴	۹۴/۶۶
۱/۰۵	۱/۳۴	۹۶



شکل ۳- پراکنش افراد بر اساس عوامل استخراجی اول و دوم صفات ریختی ماهیان آفانیوس در رودخانه‌های اهرم و دالکی.

Figure 3. Plot of the factor scores for PC1 and PC2 of all morphometric measurements for *A. dispar* from sampling stations.

که این دلالت بر جدایی کامل نمونه‌های دو ایستگاه بر اساس این آزمون دارد که این تفکیک تقریباً در اکثر خصوصیات ریختی ماهیان قابل مشاهده است (جدول ۵). دندروگرام حاصل از صفات ریخت سنجی بر اساس فاصله اقلیدسی نشان داد که جمعیت‌های رودخانه اهرم و دالکی از لحاظ خصوصیات ریختی از یکدیگر متمایز شده‌اند (شکل ۴).

سپس فواصل تراس با استفاده از تحلیل تابع متمایزکننده مورد بررسی قرار گرفت. در نتایج آنالیز تابع متمایزکننده آزمون Wilk's lambda معنادار بود ($P < 0.05$) (جدول ۴) و گروه‌بندی افراد بر اساس نتایج آنالیز تابع متمایزکننده نشان داد که به‌طور میانگین در مورد صفات ریختی به میزان ۸۶/۵ درصد گروه‌بندی جمعیت دو ایستگاه مورد مطالعه انجام گرفته

جدول ۴- نتایج آزمون Wilk's lambda به منظور بیان اختلاف صفات میان دو جمعیت.

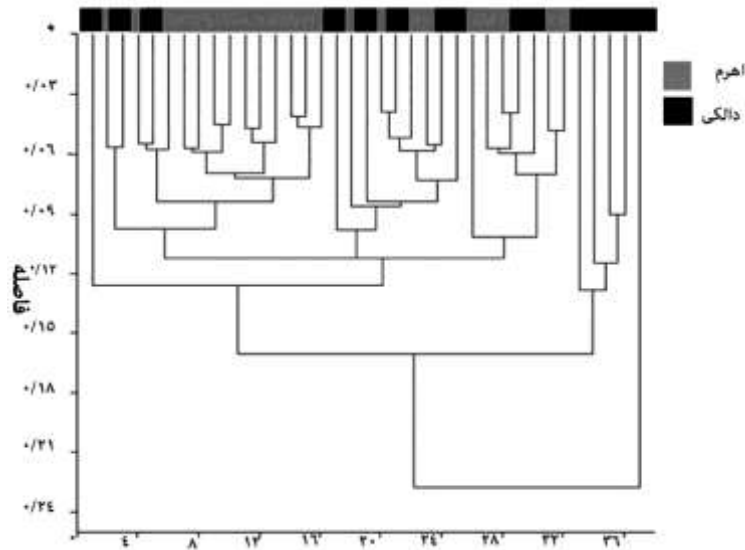
Table 4. Results of Wilks lambda test for verifying differences between populations of *A. dispar*

معنی‌داری	درجه آزادی	مقدار مربع کای	Wilks' lambda	آزمون توابع
۰/۰۰۰	۳	۲۸/۵۸۳	۰/۴۲۶	۱

جدول ۵- گروه‌بندی افراد بر اساس نتایج آزمون تابع متمایزکننده خصوصیات ریختی ماهیان آفانیوس در رودخانه‌های اهرم و دالکی

Table 5. Percentage of specimens classified in each group and after cross-validation for morphometric data.

اصلی	شمارش	پیش‌بینی عضویت در گروه			کل
		ایستگاه	اهرم	دالکی	
		اهرم	۱۷	۴	
	دالکی	۱	۱۵	۱۶	
	%	اهرم	۸۱/۰۱	۱۹	۱۰۰
		دالکی	۶/۲	۹۳/۸	۱۰۰



شکل ۴- دندروگرام UPGMA صفات ریختی بر اساس فاصله اقلیدسی ماهیان آفانیوس در رودخانه‌های اهرم و دالکی.
Figure 4. Dendrogram derived from cluster analyses of morphometric measurements on the basis of Euclidean distance for *A. dispar* from sampling stations.

آن رخ دهد (۱۵). بنابراین با توجه به اینکه صفات ریختی بیش‌تر تحت تأثیر شرایط اکولوژیک بوده و به‌صورت بارزتری تفاوت‌های زیستگاهی و اختلاف فنوتیپی در سطح جمعیت را نشان می‌دهند.

ظاهراً شرایط مختلف محیطی می‌تواند باعث افزایش تفاوت‌های ژنتیکی و ایجاد ساختار درون جمعیتی شود (۱۷ و ۱۸). جمعیت‌های مورد مطالعه در اکوسیستم‌های متفاوت در چشمه‌های گوگردی دو منطقه نشان می‌دهد که تفاوت‌های تعیین‌شده نتیجه تفاوت‌های محیط زیستی و شرایط زیستگاه همچون کدورت، میزان غذای در دسترس، عمق آب و جریان آب است. البته برای تأیید این فرضیه نیاز به مطالعات بیش‌تر در مناطق مختلف و همچنین بررسی اختلاف ژنتیکی برای پی بردن به وجه تمایزات و اشتراکات این‌گونه در مناطق مورد مطالعه دارد. در نتیجه این مطالعه نشان می‌دهد که جمعیت‌های مختلفی از نظر ریخت‌شناسی در دو منطقه مورد مطالعه وجود دارد. جمعیت‌های مورد مطالعه را می‌توان با اختلاف ریخت‌شناسی به‌خصوص در پیش‌مخرجی، ارتفاع بدن، فاصله باله سینه‌ای نسبت به باله شکمی، فاصله باله شکمی

تجزیه و تحلیل چند متغیره از ویژگی‌های ریخت‌شناسی طبقه‌بندی‌شده از دو جمعیت مجزای ماهی آفانیوس در دو چشمه گوگردی انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که از لحاظ ریخت‌شناسی دو جمعیت مجزا از *A. dispar* در چشمه‌های دالکی و اهرم وجود دارد. تفاوت در خصوصیت‌های ریخت‌شناسی جمعیت‌های مختلف ناشی از شرایط محیط-زیستی است. تفاوت ریخت‌شناسی منحصراً مربوط به شکل بدن است و اندازه هیچ تأثیری ندارد. اگر صفات مربوط به اندازه و سایز نقش غالبی را در تجزیه و تحلیل‌ها داشته باشد احتمالاً نتایج به‌دست‌آمده با خطا روبرو می‌شود بنابراین صفات مربوط به سایز از داده‌های ما حذف می‌شود (۱۲ و ۱۳ و ۱۴).

نتیجه‌گیری و بحث

توضیح علل به وجود آمدن تفاوت‌های ریختی میان جمعیت‌ها دشوار است (۱۵) ویژگی‌های محیطی در دوران اولیه تکامل ماهی غالب بوده و افراد نسبت به شرایط محیطی حساسیت بیش‌تری دارند و معمولاً ماهیانی که در دوران اولیه زندگی دارای شرایط محیطی مشابه از لحاظ ریختی هستند وضعیت مشابهی دارند (۱۶). از سوی دیگر هنگامی که ماهی در شرایط محیطی جدیدی قرار می‌گیرد ممکن است تغییرات ریختی در

- (Sistan-o-Balochestan Province). Iran. J. Fish. Sci., 11: 35-62. (In Persian).
5. Shadi, A., Dehghan, Mediseh, S., kouchanian, P., Gandomi, Y., 2011. Length-Weight relationships for 6 Fish Species from Khuzestan (North of Persian Gulf), Iran. W. J. Fish Mar. Sci., 3(2): 129-131. (In Persian).
 6. 6-Abdoli, A., Kiabi, B., Mostafavi, H., Mousavi, B., 2010. Atlas of the wildlife (vertebrates) of Bushehr Provmnce, Iran. Ma'aref Publication, pp. 227. (In Persian).
 7. Cardin, S.X., Friedland, K.D., 1999. The utility of image processing techniques for morphometric analysis and stock identification. Fisheries Research 43: 129–139. (In Persian).
 8. Turan, C., 1999. A note on the examination of morphometric differentiation among fish populations: the truss system. Turkish Journal of Zoology 23: 259–263. (In Persian).
 9. Zar, J.H., 1984. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA. (In Persian).
 10. Kocovsky, P.M., Adams, J.V., 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. (In Persian).
 11. Beacham, T.D., 1985. Variation and morphometric variation in Pink Salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) in Southern British Columbia and Puget Sound. Canadian Journal of Zoology, 2: 366-372. (In Persian).
 12. Bookstein, F.L., 1991. Morphometric tools for landmark data. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 435. (In Persian).

نسبت به باله مخرجی، طول ساقه دم، طول سر، پیش شکمی، طول پشتی و پیش چشمی از هم متمایز کرد (شکل ۵).



شکل ۵: عکس ماهی نر در چشمه گوگردی دالکی (بالا)، اهرم (پایین).

Figure 5. photos of males in sulfur springs from Dalaki (top) and Ahram (below)

جدایی جغرافیایی می‌تواند بر روی الگوی رشد و تولیدمثلی گونه‌های ماهی تأثیرگذار باشد. مهم‌ترین فاکتورهایی که تفاوت‌های ریخت‌شناسی را ایجاد می‌کنند. برای گونه‌های ماهیان به‌خوبی شناخته‌شده است (۱۹).

Reference

1. Bektas, Y., Belduz, A.O., 2009. Morphological variation among Atlantic horse mackerel, *Trachurus trachurus* populations from Turkish coastal waters. Journal of Animal and Veterinary Advances, 8: 511-7. (In Persian).
2. Bookstein, F.L., 1991. Morphometric tools for landmark data. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 435. (In Persian).
3. Al-Daham, N.K., Huq, M.F., Sharma, K.P., 1977. Notes on the ecology of fishes of genus *Aphanius* and *Gambusia affinis* in Southern Iraq. Freshwater Biology, 7: 245–251. (In Persian).
4. Hosseini, S.A., 2002. Some biological aspects of *Thunnus albacres* and *Katsuwonus pelamis* in Oman Sea

17. Eschmeyer, W.N., Fong, J.D., 2011. Animal biodiversity: An outline of higher level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148: 26-38. (In Persian).
18. Heidari, A., Mousavi-Sabet, H., Khoshkholgh, M., Esmaeili, 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. (In Persian).
19. Yamamoto, S., Maekawa, K., Tamate, T., Koizumi, I., Hasegawa, K., Kubota, H., 2006. Genetic evaluation of translocation in artificially isolated populations of white-spotted Charr (*Salvelinus leucomaenis*). *Fisheries Research*, 78: 352-3
13. Buj, I., Podnar, M., Mrakovcic, M., Caleta, M., Mustafic, P., Zanella, D., 2008. Morphological and genetic diversity of *Sabanejewia balcanica* in Croatia. *Folia Zoolgica*, 57: 100-10. (In Persian).
14. Torres, R.G.A., Gonzalez, P.S., Pena S.E., 2010. Anatomical, histological and ultrastructural description of the gills and liver of the Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *International Journal of Morphology*, 28: 703-12. (In Persian).
15. Poulet N., Berrebi P., Crivellilek S., Argilier C., 2004. Genetic and morphometric variations in the pikeperch (*Sander lucioperca* L.) of a fragmented delta. *Archivfu'r Hydrobiologie*, 159: 531-554. (In Persian).
16. Pinheiro, A., Teixeira, C.M., Rego A.L., Marques J.F., Cabral H.N., 2005. Genetic and morphological variation of *Solea lascaris* (Risso, 1810) along the Portuguese coast. *Fisheries Research*, 73:67-78. (In Persian).