Journal of Aquaculture Sciences 12(22): 91-98 (2024)
Print ISSN: 2322-5351
www.aquaculturesciences.ir

نشریه علوم آبزی‌پروری
دوره ۱۲، شماره ۲۲: ۹۱-۹۸ (۱۴۰۳)

تنوع ریختی جمعیت‌های گوبی ماهی ایرانی *Ponticola iranicus* در حوضه جنوبی دریای خزر، استان گیلان

احسان شاطویی‌قارنجه[۱]، سهیل ایگدری[۱*]، هادی پورباقر[۱]، منوچهر نصری[۲]

[۱]گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
[۲]گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۴ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۱۸**

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تنوع ریختی و الگوی سازگاری ریختی در ارتباط با زیستگاه در پنج جمعیت از ماهی گوبی ایرانی *Ponticola iranicus* از خانواده Gobiidae به‌اجرا درآمد. برای این منظور نمونه‌های این گونه از رودخانه‌های سیاه‌درویشان، شفارود، رستم‌آباد، ماسال و اسالم در استان گیلان نمونه‌برداری و تعداد ۲۰ صفت اندازشی مورد سنجش قرار گرفت. جهت بررسی تنوع ریختی بین جمعیت‌های مورد مطالعه، ویژگی‌های ریخت‌سنجی پس از استانداردسازی داده‌ها، به‌وسیله آنالیزهای PCA، Kruskal-Wallis و CVA مورد مقایسه قرار گرفتند. براساس نتایج، تمامی صفت‌ها تفاوت معنی‌داری نشان دادند و جمعیت سیاه‌درویشان به‌طور کامل از سایر جمعیت ها متمایز گردید. همچنین جمعیت‌های رستم‌آباد و شفارود و جمعیت‌های ماسال و اسالم با یکدیگر هم‌پوشانی نشان دادند. مهمترین صفات تفکیک‌کننده نیز شامل حداکثر عمق بدن (۰/۳)، فاصله پیش‌باله پشتی (۰/۴)، فاصله پیش‌باله مخرجی (۰/۵)، طول قاعده باله مخرجی (۰/۴۴)، عرض سر (۰/۳۲)، فاصله پیش‌باله پشتی (۰/۴۲)، طول باله سینه‌ای (۰/۳۴)، حداکثر عمق بدن (۰/۳۹)، عرض ساقه دمی در باله مخرجی (۰/۳۳) و عرض لب بالایی (۰/۳۴) بودند. نتایج CVA تمایز بین جمعیت‌ها را نشان داد. براساس نتایج، اعضای این گونه با صفات مربوط به عمق بدن، باله‌های پشتی و مخرجی و اندازه سر، خود را با ویژگی‌های زیستگاهی مختلف سازگار می‌نمایند.

کلید واژگان: ریخت‌سنجی، تنوع ریختی، سازگاری، انعطاف‌پذیری، دریای خزر

*نویسنده مسئول soheil.eagderi@ut.ac.ir

مقدمه

مطالعه ماهیان در اکوسیستم آبی از نظر زیست‌شناسی، بوم‌شناسی و مدیریت منابع آب ضروری است (Nelson *et al*., 2016). ریخت یک ویژگی زیستی ماهیان است و بر بقا، تولیدمثل و تغذیه آن‌ها تأثیر می‌گذارد (Guill *et al*., 2003). همچنین نقش حیاتی در توصیف تنوع زیستی و مطالعات آرایه‌شناختی ماهیان دارد (Zelditch *et al*., 2004; Adams *et al*., 2004). تغییرات ریختی درون گونه ای در ماهی‌ها منعکس‌کننده سازگاری با شرایط محیطی زیستگاه است (Mouludi-Saleh and Eagderi, 2021).

خانواده گاوماهیان از متنوع‌ترین گروه مهره‌داران بوده و شامل ۲۵۷ جنس با ۲۰۸۶ گونه در دنیا می‌باشد (Fricke *et al*., 2022). گاوماهیان شامل ۱۵ جنس و ۴۲ گونه در آب‌های داخلی ایران هستند و در حوضه جنوبی خزر در مجموع ۳۷ گونه در ۸ جنس از آن‌ها یافت می‌شود که در بین آن‌ها جنس *Ponticola* با ۶ گونه بیشترین تنوع را دارد (Eagderi *et al*., 2020). اعضای این جنس به‌واسطه داشتن پوسته قدامی باله لگنی توسعه یافته با لوب‌های جانبی تیز، استخوان دندانی با دندان‌های بزرگ مخروطی در قسمت انتهایی و فک پهن‌تر در بخش پشتی از دیگر جنس‌های این خانواده متمایز می‌شود (Miller and Vasil′eva, 2003). گاوماهیان رودخانه‌های منتهی به استان گیلان قبلاً تحت عنوان *P. cyrius* بیان شده بودند (Ahnelt and Holčík, 1996)، ولی براساس Vasil'eva و همکاران (۲۰۱۵)، اعضای این جنس در آب‌های شیرین استان گیلان به‌عنوان گونه جدید گوبی ایرانی *P. iranicus* توصیف شدند. گونه گوبی ایرانی به‌واسطه داشتن رنگ خاکستری تیره باله پشتی، داشتن یک خط هاله مانند مورب و سیاه در باله پشتی و داشتن ۱۶–۱۵ و ۱۲–۱۱ شعاع منشعب در باله پشتی دوم و باله مخرجی از دیگر اعضای دیگر این جنس قابل تشخیص هستند. گونه *P. iranicus* به‌عنوان یک گروه خواهری گونه *P. syrman* در حوضه جنوبی دریای خزر سیر تکاملی مجزایی را سپری کرده است، و اعضای آن در آب‌های شیرین حوضه جنوبی دریای خزر در استان گیلان جایگزین *P. syrman* در نظر گرفته شدند (نیک‌مهر و همکاران، ۱۳۹۷).

گونه *P. iranicus* برخلاف گونه *P. gorlap* فقط در آب‌های شیرین در مناطق کوهستانی و کوهپایه‌ای (Coad, 2015; Vasil'eva *et al*., 2015) و در نهرهای کم عمق (۳ متر یا کمتر) یافت می‌شود (Ahnelt and Holčík, 1996) و جریان آهسته و کف گل آلود را ترجیح می‌دهد. این گونه در بالادست و میان‌دست و به‌ندرت پایین‌دست و مصب رودخانه‌ها زیست می‌کند (Abbasi, 2017). طول کل این ماهی تا ۱۷ سانتی‌متر، وزن آن تا ۵۰ گرم و سن آن تا ۵ سال رسیده و در رودخانه‌ها از اسفند تا اردیبهشت تخم ریزی می‌نماید و در این فصل، رنگ بدن و باله‌های نرها تیره‌تر و رنگ حاشیه باله‌ها زرد و گونه متورم می‌شود (Eagderi *et al*., 2019).

در پژوهشی با هدف بررسی تغییرات شکل بـدن جمعیت های مختلف ماهی گوبی ایرانی در حوضه جنوبی دریای خزر با استفاده از روش ریخت‌سنجی‌هندسی، تفاوت معنی‌داری در ویژگی‌های ریختی پنج جمعیت مورد بررسی یافت شد و نتایج بیانگر جدایی ریختی براساس موقعیت جغرافیایی جنس ماده گوبی ایرانی در سه استان گیلان، مازندران و گلستان است (Asgardoun *et al*., 2021). در مطالعه‌ای اعتبارسنجی و جایگاه آرایه‌شناسی ماهی گوبی ایرانی براساس زیر واحد ۱ ژن سیتوکروم اکسیداز I بررسی و به‌عنوان گونه خواهری *P. syrman* با فاصله ژنتیکی حدود ۳ درصد نشان داده شد (نیک‌مهر و همکاران، ۱۳۹۷). در مطالعه‌ای دیگر با هدف بررسی تنوع ریختی گوبی ایرانی در حوضه تالاب انزلی، در صفات فاصله بین چشمی، حداقل عرض ساقه دمی و قطر چشم بین جمعیت‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری گزارش شده است (Nikmehr *et al*., 2020). Mohammadi-Darestani و همکاران (۲۰۱۶) برای تخمین بیولوژی تولیدمثلی گاوماهی ایرانی در رودخانه سفیدرود در جنوب حوضه دریای خزر، سن، نسبت جنسی، باروری، قطر تخمک، شاخص‌های گنادوسوماتیک و گنادوسوماتیک اصلاح شده را گزارش کردند.

با توجه به تنوع ریختی بالای گونه گوبی ایرانی در سواحل جنوبی دریای خزر این سوال مطرح است که اعضای گونه گوبی ایرانی براساس چه الگوی ریختی خود را با زیستگاه سازگار می‌نمایند. از این‌رو این تحقیق با هدف بررسی تنوع ریختی پنج جمعیت از این گونه در رودخانه‌های استان گیلان به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

جدول ۱- میانگین، انحراف معیار و نتایج آنالیز کروسکال-والیس صفات اندازشی جمعیت‌های مورد مطالعه ماهی گوبی ایرانی

صفت	میانگین					انحراف از معیار					P-Value
	اسالم	رستم آباد	سیاه درویشان	شفارود	ماسال	اسالم	رستم آباد	سیاه درویشان	شفارود	ماسال	
طول کل بدن	۵۵/۱۱	۹۲/۷۲	۵۹/۰۷	۵۹/۵۶	۴۷/۷۹	۴/۱۶	۱۹/۰۳	۱۶/۸۷	۲۲/۰۸	۵/۵۰	–
طول استاندارد بدن	۴۵/۷۶	۷۶/۴۱	۴۸/۰۰	۴۸/۳۳	۳۸/۷۶	۳/۸۷	۱۵/۵۷	۱۴/۱۵	۱۸/۷۵	۴/۵۵	–
حداکثر عمق بدن	۹/۴۲	۱۵/۳۷	۱۰/۹۲	۸/۷۷	۷/۵۵	۰/۷۸	۳/۷۸	۲/۸۷	۴/۲۴	۱/۱۲	**
حداقل عمق ساقه دمی	۴/۲۸	۷/۴۵	۴/۲۰	۴/۵۷	۳/۴۷	۰/۵۳	۱/۸۲	۲/۰۰	۲/۰۳	۰/۶۱	**
فاصله پیش‌باله پشتی	۱۲/۷۹	۲۴/۷۰	۱۶/۲۸	۱۶/۲۵	۱۲/۳۰	۱/۶۲	۵/۴۷	۴/۴۱	۶/۰۷	۱/۳۸	**
طول قاعده باله پشتی دوم	۱۴/۵۳	۲۵/۹۵	۱۵/۵۱	۱۵/۳۸	۱۱/۸۹	۱/۴۱	۵/۸۲	۵/۴۱	۶/۳۳	۱/۸۱	**
ارتفاع باله پشتی دوم	۶/۰۸	۹/۹۶	۶/۲۵	۶/۶۹	۵/۳۷	۰/۸۰	۳/۴۹	۲/۶۹	۳/۰۰	۰/۷۰	**
فاصله پیش‌باله مخرجی	۲۴/۴۶	۴۳/۰۲	۲۷/۸۵	۲۶/۴۶	۲۰/۴۷	۲/۷۶	۹/۴۸	۸/۱۳	۱۰/۳۹	۲/۲۹	**
طول قاعده باله مخرجی	۱۰/۰۲	۱۷/۰۲	۸/۹۸	۱۰/۹۴	۹/۳۴	۱/۲۷	۴/۰۰	۴/۲۰	۴/۹۱	۱/۲۷	**
طول باله سینه‌ای	۱۰/۶۶	۱۷/۰۵	۱۰/۷۱	۱۱/۲۳	۹/۱۶	۱/۲۰	۳/۶۱	۳/۳۱	۲/۴۸	۰/۸۵	**
طول دیسک شکمی	۸/۷۸	۱۳/۶۴	۸/۸۱	۹/۱۸	۷/۵۶	۰/۹۴	۲/۵۹	۲/۸۶	۳/۶۹	۰/۹۱	**
طول ساقه دمی	۹/۵۲	۱۵/۲۸	۸/۷۶	۸/۳۳	۷/۳۰	۱/۰۶	۴/۵۵	۳/۱۸	۳/۲۴	۰/۹۳	**
عرض ساقه دمی در باله مخرجی	۵/۱۸	۹/۵۱	۴/۵۸	۴/۲۷	۳/۹۱	۰/۹۲	۲/۷۳	۱/۸۸	۲/۶۹	۰/۶۶	**
حداقل عرض ساقه دمی	۱/۴۲	۳/۷۷	۰/۷۵	۱/۱۹	۱/۱۶	۰/۶۱	۱/۵۷	۱/۱۷	۰/۷۶	۰/۳۳	**
طول سر	۱۲/۲۹	۲۱/۴۵	۱۳/۱۸	۱۳/۶۱	۱۱/۰۳	۱/۰۱	۴/۴۴	۴/۸۶	۶/۲۴	۱/۵۰	**
شعاع افقی چشم	۲/۵۸	۳/۸۲	۲/۶۴	۲/۵۰	۱/۹۳	۰/۳۵	۰/۹۲	۰/۸۴	۱/۱۳	۰/۴۱	**
فاصله پیش‌چشمی	۲/۸۷	۶/۲۲	۳/۳۸	۳/۰۵	۲/۸	۰/۳۵	۱/۵۹	۱/۳۲	۱/۰۷	۰/۳۱	**
فاصله پس‌چشمی	۶/۰۳	۱۰/۷۸	۶/۴۹	۷/۲۱	۵/۶۷	۰/۸۲	۲/۵۰	۲/۶۴	۲/۸۲	۰/۷۵	**
فاصله بین چشمی	۱/۴۱	۲/۲۶	۰/۸۷	۱/۰۱	۰/۵۸	۰/۸۴	۰/۷۷	۱/۰۵	۰/۸۰	۰/۲۱	**
عرض لب بالایی	۵/۲۶	۱۰/۲۲	۵/۶۹	۵/۵۲	۵/۱۶	۰/۴۷	۲/۶۱	۲/۸۹	۳/۶۲	۰/۷۲	**
عمق سر در بینی	۳/۴۲	۵/۹۱	۴/۱۲	۳/۲۵	۲/۱۵	۰/۷۱	۲/۶۵	۲/۳۱	۲/۵۲	۰/۴۹	**
عرض سر	۷/۳۲	۱۳/۹۳	۹/۵۸	۷/۹۰	۶/۵۱	۱/۱۰	۴/۰۰	۳/۳۲	۴/۳۱	۱/۱۲	**

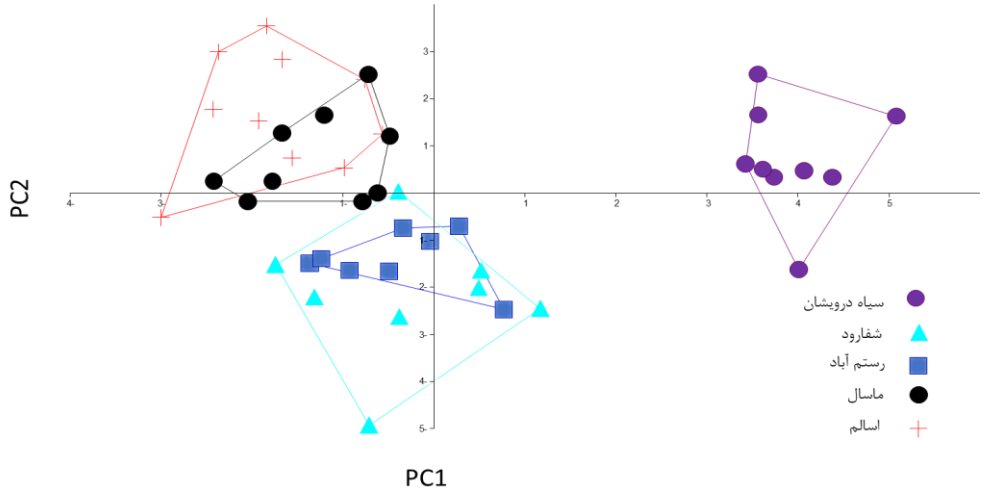
** تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵

در این مطالعه، نمونه‌های ماهی گوبی ایرانی از رودخانه‌های سیاه‌درویشان، شفارود، رستم‌آباد، ماسال و اسالم در استان گیلان با استفاده از دستگاه الکتروشوکر صید و نمونه‌ها پس از بیهوشی در محلول عصاره گل میخک، در فرمالین بافری ۱۰ درصد تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه، بعد از دو هفته نمونه‌ها به الکل ۷۲ درصد منتقل و تعداد ۲۰ صفت اندازشی (جدول ۱) با استفاده از کولیس دیجیتال (با دقت ۰/۱ سانتی‌متر) اندازه‌گیری شدند.

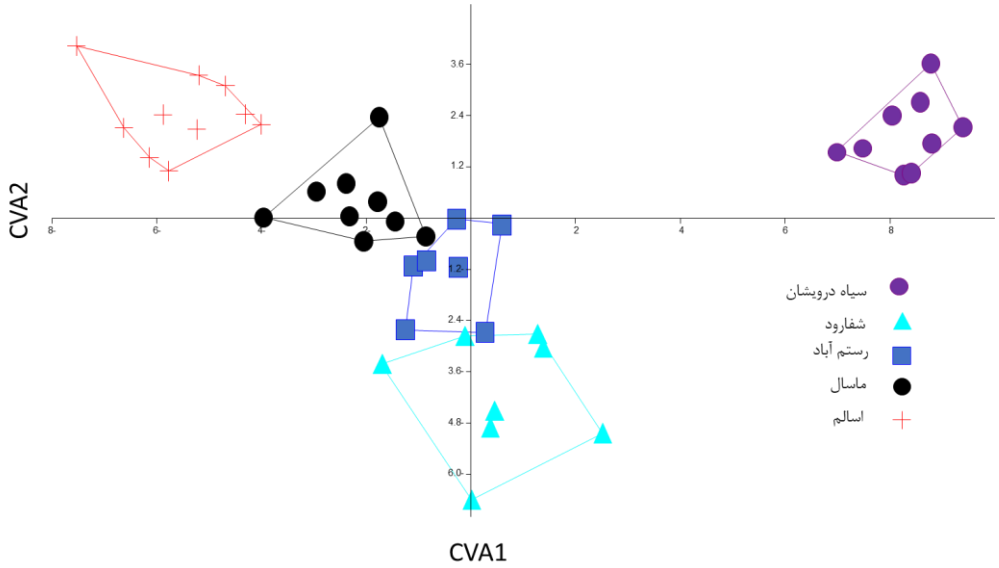
به‌منظور حذف اثر اندازه از داده‌های اندازشی از فرمول رشد آلومتریک در نرم‌افزار PAST به روش الیوت و همکاران (Elliott *et al*., 1995) براساس طول استاندارد، استفاده شد. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت. از آزمون Kruskal-Wallis برای مقایسه هر یک از صفات اندازشی به‌صورت مجزا استفاده شد (Mouludi-Saleh *et al*., 2021). به‌منظوربررسی الگوی تنوع ریختی جمعیت‌های مورد مطالعه از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد. بیان تفاوت‌های احتمالی بین جمعیت‌های مورد مطالعه با استفاده تغییرات کانونی (CVA) براساس ارزش P حاصل از آزمون NPMANOVA صورت گرفت. اختلاف معنی‌داری در سطح $P\leq$۰/۰۵ در نظر گرفته شد. آنالیزها در نرم افزارهای PAST نسخه ۳ و Excel نسخه ۲۰۱۶ انجام شد.

نتایج

با توجه به غیرنرمال بودن داده‌ها، از آزمون Kruskal-Wallis برای مقایسه هر یک از صفات ریختی به‌صورت مجزا استفاده شد. براساس نتایج، تمامی صفت تفاوت معنی‌داری را بین جمعیت‌های مورد مطالعه نشان دادند (جدول ۱). در تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی به‌منظور بررسی الگوهای ریختی بالقوه بین جمعیت‌های مورد مطالعه،



شکل ۱- نمودار تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) جمعیت‌های ماهی گوبی ایرانی مورد مطالعه در حوضه جنوبی دریای خزر، استان گیلان



شکل ۲- نمودار تحلیل همبستگی کانونی (CVA) جمعیت‌های ماهی گوبی ایرانی مورد مطالعه در حوضه جنوبی دریای خزر، استان گیلان

۵ مؤلفه اول به‌عنوان مؤلفه‌های تأثیرگذار نشان داده شدند (PC1= ۲۳/۴۰، PC2= ۱۶/۳۴، PC3= ۱۳/۶۴، PC4= ۱۰/۸۶ و PCA5= ۹/۸۰). در نمودار PCA براساس دو مؤلفه PC1 و PC2 جمعیت سیاه‌درویشان به‌طور کامل از سایر جمعیت‌های مورد مطالعه متمایز گردید. همچنین جمعیت‌های رستم‌آباد و شفارود و جمعیت‌های ماسال و اسالم با یکدیگر هم‌پوشانی نشان دادند (شکل ۱).

براساس نمودار ماتریس بارهای PC1، مهمترین صفات تفکیک‌کننده شامل حداکثر عمق بدن (۰/۳)، فاصله پیش‌باله پشتی (۰/۴)، فاصله پیش‌باله مخرجی (۰/۵)، طول قاعده باله مخرجی (۰/۴۴) و عرض سر (۰/۳۲) بودند. همچنین براساس نمودار ماتریس بارهای PC2 مهمترین صفات تفکیک‌کننده شامل فاصله پیش‌باله پشتی (۰/۴۲)، طول باله سینه‌ای (۰/۳۴)، حداکثر عمق بدن (۰/۳۹)، عرض ساقه دمی در باله مخرجی (۰/۳۳) و عرض لب بالایی (۰/۳۴) هستند. در تحلیل CVA شکل بدن، تمامی جمعیت‌های مورد مطالعه از یکدیگر کاملاً متمایز شدند، و جمعیت سیاه‌درویشان به‌طور قابل توجهی از سایر جمعیت‌ها جدا بود (شکل ۲). نتایج آزمون CVA (شکل ۲) شکل بدن جمعیت‌های مورد مطالعه براساس ارزش P حاصل از آزمون

NPMANOVA تفاوت معنی‌داری را بین ویژگی‌های ریخت‌سنجی گونه‌های مورد مطالعه نشان داد ($P<0/05$).

بحث و نتیجه‌گیری

توضیح علل تفاوت‌های ریختی بین جمعیت‌های مختلف ماهی‌ها دشوار است زیرا ویژگی‌های ریختی تحت‌کنترل و تعامل شرایط محیطی و ژنتیکی می‌باشد (Salini *et al*., 2004). تنوع ریختی ناشی از انعطاف‌پذیری فنوتیپی به واسطه انطباق با خصوصیات زیستگاهی یا تغییرات اکولوژیکی زیستگاه‌ها یا تعامل به‌ویژه در مراحل اولیه زندگی آن‌ها می‌باشد (Annoni *et al*., 1997; Pinheriro *et al*., 2005). از این‌رو، تفاوت‌های ریختی مشاهده شده در جمعیت‌های مورد مطالعه *P. iranicus* احتمالاً می‌تواند به واسطه سازگاری با ویژگی‌های زیستگاه‌های آن‌ها یعنی رودخانه‌ها و تالاب باشد. به‌دلیل این‌که صفات ریخت‌سنجی از شرایط محیطی پیروی می‌کند، بسیاری از این جدایی‌ها ناشی از تنوع در شرایط اکولوژیک زیستگاه‌های آن‌ها است. اثرگذاری شرایط محیطی مانند شرایط هیدرودینامیکی، تراکم، تغذیه و نوع بستر بر روند شکل‌گیری فرم بدن در طی تکوین اولیه ماهی‌های استخوانی تأیید شده است (Salini *et al*., 2004).

ماهی گوبی ایرانی به‌عنوان گونه خواهری *P. syrman* شناخته شده‌است (نیک‌مهر و همکاران، ۱۳۹۷). این گونه مربوط به زیستگاه‌های رودخانه‌ای است که در محدوده جنوب‌غربی حوضه کورا–خزر پراکنش دارد. دامنه توزیع این گونه محدود به استان گیلان گزارش شده است (Zarei *et al*., 2022). Asgardoun و همکاران (۲۰۲۱) تنوع ریختی جمعیت‌های ماهی گوبی ایرانی در مناطق جغرافیایی استان گیلان، مازندران و گلستان که از نظر جغرافیایی از یکدیگر جدا بودند را مورد مطالعه قرار دادند. در این مطالعه، تنوع اندازه در جمعیت‌های استان گیلان بیشتر بود، در حالی که در استان مازندران دامنه تغییرات کوچکتر و اندازه‌ها به‌طور نسبتاً یکنواختی توزیع شده بودند. گاوماهیان استان گیلان دامنه پراکنش ریختی بالایی داشتند. با توجه به اینکه دامنه توزیع گونه گوبی ایرانی محدود به استان گیلان می‌باشد، بنابراین سایر نمونه‌های مورد مطالعه در تحقیق Asgardoun و همکاران (۲۰۲۱) در استان‌های گلستان و مازندران گونه گوبی پاتیماری می‌باشد و از این‌رو نتایج این تحقیق احتمالاً تنها در محدوده استان گیلان معتبر بوده و سایر نتایج این تحقیق اشتباه می‌باشد.

براساس نتایج، عمده تفاوت‌های موجود بین پنج جمعیت مورد مطالعه *P. iranicus* مربوط به ویژگی‌های حداکثر عمق بدن، فاصله پیش‌باله پشتی، فاصله پیش‌باله مخرجی، طول قاعده باله مخرجی، عرض سر، فاصله پیش‌باله پشتی، طول باله سینه‌ای، حداکثر عمق بدن، عرض ساقه دمی در باله مخرجی و عرض لب بالایی بود. تغییر شکل در ناحیه سر و دهان منعکس‌کننده تفاوت در تغذیه شامل نوع و جهت تغذیه است (Langerhans *et al*., 2003). تفاوت در طول و جایگاه باله‌ها می‌تواند بیانگر سازگاری این ساختارها به شرایط هیدورولوژی زیستگاه باشد. افزایش طول قاعده باله ها با سرعت جریان آب رابطه مستقیم دارد و به‌عبارت دیگر افزایش طول قاعده باله می‌تواند نشان‌دهنده سازش ماهی به جریان‌های تند آب در زیستگاه باشد (Swain and Holtby, 1989). علاوه بر این، پهنای کم ساقه دمی در جمعیت‌های رودخانه‌های حوضه تالاب انزلی را احتمالاً بتوان به‌عنوان ویژگی‌های تطبیقی برای کاهش کشش در آب جاری و سکونت در شرایط آب ساکن در نظر گرفت (Langerhans and Reznick, 2010).

براساس نتایج جمعیت سیاه‌درویشان به‌لحاظ ریختی از سایر گونه‌ها متمایز بود. Wolcik و Anhelt (۱۹۹۶) گونه *P. syrman* و *P. iljin* را براساس ویژگی‌های ریختی از این رودخانه و برخی رودخانه‌های حوضه آبریز تالاب انزلی گزارش کرده بودند. Zarei و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی‌های مولکولی نشان دادند که اعضای این جمعیت متعلق به *P. iranicus* می‌باشند. این شناسایی اشتباه به‌لحاظ ریختی بیانگر تمایز بالای ریختی جمعیت ماهی گوبی ایرانی در رودخانه سیاه‌درویشان همسو با نتایج تحقیق حاضر می‌باشد و این موضوع نشان می‌دهد که جمعیت‌های این گونه در زیستگاه‌های مختلف قابلیت بالایی در سازگاری ریختی براساس خصوصیات زیستگاه و حتی جدایی ریختی براساس موقعیت جغرافیایی دارند.

نتایج مقایسه ریختی ۵ جمعیت مورد مطالعه ماهی گوبی ایرانی نشان داد که در تمام صفات ریختی مورد بررسی تفاوت معنی‌داری وجود دارد. بنابراین جمعیت‌های مختلف این گونه در زیستگاه‌های مختلف به‌دلیل پراکنش نقطه‌ای در زیستگاه‌های مجزا با فواصل جغرافیایی مشخص دچار

تفاوت‌های ریختی شده و از یکدیگر مجزا شده‌اند. همچنین براساس نتایج مهمترین صفات ریختی قابل تفکیک شامل جایگاه و اندازه باله‌های پشتی و مخرجی، اندازه سر و عمق بدن در ناحیه تنه و ساقه دمی می‌باشد. از این‌رو اعضای این گونه در زیستگاه‌های مختلف عمدتاً با انعطاف در ویژگی‌های مربوط به عمق بدن، باله‌های پشتی و مخرجی و اندازه سر، خود را با ویژگی‌های زیستگاهی سازگار می‌نمایند. Nikmehr و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی تنوع ریختی گاوماهی ایرانی در حوضه آبریز تالاب انزلی، صفات فاصله بین چشمی، حداقل عرض ساقه دمی و قطر چشم را متمایزکننده تفاوت‌ها در جمعیت‌های این گونه بیان کرده‌اند. از بین این صفات، فقط عرض ساقه دمی جزو صفات متمایزکننده در مطالعه حاضر بود.

منابع

Abbasi K. 2017. Fishes of Guilan. The Encyclopedia of Guilan Culture and Civilazation 66: 206p.

Adams D.C., Rohlf F.J., Slice D.E. 2004. Geometric morphometrics: Ten years of progress following the 'revolution'. *Italian Journal of Zoology* 71, 5-16.

Ahnelt H., Holčík J. 1996. Distribution of two species of the genus *Neogobius* (Pisces: Gobiidae) in the catchment area of the southern Caspian Sea. *Acta Universitatis Carolinae Biologica* 40(1/2), 99-114.

Anderson C.I.H, Horne J.K., Boyle J. 2007. Classifying multi-frequency acoustic data using a robust probabilistic classification technique. *Journal of the Acoustical Society of America* 121, EL230-EL237.

Annoni P., Saccardo I., Gentili G., Guzzi L. 1997. A multivariate model to relate hydrological, chemical and biological parameters to salmonid biomass in Italian Alpine rivers. *Fisheries Management and Ecology* 4, 439-452.

Asgardoun S., Patimar R., Golzarianpour K., Eagderi S. 2021. Geometric morphology of Iranian Goby *Ponticola iranicus* Vasil'eva, Mousavi-Sabet & Vasil'ev, 2015 in the Southern Caspian Sea basin. *Taxonomy and Biosystematics* 13(48), 19-32.

Eagderi S., Nasri M., Jouladeh-Roudbar A., Abbasi K. 2019. Fishes of Iran (Gobiidae). Avai Viana Publication. Tehran, 74 p.

Eagderi S., Nikmehr N., Poorbagher H. 2020. *Ponticola patimari* sp. nov. (Gobiiformes: Gobiidae) from the southern Caspian Sea basin, Iran. *FishTaxa* 17, 22-31.

Elliott N.G., Haskard K., Koslow J.A. 1995. Morphometric analysis of orange roughy (Hoplostethus atlanticus) off the continental slope of southern Australia. *Journal of Fish Biology* 46(2), 202-220.

Fricke R., Eschmeyer W.N., Fong J.D. 2022. Species by Family/Subfamily. URL: https:// www.calacademy.org/scientists/projects/eschmeyers-catalog-of-fishes.

Guill J.M., Hood C.S., Heins D.C. 2003. Body shape variation within and among three species of darters (Perciformes: Percidae). *Ecology of Freshwater Fish* 12(2), 134-140.

Lagler K.F., Bardach J.E., Miller R.R. 1997. Ichthyology. Library of congress catalog code number: 62-17463 printed in USA. 545 p.

Langerhans R.B., Layman C.A., Langerhans A.K., Dewitt T.J. 2003. Habitat-associated morphological divergence in two Neotropical fish species. *Biological Journal of the Linnean Society* 80(4), 689-698.

Langerhans R.B., Reznick D.N. 2010. Ecology and evolution of swimming performance in fishes: predicting evolution with biomechanics. Fish locomotion: an ecoethological perspective. pp. 200-248.

Miller, P.J., Vasil′eva, E.D., 2003. *Neogobius Iljin*, 1927. In: Miller P.J. (Ed.). The freshwater fishes of Europe. V. 8/I. Mugilidae, Atherinidae, Atherinopsidae, Blenniidae, Odontobutidae, Gobiidae 1. AULA-Verlag, Wiebelsheim, Germany. pp. 163-171.

Mitteroecker P., Gunz P. 2009. Advances in Geometric Morphometrics. *Evolutionary Biology* 36, 235-247.

Mohammadi-Darestani M., Mousavi-Sabet H., Vatandoust S., Ahmadnejad M. 2016. Age, growth and reproduction of the Iranian goby, *Ponticola iranicus* (Perciformes: Gobiidae) from the southern Caspian Sea basin. *Journal of Ichthyology* 56, 578-587.

Mouludi-Saleh A., Eagderi S. 2021. Habitat-associated morphological divergence of *Gasterosteus aculeatus* in the Southern Caspian Sea Basin. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science* 45(1), 121-125.

Mouludi-Saleh A., Eagderi S., Poorbagher H., Shojaei D., Nasri M. 2021. Phenotypic adaptation patterns in Abu Mullet, *Planiliza abu* using traditional and geometric morphometric methods in rivers

of the Persian Gulf basin. *Fisheries Science and Technology* 10(2), 141-150.

Nelson J.S., Grande T.C., Wilson M.V. 2016. Fishes of the World. 5rd ed. Epublishing Inc., Hoboken, New Jersey, pp. 1-707.

Nikmehr N., Eagderi S., Poorbagher H. 2018. Taxonomic Statue of *Ponticola iranicus* (Teleost, Gobiidae) based on Cytochrome Oxydase sub-unit I. *Journal of Fisheries* 71(2), 112-117.

Nikmehr N., Eagderi S., Poorbagher H., Abbasi K. 2020. Morphological variation of Iranian Goby (*Ponticola iranicus*) in the Anzali Wetland drainage. *Journal of Wildlife and Biodiversity* 4(2), 22-27.

Pinheriro 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.

Rohlf F.J. 2002. Geometric morphometrics and phylogeny. In Morphology, Shape and Phylogeny. Taylor & Francis. pp. 175-193.

Salini J.P., Milton D.A., Rahman M.J., Hussein M.G. 2004. Allozime and morphological variation throughout the geographic range of the tropical shad, Hilsa (*Tenualosa ilisha*). *Fisheries Research* 66(1), 53-69.

Swain D.P., Holtby L. B. 1989. Differences in morphology and behavior between juvenile coho salmon (Oncorhynchus kisutch) rearing in a lake and in its tributary stream. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 46(8), 1406-1414.

Vasil'Eva E.D., Mousavi-Sabet H., Vasil'Ev V.P. 2015. *Ponticola iranicus* sp. nov. (Actinopterygii: Perciformes: Gobiidae) from the Caspian Sea basin. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 45(2), 189-197.

Zarei F., Esmaeili H.R., Sadeghi R., Schliewen U.K., Kovačić M., Abbasi K., Gholamhosseini A. 2022. An integrative insight into the diversity, distribution, and biogeography of the freshwater endemic clade of the *Ponticola syrman* group (Teleostei: Gobiidae) in the Caucasus biodiversity hotspot. *Ecology and Evolution* 12(9), e9300.

Zarei F., Esmaeili H.R., Schliewen U.K., Abbasi K., Sayyadzadeh G. 2021. Mitochondrial phylogeny, diversity, and ichthyogeography of gobies (Teleostei: Gobiidae) from the oldest and deepest Caspian sub-basin and tracing source and spread pattern of an introduced *Rhinogobius* species at the tricontinental crossroad. *Hydrobiologia* 848, 1267-1293

Zelditch M., Swiderdki D., Sheets H.D., Fink W. 2004. Geometric morphometrics for biologists: a primer. Elsevier Academic Press, New York, USA. 437 p.

Zivkov M. 1996. Critique proportional Hypotheses and method for back calculation of fish growth. *Environmental Biology of Fishes* 46, 309-32.

Journal of Aquaculture Sciences Vol. 12, No 22, 91-98
Print ISSN: 2322-5351
www.aquaculturesciences.ir

Morphological variations of Iranian goby, *Ponticola iranicus* populations in the southern Caspian Sea basin, Guilan province

Ehsan Shatoei Gharenjeh[1], Soheil Eagderi[1*], Hadi poorbagher[1], Manoochehr Nasri[2]

[1]Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
[2]Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

*Corresponding author: soheil.eagderi@ut.ac.ir

Received: 4.Mar.2024 **Accepted: 7.May.2024**

Abstract

This work aimed to investigate the morphological variations and patterns of morphological adaptation to their habitat in five populations of Iranian goby, *Ponticola iranicus* (Gobiidae). For this purpose, samples were collected from Siah Darvishan, Shafarood, Rostam-Abad, Masal, and Asalem rivers, Guilan province, and then 20 morphometric characteristics were measured. The morphometric characteristics after standardization were compared using PCA, Kruskal-Wallis and CVA analyses to investigate the morphological variation between studied populations of Iranian goby. Based on the results, all characters showed significant differences, and the Siah Darvishan differed completely from the others. Also, Rostam-Abad and Shafarud, and Masal and Asalem populations overlapped with each other. The most important discriminating traits include the body depth (0.3), predorsal length (0.4), preanal length (0.5), anal-fin base length (0.44), head width (32. 0), distance before dorsal fin (0.42), length of pectoral fin (0.34), maximum body depth (0.39), caudal-fin width in anal fin (0.33) and width of upper lip (0.34). The CVA results showed the distinction between populations. Based on the results, the members of this species adapt themselves to different habitats with traits related to body depth, dorsal and anal fins, and head size.

Keywords: Morphometrics, Morphological diversity, Adaptation, Phenotypic plasticity, Caspian Sea