دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی"
دوره هفتم، شماره اول، بهار ۹۸
http://jair.gonbad.ac.ir

"یافته علمی کوتاه"

مقایسه تفاوت‌های ریختی دو جمعیت گاوماهی دریاچه‌ای *Rhinogobius similis* Gill, 1859 در حوضه آبریز هریرود با استفاده از سیستم تراس

عادله حیدری[*1]، مسعود ستاری[2]، حامد موسوی ثابت[3]، محمدصادق علوی یگانه[4]

[1]دانشجو دکتری شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران
[2]استاد، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران
[3]دانشیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران
[4]استادیار، گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

تاریخ ارسال: ۹۶/۷/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۵

چکیده

شناخت شاخص‌های زیست‌شناسی ماهیان در برنامه‌ریزی‌های حفاظت از زیست‌بوم اهمیت بسزایی دارد. این مطالعه به منظور مقایسه تفاوت‌های ریختی گاوماهی دریاچه‌ای (*R. similis*) در دو ایستگاه از حوضه آبریز هریرود با استفاده از سیستم شبکه‌ای تراس به اجرا درآمد. در مجموع ۶۰ قطعه ماهی (۳۰ قطعه از ایستگاه پل خاتون و ۳۰ قطعه از ایستگاه سد تفریحگاه) توسط الکتروشوکر با ولتاژ ۲۲۰ ولت صید گردید. ۱۵ نقطه روی بدن ماهیان انتخاب شد و ۱۰۵ فاصله بین این نقاط روی سمت چپ بدن آنها اندازه‌گیری شد. اختلافات ریختی ماهیان تحت آزمون تحلیل عاملی و تابع متمایزکننده قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمون تحلیل عاملی نشان داد که گاوماهیان دو ایستگاه در ۱۵ مؤلفه اصلی صفات ریختی از یکدیگر متمایز شده‌اند. نتایج تحلیل تابع تشخیص مشخص نمود که گروه‌بندی ریختی افراد به میزان ۱۰۰٪ صورت گرفته است. صفاتی که بیش‌ترین تاثیر را در تفکیک دو جمعیت مورد مطالعه داشت شامل شکل سر، قطر چشم، طول پیش پشتی، طول پیش شکمی و طول پیش مخرجی بود.

واژه‌های کلیدی: ***R. similis*، تحلیل تابع متمایزکننده، حوضه آبریز هریرود، صفات ریختی**

[*] نویسنده مسئول: adeleheidari14@yahoo.com

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

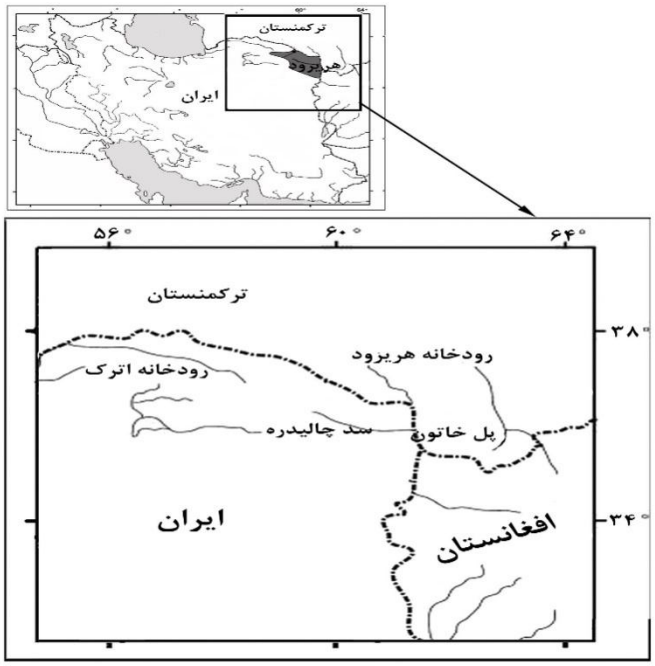
ایران به‌دلیل واقع شدن در محل تلاقی سه ابر بومگاه پالئارکتیک، اورینتال و اتیوپین، به‌عنوان یکی از ۳۰ لکه داغ تنوع زیستی جهان مطرح می‌باشد (Ghanavi *et al*., 2016; Coad, 2018). چرا که تبادلات گیاهی و جانوری در بین این سه ابربومگاه به محوریت ایران باعث شده تنوع گونه‌ای موجودات در این منطقه به شکل چشم‌گیری بالا باشد. ماهیان نیز از این قاعده مستثنی نبوده و تنوع بالایی را در آبهای داخلی ایران دارند و گواه این امر وجود حداقل ۲۵۷ گونه ماهی است که از این تعداد بیش از ۷۰ گونه بومزاد کشور ایران می‌باشند (Jouladeh-Roudbar *et al*., 2014). گونه‌های بی‌شماری از ماهیان غیربومی توسط انسان با اهداف مختلفی نظیر آبزی‌پروری، صید ورزشی، کنترل مالاریا و ... به آبهای داخلی معرفی شده است که به‌عنوان یک تهدید جدی برای ماهیان بومی شناخته می‌شوند (Dudgeon *et al*., 2006). خانواده گاوماهیان Gobiidae دارای حداقل ۲۴ گونه تأیید شده در ایران است (Jouladeh-Roudbar *et al*., 2014). از جمله اعضای این خانواده، گونه گاوماهی دریاچه‌ای *Rhinogobius similis* Gill, 1859 می‌باشد که برای نخستین بار در ایران از حوضه رودخانه هریرود (Coad and Abdoli, 2000)، سپس تالاب انزلی (Coad, 2018) و بعد از آن از حوضه دریاچه ارومیه (Ghasemi *et al*., 2015; Eagderi and Moradi, 2017) گزارش شده است. این گونه به‌عنوان تنها گونه گاوماهی مهاجم آبهای داخلی معرفی شده است هرچند که واسیلوا (Vasil'eva, 2007) خاطر نشان کرد که گونه جنس *Rhinogobius* معرفی شده به آسیای مرکزی یک گونه چینی (*R. cheni*- Nichdas, 1931) از رودخانه یانگ می‌باشد و بیان داشت که گونه معرفی شده به ایران نیز باید احتمالاً همین گونه باشد. بنابراین این احتمال وجود دارد که نمونه‌های ایرانی گاوماهی دریاچه‌ای از حوضه رودخانه آمور منشا گرفته باشد (Coad, 2018).

ماهیان نسبت به سایر مهره‌داران بیشتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرند که این امر منجر به تغییرات درون و بین گونه‌ای بین آنها می‌شود (Cetkovic and Stamenkovic, 1996). باتوجه به شرایط بوم‌شناختی متفاوت حاکم بر اکوسیستم آب شیرین ایران و با نظر به این مسئله که گاوماهیان، ماهیان کم‌تحرکی هستند (Polačik *et al*., 2012)، انتظار می‌رود تفاوت‌های ریختی در میان گاوماهیان دریاچه‌ای میان مناطق مختلف دیده شود. مطالعه ویژگی‌های ریخت‌شناسی از پیشینه طولانی در دانش زیست‌شناسی ماهی برخوردار است. بنابراین با مطالعه صفات قابل اندازه‌گیری هر یک از ماهیان و به‌کارگیری روش‌های آماری می‌توان تعدادی از صفات ریختی شاخص یک جمعیت را به دست آورد (Turan *et al*., 2006; Heidari *et al*., 2013a; Heidari *et al*., 2013b; Paknejad *et al*; 2014).

در گذشته بررسی‌های ریختی براساس یکسری اندازه‌گیری‌ها سنتی حول محور بدن و سر بود. باتوجه به محدودیت و ضعف اندازه‌گیری‌های قدیمی سیستم جدید اندازه‌گیری ریختی توسط استراس و بوکستین (Strauss and Bookstein, 1982) به نام سیستم شبکه تراس در تعیین تنوع با استفاده از

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

صفات مورفومتریکی وارد شد (Turan, 1999). این سیستم شامل مجموعه منظمی از فواصل بوده که این فواصل بین یک‌سری نقاط از پیش طراحی شده که به آنها نقاط لندمارک می‌گویند، دور تا دور بدن اندازه گیری می‌گردد و بدن را به واحدهای کاری تقسیم می‌کند (Turan, 1999; Heidari *et al*., 2013b). باتوجه به تحرک کم گاوماهی دریاچه‌ای انتظار می‌رود به واسطه فواصل جغرافیایی قابل توجه، مهاجرت بین منطقه‌ای بین آنها محدود بوده و در هر منطقه با شرایط محیطی متفاوتی مواجه شوند. معمولاً خصوصیات ریختی مانند صفات قابل اندازه‌گیری به‌عنوان صفات کمی، به‌ویژه در ماهیان متفاوت بوده و بسته به ماهیت صفت مورد مطالعه، انتظار می‌رود مقادیر متفاوتی از پاسخ به شرایط محیطی و در نتیجه تفاوت‌های ریختی در بین گاوماهیان مناطق مورد بررسی مشاهده شود. برای اثبات فرضیه این تحقیق از سیستم شبکه‌ای تراس به‌منظور بررسی ریخت‌شناسی گاوماهی دریاچه‌ای در دو منطقه از حوضه آبریز هریرود استفاده شد.



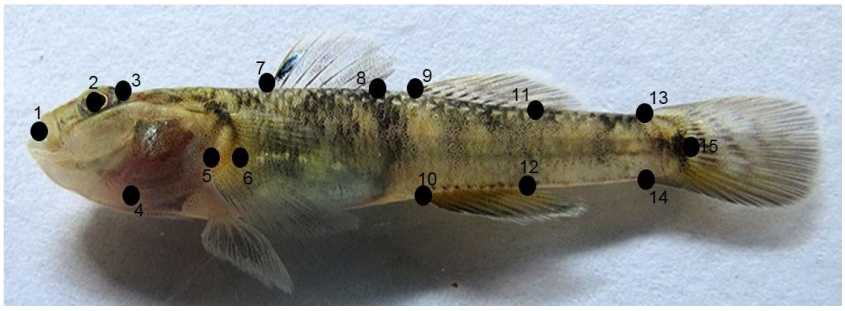
شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری گاوماهی دریاچه‌ای (*R. similis*)

در این تحقیق تعداد ۶۰ قطعه گاوماهی دریاچه‌ای از دو ایستگاه در حوضه آبریز هریرود، شامل ۳۰ عدد از ایستگاه پل خاتون دارای موقعیت جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۹ دقیقه و ۱۰ ثانیه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۲۱ دقیقه و ۷ ثانیه طول شرقی و ۳۰ عدد از ایستگاه سد چالیدره دارای موقعیت

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۷ دقیقه و ۵۳ ثانیه عرض شمالی و ۵۹ درجه و ۷ دقیقه و ۱۱ ثانیه طول شرقی به وسیله الکتروشوکر ۲۲۰ ولت در تیرماه ۱۳۹۵ صید گردید (شکل ۱). برخی از فاکتورهای محیطی دو ایستگاه شامل دما، سرعت جریان آب، جنس بستر و شیب در جدول ۱ آورده شده است. نمونه‌ها بلافاصله پس از صید در فرمالین ۱۰٪ تثبیت و برای انجام مطالعات بعدی به آزمایشگاه ماهی‌شناسی دانشگاه گیلان منتقل شدند.

در این مطالعه جهت بررسی ریخت‌شناسی گاوماهیان دو ایستگاه از سیستم شبکه‌ای تراس استفاده شد. ۱۵ نقطه روی بدن ماهی انتخاب شد. نقاطی که از لحاظ زیستی تعریف مشخصی برای آنها وجود دارد. سپس با استفاده از دوربین ۸ مگاپیکسل، از فاصله ۱۵ سانتی‌متر از تمام نمونه‌ها و در شرایط یکسان عکس‌برداری و عکس‌ها به محیط نرم‌افزار TPS Dig, version 2.04 منتقل و سپس لندمارک-گذاری شدند (Rohlf, 2005). پس از آن ۱۰۵ فاصله بین این نقاط بر روی سمت چپ بدن براساس فرمول اقلیدسی در محیط نرم‌افزار PAST, version 2.6 اندازه‌گیری شدند. این نقاط به‌ترتیب شامل قدامی‌ترین بخش پوزه روی آرواره بالایی، وسط چشم، انتهای فرا پس‌سری، محل اتصال ترقوه‌ها در زیر سر، انتهای سرپوش آبششی، ابتدای باله سینه‌ای، ابتدای باله پشتی اول، انتهای باله پشتی اول، ابتدای باله پشتی دوم، ابتدای باله مخرجی، انتهای باله پشتی دوم، انتهای باله مخرجی، ابتدای بخش بالایی باله دمی، ابتدای بخش پایینی باله دمی و انتهای ستون فقرات در انتهای محل اتصال مهره به دم هستند (شکل ۲).



شکل ۲- نمایش نقاط انتخاب‌شده روی بدن گاوماهی دریاچه‌ای (*R. similis*) جهت اندازه‌گیری فواصل در سیستم شبکه‌ای تراس ۱: قدامی‌ترین بخش پوزه روی آرواره بالایی ۲: وسط چشم ۳: انتهای فرا پس‌سری ۴: محل اتصال ترقوه‌ها در زیر سر ۵: انتهای سرپوش آبششی ۶: ابتدای باله سینه‌ای ۷: ابتدای باله پشتی اول ۸: انتهای باله پشتی اول ۹: ابتدای باله پشتی دوم ۱۰: ابتدای باله مخرجی ۱۱: انتهای باله پشتی دوم ۱۲: انتهای باله مخرجی ۱۳: ابتدای بخش بالایی باله دمی ۱۴: ابتدای بخش پایینی باله دمی ۱۵: انتهای ستون فقرات در انتهای محل اتصال مهره به دم.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

جدول ۱- برخی فاکتورهای محیطی دو ایستگاه نمونه‌برداری گاوماهی دریاچه‌ای (*R. similis*) شامل پل‌خاتون و سد چالیدره از حوضه هریرود

ایستگاه	دما	سرعت جریان آب	جنس بستر	شیب
پل خاتون	۱۱/۰۷ درجه سانتی‌گراد	۵/۱۱ مترمکعب بر ثانیه	شنی-سنگی	۷/۸ درصد
سد چالیدره	۱۴/۰۱ درجه سانتی‌گراد	۲/۶۸ مترمکعب بر ثانیه	شنی-گلی	۲/۰۱ درصد

به‌منظور حذف رشد آلومتریک جهت اصلاح داده‌های خام ریختی، استاندارد کردن داده‌های ریختی قبل از تحلیل به کمک فرمول بکام صورت گرفت (Turan, 1999).

داده‌های استخراجی لندمارک‌ها نقاط مختصات X و Y هستند که ابتدا ۱۰۵ فاصله بین لندمارک‌ها استخراج شدند. پس از آن تراز کردن نمونه‌ها بر اساس روش پروکراست (Generalized Least Squares Orthogonal) انجام شد (Rohlf, 1990). پروکراست فواصل اندازه مرکز به‌دست آمد که اثر سایز، جهت و موقعیت در آنها به‌طور کامل حذف شده است. سپس با استفاده از فاصله‌های اصلاح شده ریخت‌سنجی، اختلاف ریختی بین نمونه‌های دو ایستگاه تحت آزمون تحلیل عاملی و تحلیل تابع متمایزکننده قرار گرفت. 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 ترسیمی در نرم‌افزارهای SPSS-16، Excel-2010 و past انجام شد.

در مجموع از گاوماهیان جمع‌آوری شده از دو ایستگاه حوضه هریرود، گونه *Rhinogobius similis*، با استفاده از کلیدهای شناسایی سایت کد (Coad, 2018) و سایت www.Fishbase.com مورد شناسایی قرار گرفت. آمارهای توصیفی (شامل متغیرهای وابسته به طول و وزن) گاوماهیان ایستگاههای مورد مطالعه در حوضه هریرود در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- خصوصیات زیست‌سنجی گاوماهی دریاچه‌ای (*R. similis*) دو ایستگاه پل خاتون و سد چالیدره از حوضه هریرود

ایستگاه	طول استاندارد			وزن
	انحراف‌معیار± میانگین	حداکثر - حداقل	انحراف‌معیار± میانگین	حداکثر - حداقل
سد چالیدره (حوضه هریرود)	۶۰/۵۱±۲۱/۵۵	۳/۱۹-۳/۵۳	۱۰۹/۴۳±۱۹/۵	۰/۸۳-۱/۰۴
پل خاتون (حوضه هریرود)	۱۸/۵۶±۷/۳۸	۳/۱۸-۳/۵۵	۳۴/۳۱±۶/۶۳	۰/۹۳-۱/۰۸

براساس آنالیز واریانس یک‌طرفه (One way ANOVA) و تست دانکن از بین ۱۰۵ فاصله تراس آنالیز شده ۷۴ فاصله، تفاوت معناداری را بین جمعیت‌های گاوماهی دریاچه‌ای نشان داد ($P<0.05$):

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

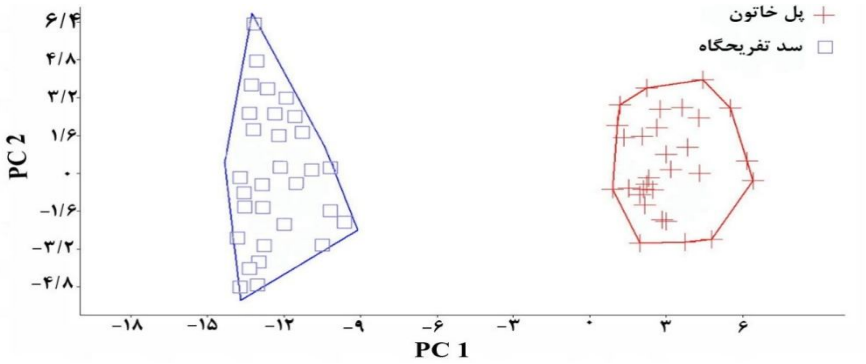
۳-۱، ۴-۱، ۵-۱، ۶-۱، ۷-۱، ۸-۱، ۹-۱، ۱۱-۱، ۱۲-۱، ۱۳-۱، ۱۴-۱، ۳-۲، ۴-۲، ۵-۲، ۶-۲، ۷-۲، ۸-۲، ۹-۲، ۱۱-۲، ۱۳-۲، ۱۴-۲، ۱۵-۲، ۴-۳، ۵-۳، ۶-۳، ۸-۳، ۹-۳، ۱۰-۳، ۱۱-۳، ۱۲-۳، ۱۳-۳، ۱۴-۳، ۱۵-۳، ۵-۴، ۶-۴، ۸-۴، ۱۰-۴، ۱۲-۴، ۱۵-۴، ۶-۵، ۷-۵، ۸-۵، ۹-۵، ۱۰-۵، ۱۱-۵، ۱۲-۵، ۱۳-۵، ۱۴-۵، ۱۵-۵، ۷-۶، ۸-۶، ۹-۶، ۱۰-۶، ۱۱-۶، ۱۲-۶، ۱۳-۶، ۱۴-۶، ۱۵-۶، ۸-۷، ۹-۷، ۱۰-۷، ۱۱-۷، ۱۲-۷، ۱۳-۷، ۱۴-۷، ۱۵-۷، ۱۰-۸، ۱۱-۸، ۱۲-۸، ۱۴-۸، ۱۵-۸، ۱۲-۱۱، ۱۳-۱۱ و ۱۵-۱۲.

ضریب KMO با استفاده از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای صفات ریختی ۰/۶ به‌دست آمد که تناسب داده‌ها را برای تحلیل عاملی تأیید کرد. تجزیه و تحلیل عاملی برای صفات ریختی، ۱۵ عامل با مقادیر ویژه بزرگتر از ۱ را انتخاب کرد که شامل ۹۶/۳۵ درصد تنوع صفات بود. اولین فاکتور استخراجی ۳۳/۴۳ درصد واریانس و دومین فاکتور استخراجی ۱۸/۳۴ درصد واریانس را به‌خود اختصاص داد (جدول ۳). مقادیر مؤلفه‌های ۱ و ۲ فواصل تراس که دارای بالاترین مقدار ویژه و درصد واریانس نسبی بودند در مقابل یکدیگر پلات شدند (شکل۳).

جدول ۳- مقادیر ویژه و درصد واریانس خصوصیات ریختی دو جمعیت گاوماهی دریاچه‌ای (*R. similis*) در حوضه آبریز هریرود

فاکتور	مقادیر ویژه	درصد واریانس	درصد تجمعی واریانس
۱	۳۵/۱۰۰	۳۳/۴۲۹	۳۳/۴۲۹
۲	۱۹/۲۶۱	۱۸/۳۴۴	۵۱/۷۷۳
۳	۱۲/۳۱۳	۱۱/۷۲۷	۶۳/۴۹۹
۴	۷/۸۷۱	۷/۴۹۶	۷۰/۹۹۶
۵	۵/۰۰۴	۴/۷۶۶	۷۵/۷۶۱
۶	۴/۱۶۲	۳/۹۶۴	۷۹/۷۲۵
۷	۳/۰۸۲	۲/۹۳۵	۸۲/۶۶۱
۸	۲/۷۰۹	۲/۵۸۰	۸۵/۲۴۱
۹	۲/۵۵۴	۲/۴۳۳	۸۷/۶۷۴
۱۰	۲/۰۷۷	۱/۹۷۸	۸۹/۵۶۲
۱۱	۱/۸۴۴	۱/۷۵۶	۹۱/۴۰۸
۱۲	۱/۴۷۶	۱/۴۰۶	۹۲/۸۱۴
۱۳	۱/۳۹۵	۱/۳۲۸	۹۴/۱۴۲
۱۴	۱/۲۱۵	۱/۱۵۷	۹۵/۳۰۰
۱۵	۱/۱۰۳	۱/۰۵۱	۹۶/۳۵۰

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]



شکل ۳- پراکنش افراد بر اساس عوامل استخراجی اول و دوم صفات ریختی گاوماهی دریاچه‌ای (*R. similis*) در حوضه آبریز هریرود

سپس فواصل تراس با استفاده از تحلیل تابع متمایز کننده مورد بررسی قرار گرفت. در نتایج آنالیز تابع متمایزکننده آزمون Wilk's lambda معنادار بود ($P<0.05$) (جدول ۴). گروه‌بندی افراد بر اساس نتایج آنالیز تابع متمایزکننده نشان داد که به طور میانگین در مورد صفات ریختی به میزان ۱۰۰٪ گروه‌بندی دو جمعیت گاوماهی دریاچه‌ای انجام گرفته که این دلالت بر جدایی کامل گاوماهیان دو ایستگاه بر اساس این آزمون دارد که این تفکیک تقریبا در اکثر خصوصیات ریختی بین آنها قابل مشاهده است (جداول ۴و ۵).

جدول ۴- گروه‌بندی افراد بر اساس نتایج آزمون تابع متمایزکننده خصوصیات ریختی دو جمعیت گاوماهی دریاچه‌ای (*R. similis*) در حوضه آبریز هریرود

Test of Function	Wilks' Lambda	Chi square	df	Sig
۱	۰/۰۳۴	۲۱/۹۶۸	۳	۰/۰۰۰

جدول ۵- گروه‌بندی افراد بر اساس نتایج آزمون تابع متمایزکننده خصوصیات ریختی دو جمعیت گاوماهی (*R. similis*) دریاچه‌ای در حوضه آبریز هریرود

منطقه	گاوماهی دریاچه‌ای پل خاتون	گاوماهی دریاچه‌ای سد چالیدره	کل ماهیان
اصلی			
پل خاتون	۱۰۰/۰	۰/۰	۱۰۰/۰
سد تفریحگاه	۰/۰	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰
قانون متقاطع			
پل خاتون	۱۰۰/۰	۰/۰	۱۰۰/۰
سد تفریحگاه	۰/۰	۱۰۰/۰	۱۰۰/۰

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

تحقیق حاضر نشان داد که دو جمعیت گاوماهی دریاچه‌ای در حوضه آبریز هریرود دارای خصوصیات ریختی متفاوت می‌باشند. تغییرات ریخت‌سنجی در پاسخ به شرایط محیطی نسبت به تغییرات ژنتیکی سریع‌تر ایجاد شده و به‌صورت چندژنی کنترل می‌شود و در پاسخ به روابط صفتی بین ژن‌ها بوجود می‌آید. این موضوع سبب افزایش بقا می‌گردد که اصطلاحاً سازگاری گفته می‌شود. ریخت‌شناسی معمولا در پاسخ به شرایط زیستگاهی قابل تغییر بوده و اطلاعات مفیدی را در بررسی زیست‌شناختی گونه‌ها فراهم می‌نماید (Cetkovic and Stamenkovic, 1996). در اکثر موارد تغییرات ریختی به‌عنوان ریخت‌شناسی جمعیت در نظر گرفته می‌شود، زیرا انتظار می‌رود نمونه‌هایی که در شرایط مختلف محیطی و تنوع ژنتیکی رشد و نمو دارند، فنوتیپ‌های متنوعی را در سطح جمعیت از خود بروز دهند (Karakousis *et al*., 1991; Cetkovic and Stamenkovic, 1996). فاصله جغرافیایی می‌تواند به‌عنوان عاملی مهم در جدایی جمعیت‌ها عنوان شود، به‌عنوان مثال توران و همکاران (Turan *et al*., 2004) نشان دادند که ماهیان آنچوی ساکن در دریای سیاه، اژه و مدیترانه به‌علت فاصله زیاد از هم و عدم ارتباط، جمعیت‌های مجزایی را تشکیل داده‌اند. مطالعه روی ماهیان سوف حاجی طرخان در دریاچه Erie براساس سیستم تراس و نشانگرهای ژنتیکی، نشان داد که علی‌رغم حضور این ماهیان در یک اکوسیستم، جمعیت‌های متعدد تولید مثلی در فواصل جغرافیایی کم دیده می‌شوند که عواملی از جمله شرایط لیمنولوژی و وجود سد بر این جدایی تأثیر دارند (Kocovsky *et al*., 2013).

گاوماهیان از جمله ماهیانی هستند که قابلیت تحرک کمی دارند و به شدت وابسته به بستر هستند به‌طوری‌که قادر به عوض کردن شیوه زندگی بین محیط‌های پلاژیک و بنتیک نیستند (Robinson and Parsons, 2002). پس حتی اگر موانع فیزیکی بر سر راه جمعیت‌های آنها وجود نداشته باشد، احتمال وجود جمعیت‌های متفاوت در مناطق نمونه‌برداری متفاوت، دور از انتظار نیست.

گروه‌بندی جمعیت‌های دو ایستگاه براساس آنالیز تابع متمایزکننده در مورد فواصل تراس در سطح بالایی (۱۰۰٪) صورت گرفت و می‌توان ادعا نمود گاوماهیان دو ایستگاه مورد مطالعه تا حد زیادی از هم تفکیک شدند. در تفکیک خصوصیات ریختی به روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی، صفاتی که دارای ضرایب عاملی بزرگتر از ۰/۷ باشند در تفکیک خصوصیات ریختی مؤثرتر می‌باشند (Karakousis *et al*., 1991; Paknejad *et al*., 2014, Heidari *et al*., 2014). در این مطالعه با استفاده از آنالیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی گاوماهیان دو ایستگاه مورد مطالعه در بیشتر صفات مورد بررسی از هم تفکیک شدند. صفاتی که بیش‌ترین تأثیر را در تفکیک دو جمعیت مورد مطالعه داشتند و دارای ضرایب عاملی بزرگتر از ۰/۷ بودند شامل شکل سر، قطر چشم، طول پیش پشتی، طول پیش شکمی و طول پیش مخرجی بودند. در این مطالعه نتایج حاصل از تحلیل واریانس یک‌طرفه درباره ویژگی‌های ریخت‌سنجی اصلاح شده بین گاوماهیان دو ایستگاه نشان دهنده وجود تنوع بالای فنوتیپی در این ماهیان بود، با استفاده از

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

این روش از بین ۱۰۵ فاصله تراس آنالیز شده ۷۴ فاصله، تفاوت معناداری را بین جمعیت‌های مورد مطالعه نشان دادند. گاوماهیان علی‌رغم کم‌تحرکی، دارای لاروهای آزاد و شناگرند که می‌توانند توسط جریان‌های آبی جابجا شوند و از این طریق ارتباط و انتقال ژنی بین جمعیت‌های ساکن دور از هم شکل بگیرد و از جدایی جمعیت‌ها جلوگیری کند (Lima-Filho *et al*., 2012). برای مثال قنبری‌فرد و همکاران (Ghanbarifardi *et al*., 2014) با بررسی هفت جمعیت از ماهی گل‌خورک زیستگاههای گلی سواحل جنوبی کشور توانستند دو جمعیت مجزای ساکن در خلیج فارس و خلیج عمان را تعریف کنند. علل تفاوت‌های مشاهده شده در این ماهیان کم‌تحرک، تفاوت در فاکتورهای فیزیکوشیمیایی بیان شد که این اختلافات می‌توانند به‌ویژه در دوران تکوینی و رشد ماهی در شکل‌گیری صفات ریختی مؤثر باشند. از جمله این فاکتورها می‌توان به جنس بستر و سرعت جریان آب اشاره کرد. ایستگاه سد چالیدره دارای بستر گلی با شیب ملایم و جریان آبی کندتر از ایستگاه پل خاتون است. ایستگاه پل خاتون دارای بستری با شیب تند است که از سنگریزه‌های ریز تا متوسط تشکیل شده و جریان آبی این منطقه تند می‌باشد. تغییرات در سرعت جریان آب می‌تواند بر اندازه و شکل ماهیان تاثیرگذار باشد. به‌طوری‌که ماهیان در آب ساکن تمایل به عریض‌تر شدن و ماهیان ساکن در آبهای با جریان تند تمایل به باریک شدن دارند (Ohlberger *et al*., 2006). همچنین ایستگاه سد چالیدره دارای دمای بیشتری نسبت به ایستگاه پل خاتون بوده و شیب در ایستگاه پل خاتون نسبت به ایستگاه سد چالیدره بیشتر است و این فاکتورهای محیطی می‌توانند در ایجاد خصوصیات ریختی متفاوت در دو ایستگاه مورد بررسی تأثیرگذار باشد.

در مطالعه حاضر تفاوت‌های مشاهده شده در صفات ریختی در دو منطقه جغرافیایی متفاوت ممکن است نشان‌دهنده ویژگی‌های متفاوت هر زیستگاه باشد که موجود نسبت به آن سازش پیدا کرده است. اما در مجموع تنها با استناد به ویژگی‌های ریختی نمی‌توان حوادث بوم‌شناسی و ارتباط میان جمعیت‌ها را مشخص نمود. استفاده از سایر روش‌های شناسایی جمعیت‌ها به‌ویژه استفاده از نشانگرهای ژنتیکی می‌تواند در فهم و درک بهتر ژنتیک جمعیت گاوماهی دریاچه‌ای مؤثر بوده و ابعاد بوم‌شناختی جمعیت‌های آنها را روشن کند.

منابع

Cetkovic J.K., 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, 33: 711-723.

Coad B.W. 2018. The fresh water fishes of Iran. Updated 10 April 2018. [Cited 10 April 2018]. Available from: www.briancoad.com.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

Coad B.W., Abdoli A. 2000. *Rhinogobius* cf. *similis* Gill, 1859, a goby new to the fish fauna of Iran and the problem of alien invasions. Zoology in the Middle East, 20: 55-59.

Dudgeon D., Arthington A.H., Gessner M.O., Kawabata Z., Knowler D.J., Lévêque C.L., Naiman R.J., Prieur-Richard A., Soto D., Stiassny M.L.J., Sullivan C.A. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. Biological Reviews, 81: 163-182.

Eagderi S., Moradi M. 2017. Range extension of the lake goby *Rhinogobius similis* Gill, 1859 (Teleost: Gobiidae) to Urmia Lake basin in northwestern Iran. Biharean Biologist, 11(2):123-125.

Ghanavi H.R., Gonzalez E.G., Doadrio I. 2016. Phylogenetic relationships of freshwater fishes of the genus *Capoeta* (Actinopterygii, Cyprinidae) in Iran. Ecology and Evolution, 6(22): 8205-8222.

Ghanbarifardi M., Aliabadian M., Esmaeili H.R., Polgar G. 2014. Morphological divergence in the Walton's Mudskipper, *Periophthalmus waltoni* Koumans, 1941, from the Persian Gulf and Gulf of Oman (Gobioidei: Gobiidae). Zoology of Middle East, 60 (2): 133-143.

Ghasemi H., Jouladeh-Roudbar, A., Eagderi S., Abbasi K., Vatandoust S., Esmaeili H.R. 2015. Ichthyofauna of Urmia basin: Taxonomic diversity, distribution and conservation. Iranian Journal of Ichthyology, 2(3): 177-193.

Heidari A., Khoshkholgh M., Mousavi-Sabet H. 2014. Tracing the effects of Sefidrud dams on *Capoeta gracilis* (Cyprinidae) populations using Truss distances in southern Caspian Sea basin. Iranian Journal of Ichthyology, 1(2): 106-113.

Heidari A., Mousavi-Sabet H., Khoshkholgh M., Esmaeili H.R. 2013a. Morphometric and Meristic Comparison of *Capoeta capoeta* (Güldenstaedt, 1773) from Upstream and Downstream of the Manjil Dam and Downstream of Tarik Dam in Sefidroud River. Journal of Fisheries, 67(2): 207-222. (In Persian).

Heidari A., Mousavi-Sabet H., Khoshkholgh M., Esmaeili H.R., Eagderi S. 2013b. 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.

Jouladeh Roudbar A., Rahmani H., Esmaeili H.R., Vatandoust S. 2014. Morphological variations among *Chondrostoma regium* populations in the Tigris River drainage. Aquaculture, Aquarium, Conservation Legislation-International Journal of the Bioflux Society (AACL Bioflux), 7(4): 276-285.

Karakousis Y., Triantaphyllidis C. Economidis P.S. 1991. Morphological variability among seven populations of brown trout, *Salmon trutta* L., in Greece. Journal of Fish Biology, 38: 807-817.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

Kocovsky P.M., Sullivan T.J., Knight S., Stepien C.A. 2013. Genetic and morphometric differences demonstrate fine-scale population substructure of the yellow perch *Perca flavescens*: need for redefined management units. Journal of Fish Biology, 82: 2015-2030.

Lima-Filho P.A.D., Cioffi M.D.B., Bertollo L.A.C., Molina W.F. 2012. Chromosomal and morphological divergences in Atlantic populations of the frillfin goby *Bathygobius soporator* (Gobiidae, Perciformes). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 434(43): 63-70.

Ohlberger J. Staaks G., Holker F. 2006. Swimming efficiency and the influence of morphology on swimming costs in fishes. Journal of Comparative Physiology B., 176: 17-25.

Paknejad S., Heidari A., Mousavi-Sabet H. 2014. Morphological variation of shad fish *Alosa brashnicowi* (Teleostei, Clupeidae) populations along the southern Caspian Sea coasts, using a truss system. International Journal of Aquatic Biology, 2(6): 330-336.

Polačik M., Janăč M., Vassilva, M., Trichcova, T. 2012. Morphometric comparison of native and nonnative populations of round goby *Neogobius melanostomus* from the River Danube. Folia Zoologica, 61(1): 1-8.

Strauss R.E., Bookstein F.L. 1982. The truss: Body form reconstructions in morphometrics. Systematic Zoology, 31: 121-135.

Robinson B.W., Parsons K.J. 2002. Changing times, spaces, and faces: tests and implications of adaptive morphological plasticity in the fishes of northern postglacial lakes. Canadian Journal of Fish Aquatic Science, 59: 1819-1833.

Rohlf F.J. 1990. Numerical Taxonomy: A Multivariate Analysis System NTSys-PC Version 1.80 Exeter Software. New York, USA.

Rohlf F.J. 2005. TPS Dig, Version 2.04, Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook. USA.

Turan C. 1999. A note on the examination of morphometric differentiation among fish populations: The truss system. Turkish Journal of Zoology, 23: 259-263.

Turan C., Erguden D., Gurlek M., Turan F. 2004. Morphometric structuring of the Anchovy *Engraulis encrasicolusin* the Black, Aegean and Northeastern Mediterranean Seas. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 28: 865-871.

Turan C., Oral M., Özturk B., Düzgünes E. 2006. Morphometric and meristic variation between stocks of Bluefish (*Pomatomus saltatrix*) in the Black, Marmara, Aegean and north eastern Mediterranean Seas. Fisheries Research, 79: 139-147.

Vasil'eva E.D. 2007. Gobies of the genus *Rhinogobius* (Gobiidae) from Primor'e and water bodies of Central Asia and Kazakhstan: I. Morphological characteristic and taxonomic status. Journal of Ichthyology, 47(9): 691-700.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-04-20]