مجله بوم شناسی آبزیان

Journal homepage: http://jae.hormozgan.ac.ir

مقایسه ریخت‌سنجی دو جمعیت ماهی واسپی *Cabdio morar* (Hamilton, 1822) در حوضه‌های آبریز مکران و ماشکید، استان سیستان و بلوچستان

منوچهر نصری[1*]، سهیل ایگدری[2]، هادی پورباقر[2] و امید فتوحی[2]

[1] گروه علوم و مهندسی شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، لرستان

[2] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۹۵/۰۹/۱۳
اصلاح: ۹۵/۱۱/۱۸
پذیرش: ۹۶/۰۹/۳۰

کلمات کلیدی:
تنوع زیستی
کپورماهیان
ماهی‌شناسی
ماهی واسپی

چکیده

مقایسه ریخت‌سنجی ماهی واسپی *Cabdio morar* در استان سیستان و بلوچستان بر اساس ۱۹ صفت ریختی بر روی ۴۰ قطعه ماهی از رود ماشکید و ۶۳ قطعه ماهی از رود سرباز انجام گرفت. عملیات نمونه‌برداری با استفاده از یک دستگاه الکتروشوکر طی تابستان ۱۳۹۲ انجام شد و نمونه‌های صید شده پس از بیهوشی در عصاره‌ی پودر گل میخک، درون فرمالین بافری ۴٪ تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شدند. تصاویر دیجیتال تهیه شده از نیمرخ چپ نمونه‌ها به کمک نرم‌افزار ImageJ مورد سنجش صفات ریخت‌سنجی قرار گرفتند. به‌منظور مقایسه‌ی آماری داده‌های ریخت‌سنجی ماهیان مورد مطالعه، از روش‌های تجزیه‌وتحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) و آنالیز تابع متمایزکننده (DFA) پس از حذف اثر اندازه از داده‌های خام استفاده گردید. نتایج مقایسه‌ی آماری نشان داد واسپی‌های رودخانه ماشکید در صفات ارتفاع بدن، طول سر، طول پوزه، قطر حدقه، فاصله پشت‌حدقه‌ای، طول پیش‌باله پشتی، پیش‌باله شکمی و پیش‌باله مخرجی، ارتفاع باله پشتی، طول قاعده باله پشتی و طول قاعده‌ی باله مخرجی دارای مقادیر بیشتری نسبت به ماهیان رودخانه‌ی سرباز هستند ($p<۰/۰۱$). عوامل اکولوژیک شامل شرایط خرده‌زیستگاهی از قبیل جریان آب، وجود پوشش گیاهی متراکم و کمیت و کیفیت مواد غذایی در محیط می‌تواند از عوامل عمده‌ی بروز تفاوت ریختی در بین آن‌ها باشد.

مقدمــه

ماهی واسپی با نام علمی *Cabdio morar* (Hamilton, 1822) که پیش‌ازاین با نام *Aspidoparia morar* شناخته می‌شد، از راسته کپورماهی‌شکلان و خانواده کپورماهیان بوده و در حوضه‌های جنوب شرق ایران شامل مکران و ماشکید پراکنش دارد. این گونه در بنگلادش با اسامی موراری (Morari) و کارپلت (Carplet)، در هند با نام اولاهالاله (Olahalale) و در نپال با نام‌های چاکاله (Chakale) و کارانجی (Karangi) شناخته می‌شود. حوضه پراکنش آن شامل بیشتر مناطق اورینتال و جنوب دیرین‌شمالگان به‌ویژه پاکستان و جنوب شرق ایران است (Coad, 2016; Devi and Indra, 1997; Froese and Pauly, 2016; Hossain, 2010). این جنس اولین بار در رودخانه‌های یامونا و تیستا (Yamuna و Tista) در هند گزارش شد و تنها یک گونه از آن‌ها در ایران شناسایی شده است. واسپی یک ماهی ساکن آب شیرین و همه‌چیزخوار بوده و حداکثر طولش به ۲۰ سانتیمتر می‌رسد (Coad, 2016; Hossain *et al.*, 2015). بیشترین طولی که برای این ماهی گزارش شده، ۱۲/۷۰ سانتی‌متر

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: nasri.m@lu.ac.ir

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.8.4.12.4]

در بنگلادش بوده است (Hossain, 2010). ماهی واسپی در ایران برای انسان مصرف غذایی و اهمیت اقتصادی ندارد (Abdoli, 2000; Coad, 2016). اما همین ماهی در بنگلادش به مصرف غذایی انسان می‌رسد (Hossain *et al.*, 2009; Hossain, 2010). ماهی واسپی دارای دامنه‌ی پراکنش گسترده‌ای است و از حوضه‌ی سند تا شرق و جنوب شرق ایران را در برگرفته و از نظر جغرافیای زیستی حائز اهمیت می‌باشد (Coad, 1996). از طرفی، ماهیان آب‌های داخلی ایران نیز دارای تنوع نسبتاً بالایی بوده (Jouladeh-Roudbar *et al.*, 2015) و کشور ایران از نظر جغرافیای جانوری جایگاه بسیار مهمی دارد (Abdoli, 2000; Coad, 2016). لذا مطالعه جمعیت‌های مختلف جانوران به‌ویژه ماهیان ایران بسیار حائز اهمیت است. یکی از راه‌های شناسایی جمعیت‌های مختلف ماهیان از یکدیگر استفاده از صفات ریخت‌شناسی است (Wootton, 1999). شکل بدن می‌تواند بر بسیاری از صفات موجودات زنده مانند قابلیت تحرک، فرار از شکارچیان و شکارگری و همچنین قابلیت تغذیه اثر داشته باشد (Guill *et al.*, 2003; Webb, 1982). برخی صفات ریخت‌شناسی به خاطر تمایز بین جمعیت‌ها یا گونه‌های مختلف، نسبت به صفات دیگر دارای اهمیت بیشتری در مطالعات ماهی‌شناسی هستند (Helfman *et al.*, 2009). شرایط محیطی می‌توانند بر روی ریخت موجودات زنده اثر داشته باشند و پاسخ ریختی موجودات زنده به شرایط محیطی را انعطاف‌پذیری ریختی می‌نامند (Costa and Cataudella, 2007). شکل موجودات زنده علاوه بر ژنتیک، تا حدی تحت تأثیر شرایط محیطی آن‌ها نیز می‌باشد (Guill *et al.*, 2003). منظور از صفات، تنوع موجود در ساختارهای هم‌ارز می‌باشند و میزان مفید بودن آن‌ها بستگی به نقشی دارد که در بیان تنوع موجود در نمونه‌های مورد مطالعه بازی می‌کنند (Helfman *et al.*, 2009). برای آشنایی با تعاریف دقیق‌تر و انواع صفات مورد استفاده در مطالعات زیستی می‌توان به (Strauss and Bond, 1990) مراجعه کرد.

با توجه به پراکنش ماهی واسپی در دو حوضه آبریز ماشکید و مکران در جنوب شرق ایران، جایگاه جغرافیای جانوری ایران و اهمیت شناخت ذخایر آبزیان در مدیریت و حفاظت از آن‌ها، مطالعه حاضر به‌منظور ریخت‌شناسی و بررسی احتمال وجود تنوع ریختی و یا تفاوت‌های ریختی بین جمعیتی ماهی واسپی در حوضه‌های یاد شده تعریف گردید. در این مطالعه قابلیت استفاده از صفات ریخت‌سنجی برای تفکیک دو جمعیت از ماهی واسپی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

طی مردادماه ۱۳۹۲، تعداد ۱۰۳ قطعه ماهی واسپی (شکل ۱) شامل ۴۰ قطعه از حوضه ماشکید (رودخانه ماشکید) در شهرستان سراوان با مختصات جغرافیایی ("۱۷ ´۵ °۲۷ :N و "۵۳ ´۵۴ °۶۱ :E) و ۶۳ قطعه از حوضه مکران (رودخانه سرباز) در شهرستان سرباز با مختصات جغرافیایی ("۵۴ ´۳۷ °۲۶ :N و "۳۵ ´۱۵ °۶۱ :E) توسط دستگاه الکتروشوکر صید شدند (شکل ۲). ماهیان صید شده پس از بیهوشی در محلول پودر گل میخک، با استفاده از محلول فرمالین ٪۱۰ تثبیت شده و برای ادامه مطالعات به آزمایشگاه تکوین و بیوسیستماتیک آبزیان دانشگاه تهران منتقل شدند.

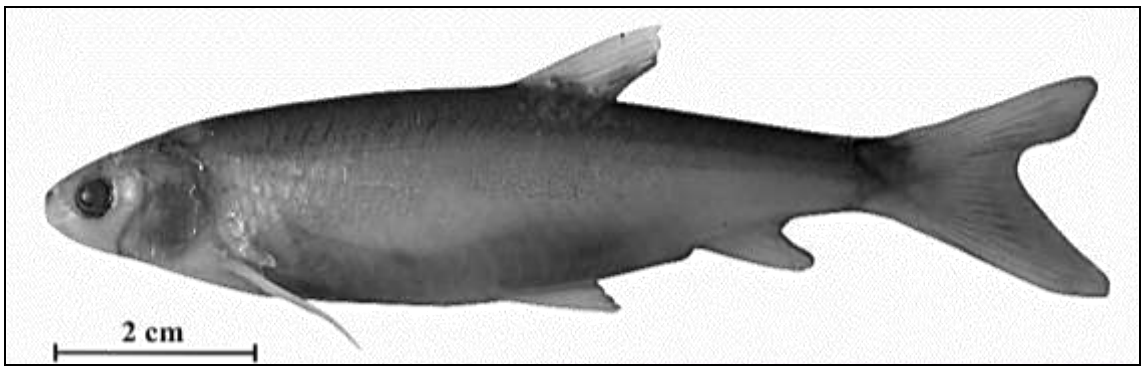
در این مطالعه تعداد ۱۹ صفت اندازشی بر اساس Abdoli (۲۰۰۰) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (جدول ۱). برای این منظور ابتدا از نمای چپ تمامی نمونه‌ها با استفاده از دوربین دیجیتال Kodak با قدرت تفکیک‌پذیری ۶ مگاپیکسل نصب شده بر روی پایه ثابت و از فاصله ۱۵ سانتی‌متر عکس‌برداری انجام شد. کلیه اندازه‌گیری‌ها با استفاده از نرم‌افزار ImageJ 1.37c (Abramoff *et al.*, 2004) انجام گرفت. صفات اندازشی از روی تصاویر دیجیتالی به‌دست‌آمده با دقت ۰/۱ میلی‌متر و پس از کالیبره کردن نرم‌افزار بر اساس مقیاس تصاویر، اندازه‌گیری شدند.

با توجه به اینکه صفات اندازشی به‌شدت تحت تأثیر اندازه ماهیان هستند (Helfman *et al.*, 2009)، قبل از انجام تجزیه‌وتحلیل آماری، عامل اندازه حذف گردید. تکنیک‌های متعددی در ریخت‌سنجی سنتی برای حذف اثرات اندازه ارائه شده است که فرمول آلومتریک $M_{adj} = M\left(L_S/L_0\right)^b$ به‌عنوان متداول‌ترین روش، در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت (Elliott *et al.*, 1995). که در آن M_{adj}: مقدار اصلاح شده‌ی صفت اندازه‌گیری شده، M: مقدار اولیه صفت اندازه‌گیری شده، L_S: میانگین طول استاندارد تمامی نمونه‌ها در تمام ایستگاه‌ها، L_0: طول استاندارد هر ماهی، b: شیب رگرسیون $\log M$ به $\log L_0$ تمامی نمونه‌ها است. تناسب داده‌های اصلاح شده برای انجام تجزیه‌وتحلیل‌های آماری چندمتغیره، از طریق آزمون معنی‌داری همبستگی بین متغیرهای اصلاح شده و طول استاندارد مورد سنجش قرار گرفت. معنی‌دار نبودن این همبستگی نشان‌دهنده‌ی حذف کامل اثر

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

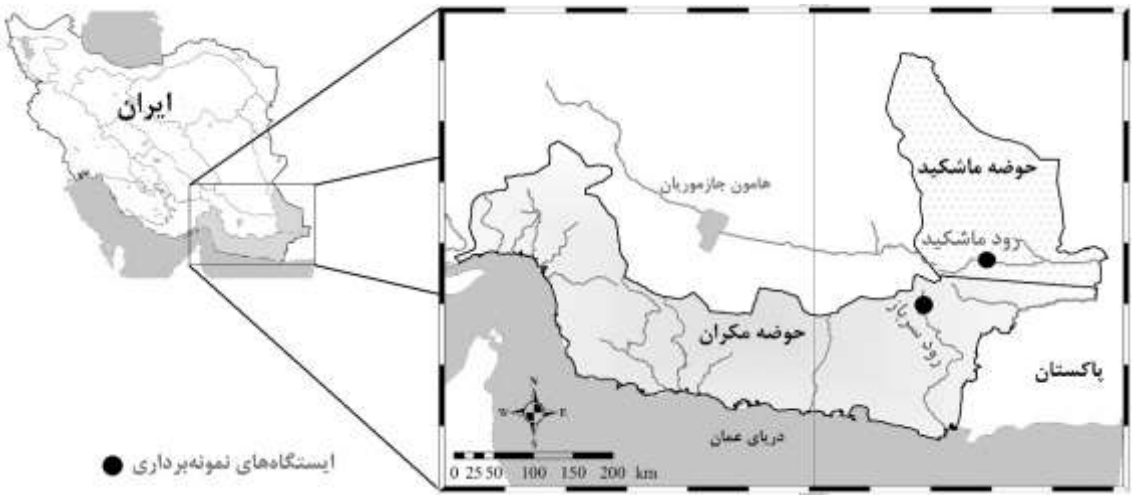
[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.8.4.12.4]

اندازه از داده‌ها است. تمامی تجزیه‌وتحلیل‌های آماری همراه با رسم نمودارها در نرم‌افزارهای SPSS 20. 0 (IBM-Corporation, 2012) و PAST 2. 17c (Hammer *et al.*, 2001) انجام شد.



شکل ۱. ماهی واسپی از رودخانه ماشکید در استان سیستان و بلوچستان

برای تعیین الگوی همبستگی بین متغیرهای مشاهده شده و همچنین عوامل اصلی نشان‌دهنده تفاوت‌های شکلی از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد. تحلیل مؤلفه‌های اصلی واریانس‌های مرتبط با تمامی متغیرهای اندازه‌گیری شده را به‌صورت تعداد کمتری از مؤلفه‌های اصلی ترکیب و خلاصه کرده که این مؤلفه‌ها ترکیب خطی متغیرهایی هستند که تغییرات شکل بدن را در کل نمونه‌ها نشان می‌دهند. در تحلیل مؤلفه‌های اصلی نیاز به گروه‌بندی افراد نیست (Turan, 1999). به‌منظور بررسی کیفیت داده‌ها از روش KMO و آزمون Bartlet استفاده شد. برای قضاوت درباره تفاوت ریختی بین دو گروه مورد مطالعه، از تجزیه‌وتحلیل تابع متمایزکننده (DFA) و آزمون Wilk's lambda برای تعیین معنی‌داری تفاوت بین گروه‌ها و همچنین تعیین مهم‌ترین متغیرها در ایجاد تفاوت بین گروه‌ها استفاده گردید.



شکل ۲. ایستگاه‌های نمونه‌برداری (رودخانه‌های ماشکید و سرباز به ترتیب در حوضه‌های آبریز ماشکید و مکران)

نتایج

در بین متغیرهای مورد مطالعه هیچ داده گمشده‌ای وجود نداشت. میانگین و انحراف معیار صفات اندازه‌گیری شده در نمونه‌های مورد مطالعه در (جدول ۱) ارائه شده است. به‌منظور تعیین صفات سنجشی که بیشترین سهم را در تمایز دو جمعیت دارند، تجزیه‌وتحلیل مؤلفه‌های اصلی انجام گرفت. مقدار آماره KMO برابر ۰/۷۳۵ کفایت نمونه‌گیری و آزمون بارتلت

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.8.4.12.4]

($p<۰/۰۰۱$) قابلیت PCA برای شناسایی ساختار یا مدل عاملی را تأیید کردند. بر اساس نتایج حاصله و نمودار سنگریزه‌ای به‌دست‌آمده تعداد ۲۱ مؤلفه اصلی استخراج گردید (شکل ۳). از این تعداد، پنج مؤلفه اصلی با مقدار ویژه بیشتر از ۱ و با واریانس تجمعی ۶۳/۷۰۶ استخراج گردید (جدول ۲). بر اساس تجزیه‌وتحلیل انجام شده، ماتریکس عاملی و بارهای مؤلفه‌های اصلی صفات اندازشی استخراج و بر اساس آن، صفاتی که دارای سطح معنی‌داری بالا بودند (یعنی دارای بار عاملی بیشتر از ۰/۵) انتخاب شدند (جدول ۳). این عوامل اصلی بر حسب بار عاملی محاسبه شده به‌صورت ناحیه تنه، ناحیه سر، باله‌های فرد، ناحیه دم و باله پشتی به ترتیب از عامل ۱ تا ۵ نام‌گذاری شدند. بر این اساس مهم‌ترین صفات قابل استفاده برای تفکیک دو گروه مورد مطالعه شامل عامل اصلی اول (ناحیه تنه) و عامل اصلی دوم (ناحیه سر) هستند. نمودار پراکنش عامل اول با واریانس ۱۹/۱۰۸درصد و عامل دوم با واریانس ۱۵/۲۷۹ درصد (جدول ۲)، مجموعه نمونه‌ها را به دو گروه مجزا تقسیم کرد (شکل ۴).

جدول ۱. آمار توصیفی صفات اندازه‌گیری شده‌ی خام به تفکیک رودخانه (میلی‌متر).

ردیف	صفت اندازه‌گیری شده	سرباز				ماشکید			
		میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل
۱	طول استاندارد	۵۸/۶۷	۸/۸۵	۸۵/۱۶	۳۸/۹۷	۶۶/۵۲	۲۵/۰۴	۱۰۶/۷۸	۲۶/۱۰
۲	ارتفاع بدن	۱۰/۷۶	۰/۵۸	۱۱/۹۲	۹/۱۵	۱۲/۷۸	۰/۶۶	۱۴/۲۱	۱۱/۵۵
۳	طول سر	۹/۶۳	۰/۸۰	۱۱/۶۳	۸/۳۰	۱۰/۲۴	۰/۸۱	۱۱/۷۸	۸/۶۰
۴	طول پوزه	۲/۱۳	۰/۳۲	۲/۹۷	۱/۳۷	۲/۲۰	۰/۳۳	۲/۸۰	۱/۳۸
۵	طول پشت‌حدقه‌ای	۴/۹۵	۰/۴۸	۶/۳۱	۳/۹۱	۵/۴۴	۰/۴۳	۶/۱۳	۴/۵۸
۶	قطر حدقه	۲/۴۶	۰/۲۷	۳/۰۵	۱/۹۳	۲/۵۰	۰/۲۴	۲/۹۷	۲/۰۶
۷	طول پیش‌باله پشتی	۲۷/۷۴	۰/۸۵	۲۹/۵۹	۲۵/۸۱	۲۹/۰۹	۱/۰۱	۳۱/۱۷	۲۶/۸۹
۸	طول پیش‌باله شکمی	۲۶/۹۵	۱	۲۹/۲۰	۲۴/۸۸	۲۷/۷۰	۱/۱۴	۳۰/۴۰	۲۴/۶۸
۹	طول پیش‌باله مخرجی	۳۹/۱۴	۱/۲۵	۴۲/۲۱	۳۷/۰۳	۳۹/۵۶	۱/۱۱	۴۳/۰۹	۳۷/۸۱
۱۰	ارتفاع باله پشتی	۴	۰/۷۷	۶/۲۱	۲/۱۷	۴/۱۴	۰/۶۹	۶/۲۴	۲/۹۶
۱۱	طول قاعده باله پشتی	۵/۳۸	۰/۶۶	۷/۰۲	۳/۷۳	۵/۶۸	۰/۵۴	۶/۸۶	۴/۶۰
۱۲	طول قاعده باله مخرجی	۴/۸۸	۰/۸۵	۶/۵۸	۲/۳۷	۵/۴۰	۰/۷۵	۷/۰۸	۳/۶۹
۱۳	ارتفاع باله مخرجی	۲/۹۰	۰/۷۳	۵/۸۰	۱/۴۶	۳/۵۸	۰/۵۶	۵/۴۵	۲/۶۵
۱۴	طول قاعده باله سینه‌ای	۲	۰/۴۱	۳/۲۶	۱/۲۰	۲/۲۴	۰/۵۷	۳/۲۵	۰/۸۳
۱۵	طول باله شکمی	۶/۹۵	۰/۷۸	۸/۵۰	۳/۵۳	۶/۱۸	۰/۸۵	۷/۴۲	۴/۴۵
۱۶	فاصله‌ی بین باله پشتی و شکمی	۱۰/۴۲	۱/۱۷	۱۲/۵۷	۵/۴۱	۱۰/۰۹	۱/۰۴	۱۱/۸۱	۷/۵۱
۱۷	طول ساقه‌ی دمی	۶/۱۶	۰/۹۰	۹/۰۸	۴/۳۱	۶/۴۵	۱/۴۳	۱۳/۲۳	۴/۴۲
۱۸	ارتفاع ساقه‌ی دمی	۴/۶۸	۰/۴۰	۵/۶۴	۳/۸۰	۵/۴۸	۰/۴۹	۶/۴۹	۴/۳۳
۱۹	ارتفاع سر	۸/۳۹	۰/۳۱	۹/۰۵	۷/۴۲	۹/۰۶	۰/۳۷	۹/۸۹	۸/۴۴

جدول ۲. آمار توصیفی تجزیه‌وتحلیل مؤلفه‌های اصلی صفات اندازشی در واسپی‌های رودخانه ماشکید و سرباز.

مؤلفه‌های اصلی	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی
۱	۳/۴۳۹	۱۹/۱۰۸	۱۹/۱۰۸
۲	۲/۷۵۰	۱۵/۲۷۹	۳۴/۳۸۷
۳	۲/۰۱۹	۱۱/۲۱۷	۴۵/۶۰۴
۴	۲/۰۰۵	۱۱/۱۳۸	۵۶/۷۴۲
۵	۱/۲۵۳	۶/۹۶۳	۶۳/۷۰۶

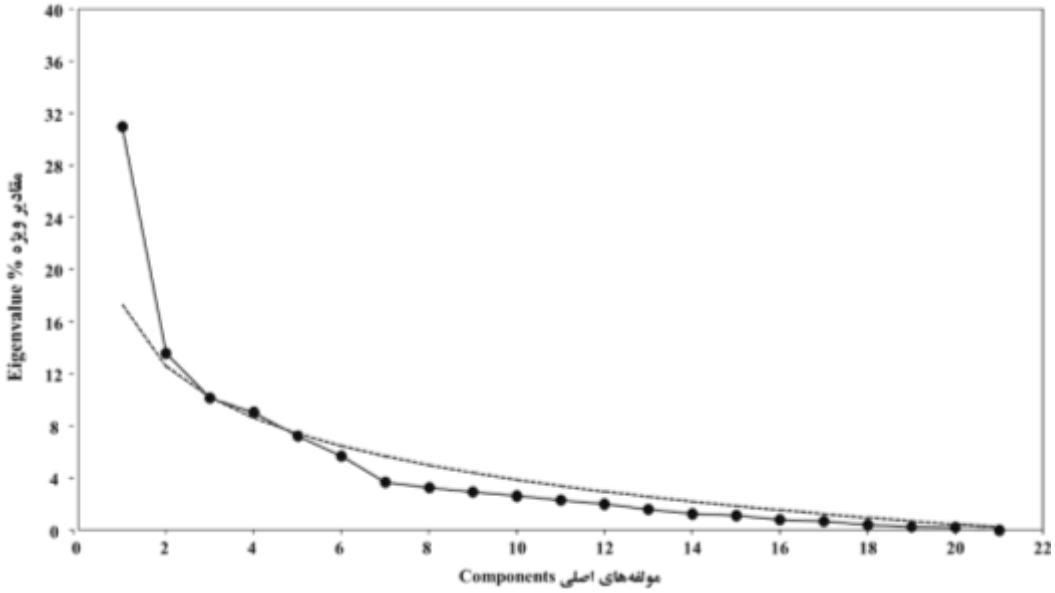
[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.8.4.12.4]

جدول ۳. ماتریکس و بارهای مؤلفه‌های اصلی صفات اندازشی.

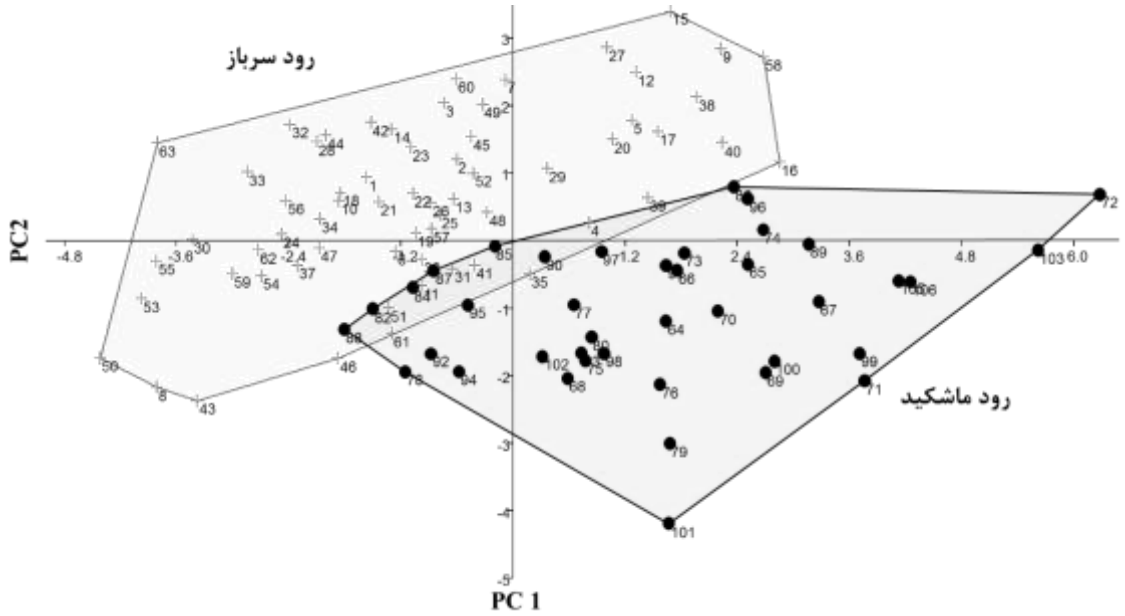
		مؤلفه‌های اصلی				
		ناحیه تنه	ناحیه سر	باله‌های فرد	ناحیه دم	باله پشتی
ردیف	صفات مورد اندازه‌گیری	۱	۲	۳	۴	۵
۱	ارتفاع بدن	۰/۶۷۳			۰/۵۱۳	
۲	طول سر		۰/۸۵۰			
۳	طول پوزه		۰/۷۷۲			
۴	طول پشت‌حدقه‌ای		۰/۶۳۱			
۵	قطر چشم		۰/۶۲۶			
۶	طول پیش‌باله پشتی	۰/۷۷۱				
۷	طول پیش‌باله شکمی	۰/۷۱۸				
۸	طول پیش‌باله مخرجی	۰/۸۲۲				
۹	ارتفاع باله پشتی					
۱۰	طول قاعده باله پشتی			۰/۶۶۹		۰/۸۶۳
۱۱	طول قاعده باله مخرجی			۰/۶۸۶		
۱۲	ارتفاع باله مخرجی				۰/۵۲۷	
۱۳	طول قاعده باله سینه‌ای					
۱۴	طول باله شکمی					
۱۵	فاصله بین باله سینه‌ای و شکمی			۰/۷۷۲		
۱۶	طول ساقه دمی				۰/۶۴۳	
۱۷	ارتفاع ساقه دمی				۰/۵۵۰	
۱۸	ارتفاع سر	۰/۷۰۲				

* در ستون‌های مربوط به مؤلفه‌های اصلی، فقط بارهای عاملی متغیرهایی که در هر عامل اثر معنی‌دار دارند ارائه شده است.



شکل ۳. نمودار سنگریزه‌ای مؤلفه‌های اصلی صفات اندازشی و خط‌چین، جداکننده مؤلفه‌های اصلی معنی‌دار بر اساس حد برش جولیف

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.8.4.12.4]



شکل ۴. نمودار پراکنش نمونه‌های مورد مطالعه بر اساس دو مؤلفه‌ی اصلی اول استخراج شده از صفات اندازشی.

جدول ۴. نتایج آزمون Wilks' Lambda در مورد برابری میانگین گروه‌ها

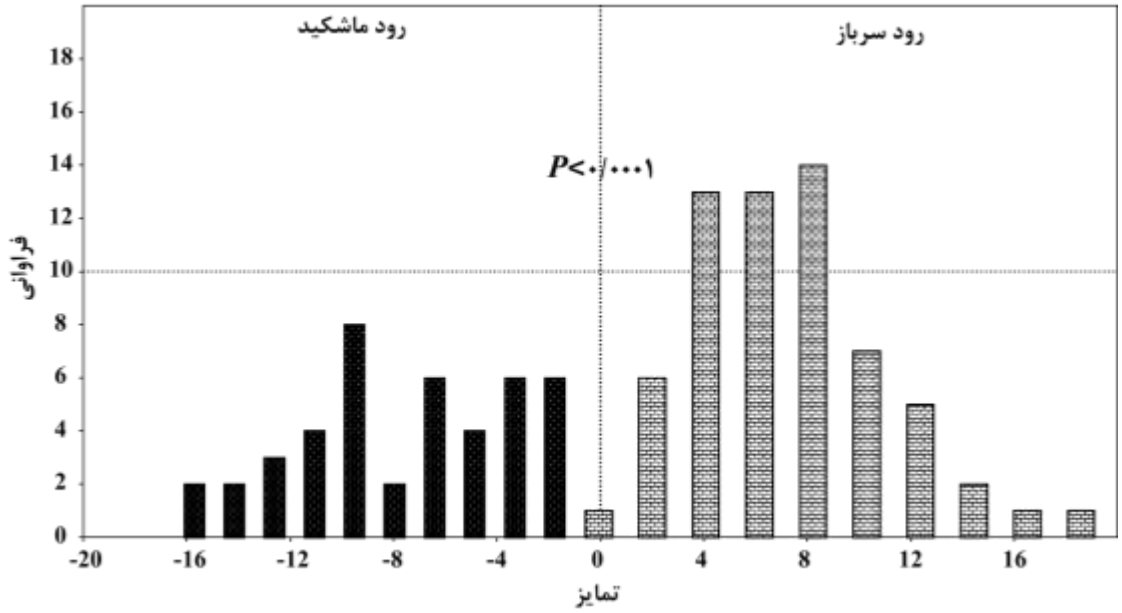
ردیف	صفت اندازه‌گیری شده	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
۱	ارتفاع بدن	۰/۲۷۸۰	۲۶۲/۹۲	۱	۱۰۱	۰۰۰[a]
۲	طول سر	۰/۵۱۳۰	۹۵/۷۹	۱	۱۰۱	۰۰۰[a]
۳	طول پوزه	۰/۵۴۹۰	۸۲/۸۳	۱	۱۰۱	۰۰۰[a]
۴	طول پشت‌حدقه‌ای	۰/۶۵۸۰	۵۲/۵۴	۱	۱۰۱	۰۰۰[a]
۵	قطر حدقه	۰/۷۸۷۰	۲۷/۳۶	۱	۱۰۱	۰۰۰[a]
۶	طول پیش‌باله پشتی	۰/۸۰۱۰	۲۵/۰۹	۱	۱۰۱	۰۰۰[a]
۷	طول پیش‌باله شکمی	۰/۸۲۱۰	۲۲/۰۴	۱	۱۰۱	۰۰۰[a]
۸	طول پیش‌باله مخرجی	۰/۸۷۵۰	۱۴/۳۹	۱	۱۰۱	۰۰۰[a]
۹	ارتفاع باله پشتی	۰/۸۹۲۰	۱۲/۲۵	۱	۱۰۱	۰۰۰[a]
۱۰	طول قاعده باله پشتی	۰/۹۱۱۰	۹/۸۴	۱	۱۰۱	۰۰۰[a]
۱۱	طول قاعده باله مخرجی	۰/۹۴۱۰	۶/۳۶	۱	۱۰۱	۰/۰۱[a]
۱۲	ارتفاع باله مخرجی	۰/۹۴۸۰	۵/۵۵	۱	۱۰۱	۰/۰۲
۱۳	طول قاعده باله سینه‌ای	۰/۹۷۱۰	۳/۰۳	۱	۱۰۱	۰/۰۹
۱۴	طول باله شکمی	۰/۹۸۸۰	۲/۰۶	۱	۱۰۱	۰/۱۵
۱۵	فاصله‌ی بین باله پشتی و شکمی	۰/۹۸۵۰	۱/۵۹	۱	۱۰۱	۰/۲۱
۱۶	طول ساقه‌ی دمی	۰/۹۸۹۰	۱/۱۸	۱	۱۰۱	۰/۲۸
۱۷	ارتفاع ساقه‌ی دمی	۰/۹۹۱۰	۰/۹۳	۱	۱۰۱	۰/۳۴
۱۸	ارتفاع سر	۰/۹۹۳۰	۰/۷۱	۱	۱۰۱	۰/۴۰

[a]: صفاتی که دارای بیشترین اهمیت در تابع متمایزکننده هستند ($p\leq$۰/۰۱).

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.8.4.12.4]

نتایج تجزیه‌وتحلیل تابع متمایزکننده (Hoteling's T=۶۷۱/۵، F=۲۵/۶۴۴ و $p<۰/۰۱$) حاکی از وجود تفاوت آماری معنی‌دار بین دو گروه بود و آن‌ها را به‌طور کامل و با صحت ۱۰۰٪ از یکدیگر متمایز کرد (شکل ۵). از بین ۱۸ صفت اندازشی مورد مطالعه، تعداد ۱۱ صفت دارای بیشترین ($p<۰/۰۱$) در ضریب متمایزکنندگی بودند (جدول ۴). میزان همبستگی استاندارد بین تابع متمایزکننده و صفات معنی‌دار معادل ۰/۹۱۹ به دست آمد. همبستگی استاندارد در واقع همبستگی بین تابع متمایزکننده و متغیرهای اندازه‌گیری شده را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج این مطالعه می‌توان بیان کرد که واسپی‌های رودخانه ماشکید دارای ارتفاع بدن، طول سر، طول پوزه، قطر حدقه، فاصله پشت‌حدقه‌ای، طول پیش‌باله پشتی، پیش‌باله شکمی و پیش‌باله مخرجی، ارتفاع باله پشتی، طول قاعده باله پشتی و طول قاعده‌ی باله مخرجی بیشتری نسبت به ماهیان رودخانه‌ی سرباز هستند. در سایر صفات مورد مقایسه هیچ تفاوت آماری معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نگردید.



شکل ۵. نمودار ستونی تمایز جمعیت‌های واسپی بر اساس DFA

بحث

روش تجزیه‌وتحلیل تابع متمایزکننده برای مقایسه‌ی تفاوت‌های بین دو گروه آماری به‌عنوان یک روش آماری چندمتغیره و مناسب مورد استفاده قرار می‌گیرد (Hammer *et al.*, 2001). مطالعه ماهیان از نظر تکاملی، بوم‌شناسی، رفتارشناسی، حفاظت، مدیریت منابع آبی و پرورش و بهره‌برداری از ذخایر ماهیان حائز اهمیت است (Lagler *et al.*, 1977). عوامل متعددی از قبیل فرآیندهای رشد، تکامل و بلوغ سبب اعمال تغییرات شکلی درون افراد یک جمعیت می‌گردند (Cadrin, 2000). می‌توان از تفاوت‌های ریختی و ژنتیکی بین جمعیت‌های ماهیان یک گونه که به خاطر جدا افتادگی آن‌ها برای مدت‌زمان کافی ایجاد شده باشد، جهت تشخیص و مدیریت ذخایر آن‌ها استفاده کرد (Turan, 2004). برخی محققین بیان کرده‌اند که حتی در بین جمعیت‌های مختلف از یک گونه، شرایط زیستگاهی می‌تواند تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر ریخت ماهیان تحمیل کند (Baumgartner *et al.*, 1988; Schluter and McPhail, 1992). با توجه به اینکه بسیاری از صفات اندازشی ماهیان می‌تواند به‌شدت تحت تأثیر اندازه باشد (Tzeng, 2004)، لذا در مطالعات مقایسه‌ای بر اساس صفات اندازشی لازم است عامل اندازه حذف گردد. با توجه به اینکه با استفاده از روش (Elliott *et al.*, 1995) عامل اندازه حذف گردید، لذا می‌توان تفاوت‌های مشاهده شده در روش‌های PCA و DFA را به‌عنوان تفاوت‌های ریختی واقعی در نظر گرفت. از طرفی با توجه به شباهت ابزار صید و هم‌زمانی عملیات نمونه‌برداری، تأثیر احتمالی عامل فصل، زمان و ابزار نمونه‌برداری در ایجاد تفاوت‌های ریختی در حداقل ممکن است. اما رودخانه‌ی سرباز در بخش مورد مطالعه در طول فصول گرم سال به‌شدت کم‌آب شده و ماهیان موجود

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]
[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.8.4.12.4]

در این رودخانه تحت تأثیر عوامل انتخاب‌گر محیطی قرار می‌گیرند. در فصول گرم تنها در برخی چالاب‌های مسیر رودخانه امکان بقاء ماهیان فراهم است.

تحقیقات متعددی در مورد استفاده از روش‌های ریخت‌سنجی برای شناسایی تنوع گونه‌ای ماهیان ایران انجام شده است. به‌عنوان‌مثال، کاربرد صفات ریخت‌سنجی سنتی اعتبار ۱۵ گونه از کفشک‌ماهی‌شکلان در خلیج‌فارس را مورد تائید قرار داده است (Yasemi *et al.*, 2005). همچنین تنوع ریختی میان‌جمعیتی ماهی شاه‌کولی در رودخانه‌های جنوبی دریای خزر به‌عنوان ابزاری برای شناسایی جمعیت‌های مختلف این ماهیان مورد ارزیابی قرار گرفته است (Bagherian and Rahmani, 2007). استفاده از صفات ریخت‌سنجی برای تفکیک جمعیت‌های مهاجر ماهی سیاه‌کولی در جنوب خزر مورد تائید قرار گرفته است (Rahmani and Abdoli, 2008). حتی برخی محققین بیان کرده‌اند که صفات اندازشی را می‌توان بهتر از صفات شمارشی در شناسایی جمعیت‌های ماهیان مورد استفاده قرار داد (Rahmani and Kiabi, 2006). مطالعه‌ی ریخت‌شناسی مقایسه‌ای ماهی خیاطه در گرگان‌رود و چالوس نشان داد شرایط محیطی می‌تواند در بروز تفاوت‌های ریختی بین جمعیت‌های یک گونه ماهی اثرگذار باشد و این تفاوت‌ها را می‌توان به کمک روش‌های ریخت‌سنجی رصد کرد (Haghighi *et al.*, 2012). بررسی مقایسه‌ای ویژگی‌های ریخت‌سنجی و شمارشی ماهی سوف معمولی در آب‌های ایرانی دریای خزر و سد ارس نشان داد که استفاده از روش‌های ریخت‌سنجی سنتی می‌تواند در بیش از ۶۷ درصد موارد در تفکیک جمعیت‌های مختلف موفق باشد (Akbarzadeh *et al.*, 2009). در رابطه با سن و رشد ماهی واسپی می‌توان به کار (Hossain *et al.*, 2009) در بنگلادش اشاره کرد که شرایط مناسب تولیدمثل و روند رشد و نمو این ماهی در هند را مورد مطالعه قرار داده است. اما در ایران تنها مطالعه‌ی انجام شده در مورد ریخت‌سنجی ماهی واسپی مربوط به Zamani-Faradonbeh و همکاران (۲۰۱۴) است که بر اساس روش ریخت‌سنجی هندسی و استفاده از صفات شمارشی انجام شده است. مطالعه حاضر را می‌توان اولین مقایسه‌ی صفات اندازشی ماهیان واسپی در ایران محسوب کرد. اما کمبود مطالعات در مورد ماهی واسپی در ایران احساس می‌شود که البته این مسئله در مورد بیشتر ماهیان غیراقتصادی آب‌های داخلی ایران مشهود است.

بر اساس نتایج تجزیه‌وتحلیل مؤلفه‌های اصلی و همچنین تحلیل تابع متمایزکننده، مهم‌ترین تفاوت‌های مشاهده شده مربوط به نواحی تنه و سر هستند. از جمله علل بروز تفاوت‌های ریختی بین جمعیت‌های مختلف ماهیان می‌تواند تفاوت در شرایط فیزیکی و شیمیایی رودخانه‌های محل زیست آن‌ها باشد (Samaee *et al.*, 2006; Yamamotoa *et al.*, 2006). شرایط رودخانه‌های ماشکید و سرباز از نظر شدت‌جریان آب، مقدار و کیفیت غذای در دسترس متفاوت است. در رودخانه ماشکید نواحی ایستابی با پوشش متراکم نی و گیاهان آبزی وجود دارد. به نظر می‌رسد ماهیان این منطقه نیاز به حالت هیدرودینامیک کمتر و در نتیجه نیاز به تلاش شنای کمتری دارند. از طرفی در رودخانه سرباز به علت شدت‌جریان بیشتر به‌ویژه در فصول بارانی و همچنین کاهش شدید حجم آب رودخانه در فصول گرم سال و حتی خشک شدن رودخانه در بخش‌هایی از مسیر، ماهیان این رودخانه را در معرض فشارهای گزینشی شدید قرار داده است. ماهیان این رودخانه در برخی فصول سال به دلیل تراکم بالا و کاهش حجم آب با رقابت غذایی روبرو شده و بسیاری از آن‌ها گرسنگی طولانی و کاهش وزن را تجربه می‌کنند. مسلماً تعدادی از آن‌ها نیز توانایی تحمل شرایط موجود را نداشته و از جمعیت حذف می‌شوند. به نظر می‌رسد دلیل اصلی تفاوت ریختی مشاهده شده بین ماهیان واسپی دو زیستگاه، به‌واسطه شرایط مساعدتر رودخانه ماشکید و دشواری زیستگاه رود سرباز باشد.

برخی محققین پیشنهاد کرده‌اند که تغییرات زیستگاهی خُرد می‌تواند تأثیر بسزایی در تفاوت‌های ریختی درون‌گونه‌ای داشته باشد (Walker, 1996). چنین تفاوت‌هایی حتی ممکن است در بین ماهیان یک دریاچه یا یک منطقه خاص از دریاچه نیز مشاهده شود و ممکن است تا حدی پیش روند که حتی سبب جدایی زیستی و تولیدمثلی شوند (Smith and Skulason, 1996). در نهایت می‌توان نتایج این مطالعه را بدین شکل بیان کرد که بر اساس تفاوت‌های ریختی مشاهده شده، جمعیت‌های ماهی واسپی دو رودخانه ماشکید و سرباز کاملاً قابل تفکیک هستند. هرچند تفاوت‌های مشاهده شده در این مطالعه را می‌توان به‌عنوان انعطاف‌پذیری ریختی در پاسخ به شرایط محیطی دانست و حتی می‌تواند یک نوع تفاوت ریختی موقت مربوط به فصل باشد، اما در صورت وجود زمان کافی و ادامه اعمال فشارهای انتخاب طبیعی، می‌توان انتظار ایجاد تفاوت‌های دیگر مانند بروز

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.8.4.12.4]

کشندهای ژنتیکی و در نهایت فرآیندهای گونه‌زایی را داشت. با توجه به اینکه گونه حاضر به دلیل دامنه‌ی پراکنش گسترده از هند تا ایران، از نظر جغرافیای جانوری حائز اهمیت است (Coad, 1996)، لذا پیشنهاد می‌گردد مطالعات زیست‌شناسی دیگری شامل مطالعات سن و رشد، مطالعات تنوع ژنتیکی بین جمعیتی و نیز مطالعات فایلوژئوگرافی انجام گیرد. همچنین جا دارد مطالعاتی در زمینه‌ی استراتژی‌های بقاء این گونه در شرایط دشوار زیست‌محیطی انجام گیرد تا دانش ما در مورد راه‌کارهای ماهیان برای پاسخ به تغییرات اکوسیستم آن‌ها افزایش یابد.

منابـع

Abdoli, A. 2000. The inland water fishes of Iran. 1st. Tehran, Naghsh Mana Publication. 378 p. (in Persian)

Abramoff, M.D., Magalhaes, P.J., Ram, S.J. 2004. Image Processing with ImageJ. Biophotonics International. 11(7): 36-42.

Akbarzadeh, A., Karami, M., Nezami, S.-A., Amiri, B.M., Khara, H., Eagderi, S. 2009. A comparative study of morphometric and meristic characters of pikeperch *Sander lucioperca* (L.) in Iranian waters of Caspian Sea and Aras Dam Lake. Iranian Journal of Biology. 2(3): 535-545. (in Persian)

Bagherian, A., Rahmani, H. 2007. Morphological differentiation between two populations of the Shemaya, *Chalcalburnus chalcoides*: a geometrical morphometric approach. Zoology in the Middle East. 40: 53-62.

Baumgartner, J.V., Bell, M.A., Weinberg, P.H. 1988. Body form differences between the Enos Lake species pair of threespine sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* complex). Canadian Journal of Zoology. 66(2): 467-474.

Cadrin, S.X. 2000. Advances in morphometric identification of fishery stocks. Reviews in Fish Biology and Fisheries. 10(1): 91-112.

Coad, B.W. 1996. Zoogeography of the fishes of the Tigris-Euphrates basin. Zoology in the Middle East. 13(1): 51-70.

Coad, B.W. 2016. Freshwater fishes of Iran. Vol. 2016. Ottawa. World Wide Web Electronic Publication.

Costa, C., Cataudella, S. 2007. Relationship between shape and trophic ecology of selected species of Sparids of the Caprolace coastal lagoon (Central Tyrrhenian sea). Environmental Biology of Fishes. 78: 115-123.

Devi, K.R., Indra, T.J. 1997. Check List of the Native Freshwater Fishes of India. 1st. India, Zoological Survey of India. 24 p.

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

Froese, R., Pauly, D. 2016. FishBase. In: Froese, R., Pauly, D. (eds.). FishBase. Vol. 2016. World Wide Web Electronic Publication.

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.

Haghighi, E., Satari, M., Dorafshan, S., Keivani, Y., Khoshkholgh, M., Moosavi-Sabet, S.-H. 2012. Comparative morphology of Khayateh (Cyprinidae: *Alburnoides eichwaldii*) in Kargan-Rood and Chaloos Rivers using wireframe network. Journal of Applied Ichthyological Research. 1(1): 41-52. (in Persian)

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica. 4(4): 1-9.

Helfman, G.S., Collette, B.B., Facey, D.E., Bowen, B.W. 2009. The Diversity of Fishes: Biology, Evolution, and Ecology. 2nd edition. Wiley-Blackwell. 736 p.

Hossain, M.I., Sarmin, S., Alam, M.M., Alam, L., Mokhtar, M., Samad, M.A. 2015. Food and feeding habit of *Aspidoparia morar*: a Study on Padma River in Northwestern Bangladesh. Trends in Fisheries Research. 4(1): 24-31.

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.8.4.12.4]

Hossain, M.Y., Jasmine, S., Ibrahim, A.H.M., Ahmed, Z.F., Rahman, M.M., Ohtomi, J. 2009. Length–weight and length–length relationships of 10 small fish species from the Ganges, Bangladesh. Journal of Applied Ichthyology. 25(1): 117-119.

Hossain, Y. 2010. Morphometric relationships of length-weight and length-length of four Cyprinid small indigenous fish species from the Padma River (NW Bangladesh). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 10: 131-134.

IBM-Corporation. 2012. IBM SPSS Statistics for Windows. Vol. 21.0. Armonk, NewYork: IBM Corporation.

Jouladeh-Roudbar, A., Vatandoust, S., Eagderi, S., Jafari-Kenari, S., Mousavi-Sabet, H. 2015. Freshwater fishes of Iran; an updated checklist. AACL Bioflux (Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of the Bioflux Society). 8(6): 855-909.

Lagler, K.F., Bardach, J.E., Miller, R.R., Passino, D.R.M. 1977. Ichthyology. 2nd edition. New York, Wiley. 528 p

Rahmani, H., Abdoli, A. 2008. Inter- population morphological diversity in *Vimba vimba persa* (Pallas, 1814) in Gorganrud river, Shirud river and Anzali lagoon. Journal of Agriculture and Natural Resource. 15(1): 1-11. (in Persian)

Rahmani, H., Kiabi, B.H. 2006. Inter-Population morphological diversity in *Chalcalburnus chalcoides* (Gueldenstaedt, 1772) in Haraz and Gazafrud Rivers. Journal of Environmental Sciences. 10(4): 21-34. (in Persian)

Samaee, S.M., Mojazi-Amiri, B., 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 Zoologica. 55(3): 323-335.

Schluter, D., McPhail, J.D. 1992. Ecological character displacement and speciation in sticklebacks. The American Naturalist. 140(1): 85-108.

Smith, T.B., Skulason, S. 1996. Evolutionary significance of resource polymorphisms in fishes, amphibians and birds. Annual Review of Ecology and Systematics. 27: 111-133.

Strauss, R.E., Bond, C.E. 1990. Taxonomic methods: morphology. In: Schreck, C.B., Moyle, P.B. (eds.). Methods for fish biology. Bethesda, Maryland, American Fisheries Society. pp. 109-140.

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. 2004. Stock identification of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) using morphometric and meristic characters. ICES Journal of Marine Science. 61: 774-781.

Tzeng, T.-D. 2004. Morphological variation between populations of spotted mackerel (*Scomber australasicus*) off Taiwan. Fisheries Research. 68: 45-55.

Walker, J.A. 1996. Principal components of body shape variation within an endemic radiation of threespine Stickleback. In: Marcus, L.F. (ed.). Advances in Morphometries. New York, Plenum Press. pp. 321-334.

Webb, P.W. 1982. Locomotor patterns in the evolution of actinopterygian fishes. American Zoologist. 22: 329-342.

Wootton, R.J. 1999. Ecology of Teleost Fishes. 2nd edition. London, Springer. 392 p.

Yamamotoa, 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: 352-358.

Yasemi, M., Keivan, A., Vosooghi, G.-H., Ahmadi, M.-R., Farzingol, M., Fatemi, M.R. 2005. investigation of the diversity of Pleuronectiformes from Persian Gulf coastal waters, Hormozgan province using morphometrics and meristic characteristics. Journal of Marine Sciences. 4(3-4): 83-92. (in Persian)

Zamani-Faradonbeh, M., Eagderi, S., Nasri, M. 2014. Geometrics morphometric comparison of populations of Waspi *Cabdio morar* (Hamilton, 1822) in Mashkil and Mokran Basins. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 23(2): 72-61. (in Persian)

[Downloaded from jae.hormozgan.ac.ir on 2026-05-19]

[DOR: 20.1001.1.23222751.1398.8.4.12.4]