مقایسه جمعیتهای ماهی واسپی *Cabdio morar* (Hamilton, 1822) در حوضه‌های ماشکیل و مکران بر اساس صفات شمارشی و ریخت‌سنجی هندسی

مظاهر زمانی فرادنبه ، سهیل ایگدری، منوچهر نصری*

* man_nasri@yahoo.com

دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۲ **تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۳**

چکیده

ریخت‌سنجی هندسی لندمارک-پایه و مقایسه صفات شمارشی با هدف درک الگوی تفاوت‌های بالقوه بین دو جمعیت ماهی واسپی از دو حوضه ماشکیل و مکران انجام شد. برای این منظور تعداد ۹۷ قطعه ماهی واسپی شامل ۶۴ قطعه از رودخانه ماشکیل (حوضه‌های ماشکیل) و ۳۳ قطعه از رودخانه سرباز(حوضه مکران) صید شدند. پس از ثبت صفات شمارشی، از نیم‌رخ چپ ماهیان عکس‌برداری به عمل آمده و تعداد ۱۴ لندمارک بر روی تصاویر دو بعدی انتخاب و رقومی سازی شدند. صفات شمارشی و داده‌های شکلی حاصله پس از آنالیز پروکراست (روی هم گذاری)، با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره PCA و DFA مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند. از نظر شکلی، تفاوت معنی‌داری بین دو جمعیت مورد مطالعه مشاهده شد ($P<0/001$). ماهیان رودخانه سرباز دارای ارتفاع بدن و ارتفاع ساقه دمی بیشتر اما طول ساقه دمی کمتری بود. با توجه به عدم تفاوت در صفات شمارشی و از طرفی تفاوت شرایط رودخانه‌های مورد مطالعه (تراکم پوشش گیاهی، عمق آب، شدت‌جریان آب و مقدار غذای در دسترس)، تفاوت‌های مشاهده شده را می‌توان حاصل پاسخ‌های انعطاف‌پذیری ریختی به شرایط زیستگاهی رودخانه‌ها در نظر گرفت.

لغات کلیدی: انعطاف‌پذیری ریختی، ریخت‌سنجی هندسی، ماهی واسپی، *Cabdio morar*.

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.2.7.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2014.103697]

مقدمه

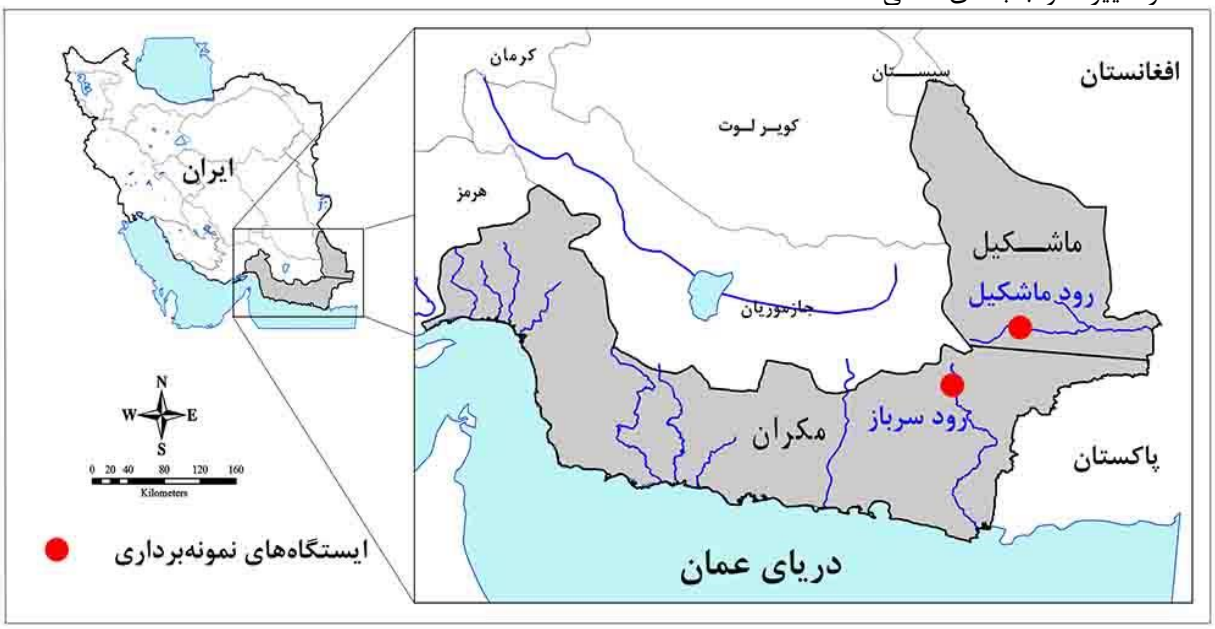
ماهی واسپی (نام محلی در پاکستان) از خانواده کپورماهیان، ساکن حوضه‌های ماشکیل و مکران در جنوب شرق ایران است (عبدلی، ۱۳۷۸). واسپی (*Capdio morar*) قبلاً با نام علمی *Aspidoparia morar* شناخته می‌شد (Froese & Pauly, 2013). این ماهی به تعداد فراوان و در بیشتر رودخانه‌های حوضه‌های محل پراکنشش یافت می‌شود (عبدلی، ۱۳۷۸ و Coad, 2013). این ماهی در ایران فاقد ارزش خوراکی بوده اما در بنگلادش در سبد غذایی مردم جای دارد (عبدلی، ۱۳۷۸ و Hossain, 2010; Coad, 2013). با توجه به اندازه نسبتاً کوچک و رنگ‌آمیزی این ماهی بخصوص در فصل تولیدمثل، می‌تواند ارزش تزئینی نیز داشته باشد. پراکنش جنس *Cabdio* از شرق منطقه جغرافیایی اورینتال تا بخش‌هایی از دیرین‌شمالگان به‌ویژه جنوب شرق ایران را شامل می‌شود (Coad, 2013; Devi & Indra, 1997; Froese & Pauly, 2013; Hossain, 2010). ماهی واسپی به خاطر پراکنش در دو منطقه جغرافیای جانوری و همچنین جایگاه ایران به عنوان پل زیستی بین مناطق جغرافیایی (Coad, 1996) و نیز تنوع نسبتاً بالای ماهیان آب‌های داخلی ایران، مطالعه فون ماهیان ایران از نظر مطالعات تنوع زیستی و جغرافیای جانوری حائز اهمیت است. یکی از راه‌های مرسوم و مفید برای مطالعه و شناسایی جمعیت‌های مختلف ماهیان از یکدیگر، بررسی صفات ریخت‌شناسی آنهاست (Wootton, 1999). هر قدر صفات انتخابی در تمایز یا تشخیص تنوع موجود در جمعیت‌های مورد مطالعه نقش بیشتری بازی کنند، اهمیت آنها در مطالعات ریخت‌شناسی افزایش می‌یابد (Helfman *et al.*, 2009). شکل بدن به‌عنوان بخشی از ریخت‌شناسی یک موجود زنده می‌تواند منعکس‌کننده برخی از جنبه‌های زیست‌شناسی آن باشد ازجمله کارایی تغذیه، تحرک و موفقیت‌های مرتبط با شکار و شکارگری (Guill *et al.*, 2003). محیط‌زیست نیز به‌عنوان یک عامل قوی در اعمال تغییرات شکلی در موجودات زنده محسوب می‌گردد (Costa and Cataudella, 2007). شکل بدن، یک شاخص مهم برای رفتارهای شناگری و انتخاب زیستگاه در ماهیان است (Webb, 1982). از این‌رو، شکل بدن نه تنها انعکاس دهنده ویژگی‌های ژنتیکی بلکه منعکس‌کننده وضعیت محیط زندگی و زیستگاه ماهی می‌تواند باشد (Guill *et al.*, 2003). روش ریخت‌سنجی هندسی روشی بر پایه مختصات لندمارک‌ها است که برای آنالیز تغییرات شکل نمونه‌های مورد مطالعه از همین مختصات‌ها به عنوان داده‌های شکلی استفاده می‌گردد (Adams *et al.*, 2004). روش تجزیه‌وتحلیل تابع متمایز کننده (DFA) روشی است مبتنی بر آمار چند متغیره به‌منظور تعیین اجزاء شکلی که بیش‌ترین تفاوت را در بین گروه‌های مشاهدات نشان می‌دهند (Hammer *et al.*, 2001). با استفاده از تکنیک‌های ریخت‌سنجی هندسی می‌توان تأثیرات محیط‌زیست و پاسخ‌های انعطاف‌پذیری ریختی مربوطه در ماهیان را مطالعه کرد همچنین می‌توان برای اهدافی همچون شناسایی گونه‌ها، مطالعات ارزیابی ذخایر ماهیان و غیره استفاده کرد (Demandt and Bergek, 2009; Walker, 1996). مطالعه حاضر به منظور بررسی احتمال وجود تفاوت‌های شکلی بین جمعیتی در بین واسپی‌های دو حوضه مکران و ماشکیل تعریف و اجرا گردید.

مواد و روش کار

طی شهریورماه ۱۳۹۱، تعداد ۹۷ قطعه ماهی واسپی شامل ۶۴ قطعه از رودخانه ماشکیل (حوضه ماشکیل) و ۳۳ قطعه از رودخانه سرباز (حوضه مکران) با استفاده از دستگاه الکتروشوکر صید شدند (شکل ۱). نمونه‌ها پس از بیهوشی در محلول عصاره گل میخک، در فرمالین ٪۱۰ تثبیت و به آزمایشگاه تکوین و بیوسیستماتیک آبزیان دانشگاه تهران منتقل شدند. صفات شمارشی که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت شامل تعداد فلس‌های رو،

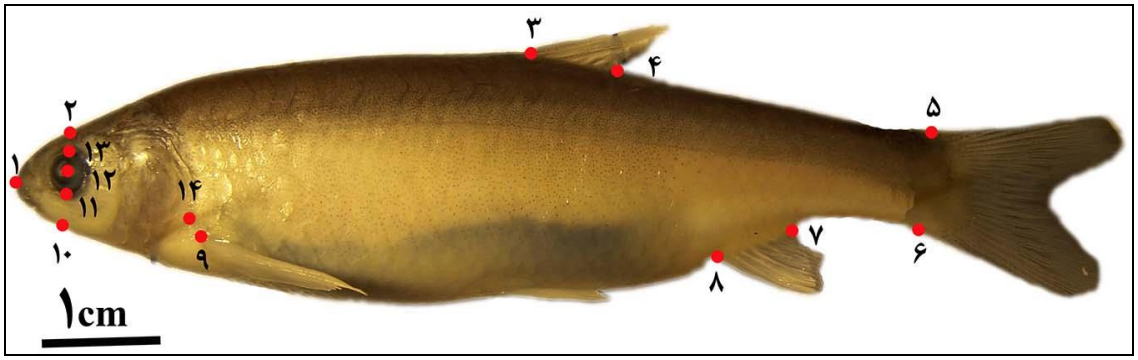
[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.2.7.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2014.103697]

بالا و پایین خط جانبی، تعداد شعاع‌های باله‌های پشتی و مخرجی بودند. صفات شمارشی با استفاده از لوپ دوچشمی با بزرگنمایی ۱۰ برابر مشاهده و شمارش شدند. برای مقایسه جمعیت‌ها بر اساس صفات شمارشی از روش تجزیه‌وتحلیل تابع متمایز کننده (DFA) استفاده شد. در مورد داده‌های شکلی، به منظور کاهش تغییرات شکل بدن ناشی از رشد آلومتریک، تنها نمونه‌های با طول کل بیش از ۵ سانتیمتر برای مقایسه انتخاب شدند. از نیم‌رخ چپ تمامی ماهیان با استفاده از دوربین دیجیتال کوداک مدل EasySharw Z650 با قدرت تفکیک‌پذیری ۶ مگاپیکسل نصب شده بر روی پایه مخصوص، عکس‌برداری به عمل آمد. تعداد ۱۴ لندمارک هم‌ساخت بر روی نمونه‌ها انتخاب و با استفاده از نرم‌افزار tpsDig2 (Rohlf, 2010) رقومی سازی شده و فایل‌های tps از آن‌ها تهیه گردید (شکل ۲). به منظور یافتن متغیرهای فرضی (مؤلفه‌های اصلی) که حداکثر تغییرات و جنبه‌های مخفی تفاوت‌های شکلی احتمالی بین دو گروه مورد مطالعه را نشان دهند، از روش PCA استفاده شد. مؤلفه‌های اصلی حاصله از این روش در واقع ترکیبات خطی متغیرهای اولیه هستند (Hammer, 2012). انتخاب مؤلفه‌های اصلی معنی‌دار، بر اساس خط شکست و نقطه برش جولیف انجام شد (Jolliffe, 2002). با استفاده از آنالیز پروکراست (Zelditch, 2004)، تغییرات غیر شکلی (اندازه، جهت و موقعیت) لندمارک‌ها حذف شد. سپس داده‌های حاصله از شکل بدن جمعیت‌های مورد مطالعه با استفاده آنالیزهای چند متغیره تجزیه‌وتحلیل تابع متمایز کننده (DFA) با استفاده از نرم‌افزار MorphoJ 1.02j (Klingenberg, 2011) مورد تحلیل قرار گرفتند. در مطالعه حاضر از نرم‌افزارهای SPSS 20. 0 (IBM-Corporation, 2012)، PAST 2. 17c (Hammer *et al*., 2001) و MorphoJ 1.02j (Klingenberg, 2011) استفاده شد.



شکل ۱: موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در حوضه‌های ماشکیل و سرباز در سیستان و بلوچستان

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.2.7.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2014.103697]



شکل ۲: لندمارک‌های تعیین شده بر روی نمونه ماهیان: ۱- جلوترین بخش فک بالا، ۲- محل تقاطع امتداد خطی که از لبه‌های بالا و پایین حدقه می‌گذرد با لبه پشتی سر، ۳- ابتدای قاعده‌ی باله‌ی پشتی، ۴- انتهای قاعده‌ی باله‌ی پشتی، ۵- لبه بالایی قاعده باله دمی، ۶- لبه پایینی قاعده باله دمی، ۷- انتهای قاعده‌ی باله‌ی مخرجی، ۸- ابتدای قاعده‌ی باله‌ی مخرجی، ۹- ابتدای قاعده‌ی باله‌ی سینه‌ای، ۱۰- محل تقاطع امتداد خطی که از لندمارک‌های بالا و پایین حدقه می‌گذرد با لبه زیرین سر، ۱۱- لبه پایینی حدقه (محل تقاطع امتداد خطی که عمود بر خط طولی بدن از مرکز چشم می‌گذرد و پایین‌ترین بخش لبه حدقه چشم)، ۱۲- مرکز حدقه چشم، ۱۳- لبه بالایی حدقه (محل تقاطع امتداد خطی که عمود بر خط طولی بدن از مرکز چشم می‌گذرد و بالاترین بخش لبه حدقه چشم)، ۱۴- انتهای سرپوش آبششی.

نتایج

در رابطه با صفات شمارشی نمونه‌های مورد استفاده پس از محاسبه آماره‌های تعداد (مد)، دامنه، میانگین و انحراف استاندارد (جدول ۱)، مقایسه صفات شمارشی به روش Wilks' Lambda) DFA انجام شد. با توجه به مقدار بالای آماره جدول ۲) هیچ‌کدام از صفات شمارشی مورد استفاده قادر به تمایز بین دو جمعیت نبودند. جدول ۳ نیز در تأیید نتایج گفته شده، همبستگی تابع متمایز کننده را با گروه‌بندی مورد نظر ما در حد بسیار پایینی نشان داد که به معنی عدم امکان تمایز دو جمعیت بر اساس صفات شمارشی مورد استفاده است. در نهایت با توجه به اینکه روش تجزیه‌وتحلیل تابع متمایز کننده ($F=۲/۳۶$ و $P>۰/۰۱$) تنها قادر است ۵۹/۸ درصد نمونه‌ها را به طور صحیحی در گروه‌های پیش‌فرض دسته‌بندی کند، بنابراین بر اساس داده‌های شمارشی این مطالعه نمی‌توان جمعیت‌های ماهی واسپی رودخانه‌های ماشکیل و سرباز را تفکیک کرد (شکل ۳). بر اساس نتایج PCA، تعداد ۲۸ عامل اصلی استخراج شد که از بین آنها تعداد ۴ عامل بالاتر از نقطه برش جولیف قرار داشتند و در مجموع ۷۳/۷۷ درصد واریانس را به خود اختصاص دادند (شکل ۴). به منظور بررسی احتمال وجود تفاوت بین نمونه‌های مورد مطالعه، نمودار پراکنش نمونه‌ها بر اساس دو مؤلفه اصلی اول که به ترتیب ۵۰/۳۴ و ۱۷/۳۷ درصد واریانس‌ها را به خود اختصاص داده بودند ترسیم شد (شکل ۵). نمودار حاصله دو جمعیت را بر اساس دو مؤلفه اصلی اول به خوبی از هم تفکیک کرد. در مرحله بعد به منظور تعیین مهم‌ترین صفات متمایز کننده دو جمعیت، از تجزیه‌وتحلیل تابع متمایز کننده استفاده شد. نتایج تجزیه‌وتحلیل تابع متمایز کننده بر اساس فاصله ماهالانوبیس ۶/۲۹۵ و سطح معنی‌داری $P<۰/۰۰۰۱$، نشان داد که دو جمعیت مورد مطالعه از نظر شکلی دارای تفاوت معنی‌دار هستند (شکل ۶). با توجه به نمودار قاب سیمی (Wire Frame) ترسیم شده بر اساس شکل اجماع هر کدام از جمعیت‌ها (شکل ۷)، می‌توان مهم‌ترین تفاوت‌های ریختی مشاهده شده را به صورت زیر بیان کرد: جمعیت رودخانه

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.2.7.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2014.103697]

سرباز دارای ارتفاع بدن و ارتفاع ساقه دمی بیشتر اما طول ساقه دمی کمتری هستند.

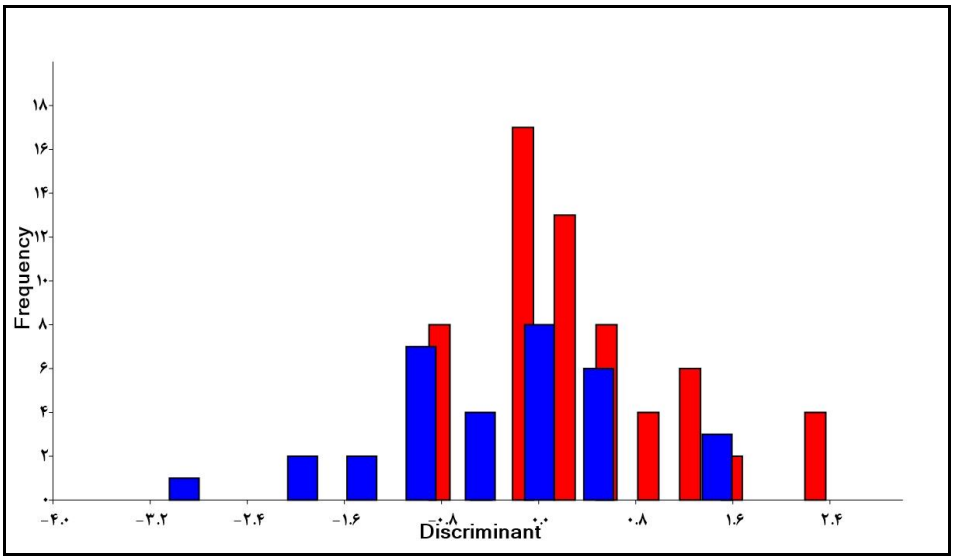
جدول ۱: خلاصه نتا یج سنجشهای صفات شمارشی نمونه‌های مورد مطالعه.

ردیف	ویژگی‌های شمارشی	تعداد (مُد)		دامنه		SD ± میانگین	
		سرباز	ماشکیل	سرباز	ماشکیل	سرباز	ماشکیل
۱	تعداد فلس خط جانبی	۴۳	۴۱	۳۸-۴۵	۴۰-۴۶	۴۱/۹۰±۱/۸۴	۴۲/۸۱±۱/۶
۲	تعداد فلس بالای خط جانبی	۷	۷	۶-۷	۶-۷	۶/۶۰±۰/۴۹	۶/۵۶±۰/۵۰
۳	تعداد فلس زیر خط جانبی	۴	۴	۴-۵	۴	۴/۰۳±۰/۱۷	۴±۰۰
۴	تعداد شعاع‌های سخت باله‌ی پشتی	۳	۳	۲-۳	۲-۳	۲/۹۰±۰/۲۹	۲/۹۲±۰/۲۷
۵	تعداد شعاع‌های نرم باله‌ی پشتی	۸	۸	۷-۸	۷-۸	۷/۹۰±۰/۲۹	۷/۸۲±۰/۳۸
۶	تعداد شعاع‌های سخت باله‌ی مخرجی	۲	۲	۲	۱-۲	۲±۰/۰۰	۱/۹۳±۰/۲۴
۷	تعداد شعاع‌های نرم باله‌ی مخرجی	۹	۹	۸-۹	۸-۹	۸/۹۰±۰/۲۹	۸/۷۹±۰/۴۰

جدول ۲: نتایج آزمون (Wilks' Lambda) برابری گروه‌ها بر اساس صفات شمارشی.

ردیف	ویژگی‌های شمارشی	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
۱	تعداد فلس خط جانبی	۰/۹۳۸	۶/۲۴۱	۱	۹۵	۰/۰۱۴
۲	تعداد فلس بالای خط جانبی	۰/۹۹۸	۰/۱۶۶	۱	۹۵	۰/۶۸۵
۳	تعداد فلس زیر خط جانبی	۰/۹۸۰	۱/۹۵۹	۱	۹۵	۰/۱۶۵
۴	تعداد شعاع‌های سخت باله‌ی پشتی	۱	۰/۰۴۶	۱	۹۵	۰/۸۳۰
۵	تعداد شعاع‌های نرم باله‌ی پشتی	۰/۹۸۸	۱/۱۴۶	۱	۹۵	۰/۲۸۷
۶	تعداد شعاع‌های سخت باله‌ی مخرجی	۰/۹۷۸	۲/۱۵۵	۱	۹۵	۰/۱۴۵
۷	تعداد شعاع‌های نرم باله‌ی مخرجی	۰/۹۷۹	۱/۹۹۰	۱	۹۵	۰/۱۶۲

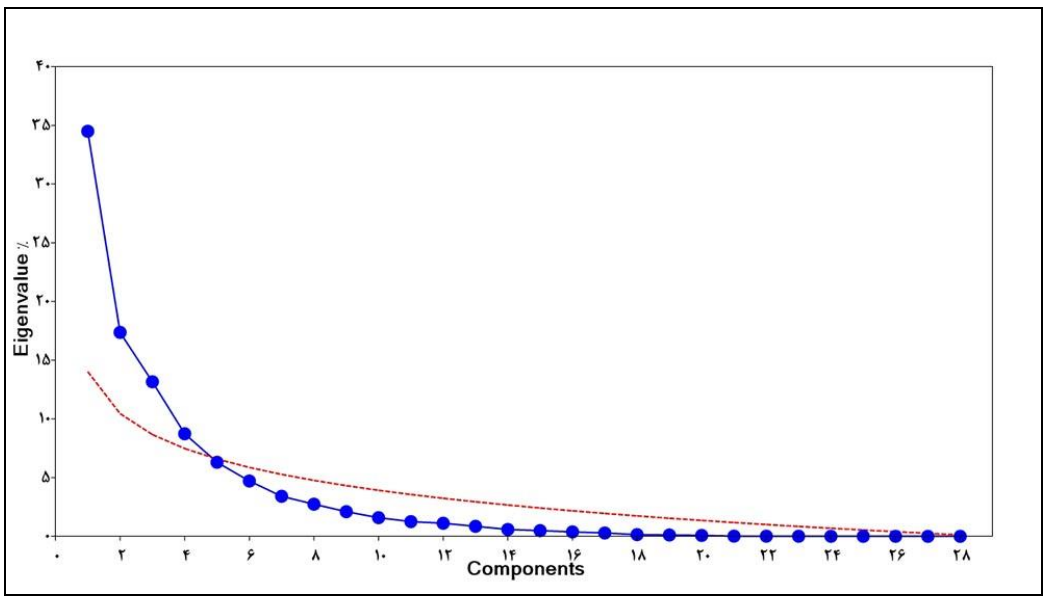
[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.2.7.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2014.103697]



شکل ۳: نمودار توابع متمایز کننده صفات شمارشی بین جمعیت‌های ماهی واسپی (ستون‌های ضخیم مربوط به رود سرباز و ستون‌های باریک مربوط به رود ماشکیل هستند).

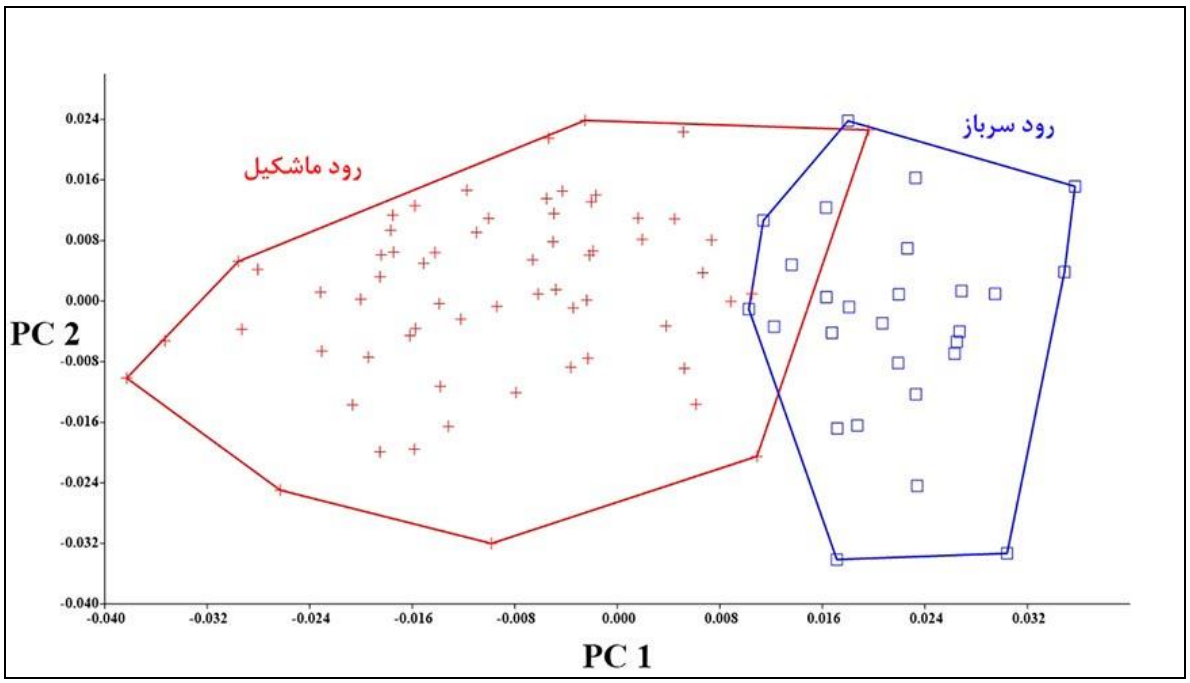
جدول ۳: خلاصه نتایج DFA در مورد همبستگی معیار بین تابع متمایز کننده و گروه‌بندی فرضی.

تابع	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی	همبستگی معیار
۱	۰/۱۸۶	۱۰۰	۱۰۰	۰/۳۹۶

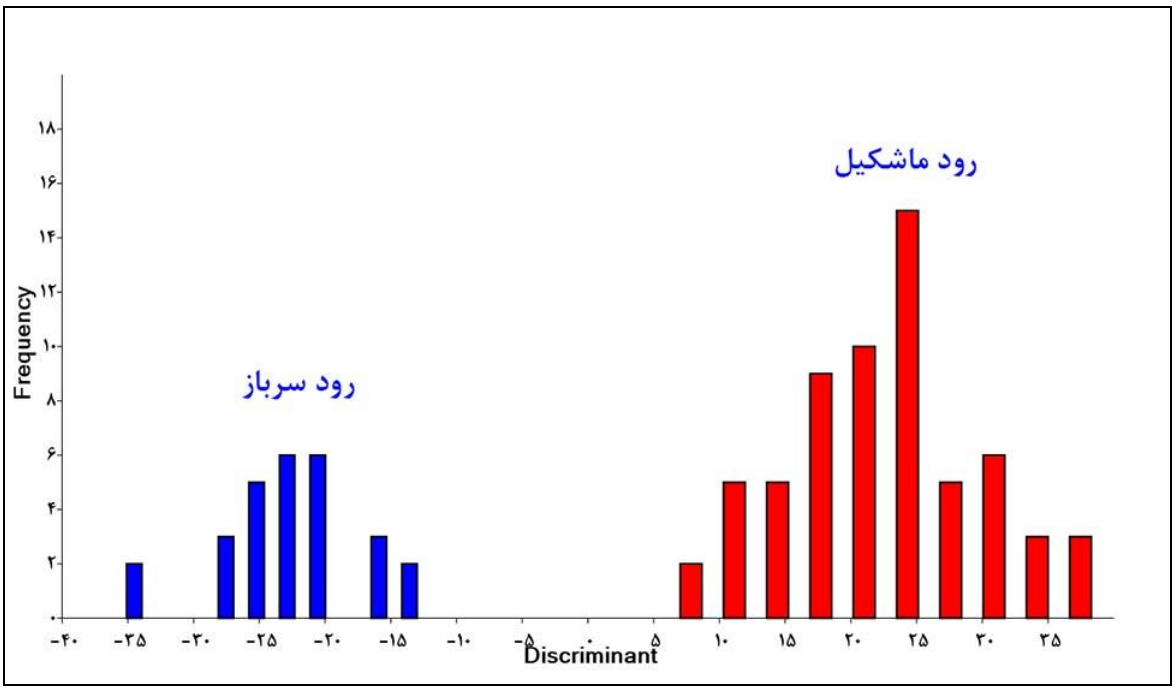


شکل ۴: نمودار سنگریزه‌ای مؤلفه‌های اصلی شکل و نمایش نقطه برش جولیف (خط نقطه‌چین) که نشان‌دهنده مرز مؤلفه‌های اصلی معنی‌دار است.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.2.7.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2014.103697]

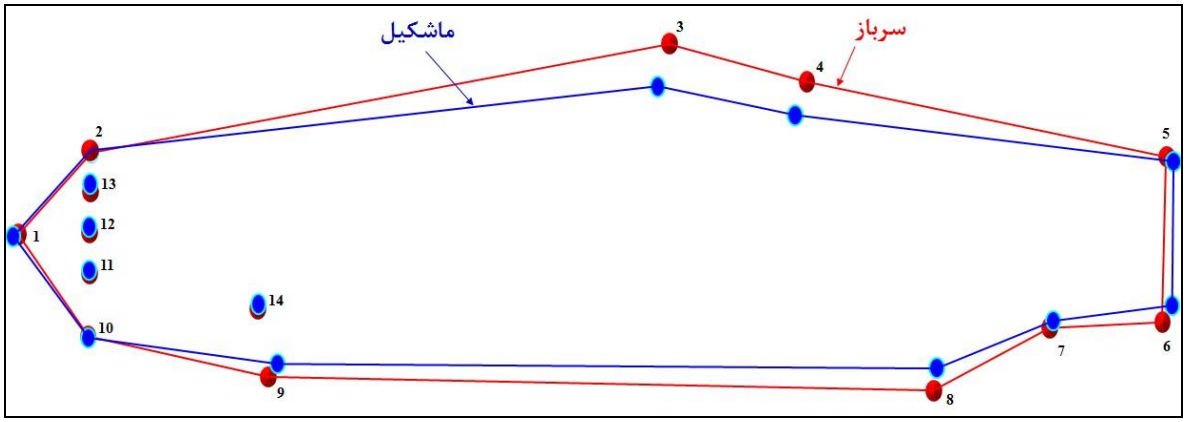


شکل ۵: نمودار تمایز جمعیت‌های مورد مطالعه بر اساس دو مؤلفه اصلی اول.



شکل ۶: نمودار تمایز شکلی جمعیت‌های مورد مطالعه بر اساس تجزیه‌وتحلیل تابع متمایز کننده ($P<۰/۰۰۱$).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.2.7.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2014.103697]



شکل ۷: نمایش قاب سیمی (wireframe) شکل میانگین جمعیت‌های مورد مطالعه

بحث

مطالعه جنبه‌های مختلف زیستی ماهیان از نظر تکاملی، بوم‌شناسی، حفاظت، مدیریت منابع آبی و اهداف پرورش و مدیریت بهره‌برداری از ذخایر حائز اهمیت است (Lagler *et al.*, 1977). برخی محققین بیان کرده‌اند که حتی در بین جمعیت‌های مختلف از یک گونه، شرایط زیستگاهی می‌تواند تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر ریخت ماهیان اعمال کند (Baumgartner *et al.*, 1988; Schluter & McPhail, 1992). حتی فرآیندهایی مانند رشد، تکامل و بلوغ می‌توانند سبب تغییرات درون افراد یک جمعیت بشوند (Cadrin, 2000). از تفاوت‌های ریختی و ژنتیکی که به واسطه جدا افتادگی جغرافیایی جمعیت‌ها رخ داده و این فرآیند مدت زمان کافی به طول بیانجامد، می‌توان جهت شناسایی و تمایز جمعیت‌های مختلف ماهیان استفاده کرد (Turan, 2004). با توجه به اینکه عملیات نمونه‌برداری به فاصله کمتر از یک روز در هردو ایستگاه انجام شده، لذا احتمال تأثیر گزاری فصل یا زمان نمونه‌برداری بر تفاوت‌های شکلی مشاهده شده منتفی است. با توجه به تأثیر عامل اندازه بر روی بسیاری از صفات ریختی ماهیان (Tzeng, 2004)، با استفاده از روش Elliotو همکاران (۱۹۹۵) آنالیز پروکراست عامل اندازه از داده‌های به دست آمده حذف گردید بنابراین می‌توان انتظار داشت که تفاوت‌های شکلی مشاهده شده واقعی باشند. تفاوت در صفات شمارشی با دقت بیشتری می‌تواند تفاوت‌های ژنتیکی را بین دو جامعه مورد مطالعه منعکس کند (Karakousis *et al.*, 1991) ، بنابراین عدم مشاهده تفاوت در صفات شمارشی بین دو جمعیت ماهی واسپی می‌تواند نشان‌دهنده این باشد که هنوز در این دو جمعیت به اندازه کافی تفاوت‌های ژنتیکی تجمع پیدا نکرده است. ماهی واسپی رودخانه‌های با جریان ملایم را ترجیح می‌دهند (Coad, 2013). با توجه به اینکه ایستگاه ماشکیل دارای شدت‌جریان کم (تقریباً ساکن) و دارای پوشش متراکم نی بود، به نظر می‌رسد این عوامل به همراه تراکم بالای گونه‌های دیگر ماهیان، موجب رقابت غذایی و شاید کمبود غذایی برای گونه‌های مورد مطالعه شده است. با توجه به اینکه تفاوت‌های مشاهده شده بین دو جمعیت به‌ویژه ارتفاع بدن با حالت دوکی‌شکل بدن (خصوصیات هیدرودینامیک) مربوط بوده و این حالت با قابلیت شنا و مانور ماهی ارتباط مستقیم دارد (Riddell *et al.*, 1981)، همچنین با توجه به اینکه در مطالعه صفات ریختی، تفاوت در صفات شمارشی دارای ریشه ژنتیکی بوده و برای تفکیک جمعیت‌های مختلف ماهیان دارای اهمیت بیشتری هستند (Soule, 1982; Soule & Cuzin-Roudy, 1982)، به نظر می‌رسد این تفاوت شکل بدنی با تفاوت در محیط‌زیست ماهیان مرتبط باشد بدین معنی که ماهیان ساکن آب‌های با جریان تندتر، نیاز

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.2.7.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2014.103697]

بیشتری به خاصیت هیدرودینامیکی داشته و از طریق ساقه دمی کوتاه خود مقدار نیروی رانش بیشتری را جهت مبارزه با جریان آب فراهم می‌کنند. در رودخانه سرباز با توجه به عمق کمتر رودخانه و شدت جریان بیشتر آب (حدود ۳۰ سانتیمتر بر ثانیه)، نیاز به شکل هیدرودینامیک و عضلات قوی مشهود است. از طرفی پوشش جلبکی فراوان، افزایش تولیدات اولیه و دسترسی بیشتر ماهیان به غذای مناسب سبب فربه‌تر شدن ماهیان این رودخانه شده است. بررسی ارتباط بین کمیت و کیفیت غذای در دسترس با شکل ماهیان نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد. نتایج مقایسه‌ها با شرایط محل‌های نمونه‌برداری همخوانی دارد. با توجه به اینکه تفاوت‌های شکلی تحت تأثیر عوامل مختلفی است، به نظر می‌رسد مطالعه در مورد سایر جنبه‌های زیست‌شناسی این ماهیان از جمله مطالعات مولکولی، استخوان‌شناسی، روابط شکار و شکارچی، استرس‌های محیطی، آلاینده‌ها و غیره می‌تواند در درک بهتر علل و عوامل موثر بر تفاوت‌های شکلی مفید باشد.

منابع

عبدلی،ا. ۱۳۷۸. ماهیان آب‌های داخلی ایران، چاپ اول، موزه طبیعت و حیات‌وحش ایران، ۳۷۸ ص.

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.

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

Coad, B. W., 2013. "Freshwater Fishes of Iran" www.briancoad.com (accessed 5/6/2013).

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.

Demandt, M. H., Bergek, S., 2009. Identification of cyprinid hybrids by using geometric morphometrics and microsatellites. Journal of Applied Ichthyology 25 (6): 695-701.

Devi, K. R., Indra, T. J., 1997. Check List of the Native Freshwater Fishes of India. In: India, Z. S. o. ed. India, Chennai.

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., 2013. FishBase. Available from: www.fishbase.org [Accessed February 2013].

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: 134-140.

Hammer, Ø. 2012. PAST: Paleontological Statistics. Oslo: Natural History Museum University of Oslo. 226 p.

Helfman, G., Collette, B. B., Facey, D. E., Bowen, B. W., 2009. The Diversity of

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.2.7.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2014.103697]

2 ed.: Wiley-Blackwell. 736 p.

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. Armonk, New York: IBM Corporation. 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.

Jeff, A. W., 1996. Principal components of body shape variation within an endemic radiation of Threespine Stickleback. In: Leslie, F. M. (Ed). Advances in Morphometrics. New York: Plenum Press, Pp: 321-334.

Jeffrey, V. B., Michael A. B., Philip, H. W., 1988. Body form differences between the Enos Lake species pair of Threespine Stickleback (*Gasterosteus aculeatus* complex). Canadian Journal of Zoology. 66: 467-474.

Jolliffe, I. T., 2002. Principal Component Analysis. 2 Ed. New York: Springer. 519 p.

Karakousis, Y., Triantaphyllidis, C., Economidis, P. S., 1991. Morphological variability among seven populations of brown trout, *Salmo trutta* L., in Greece. *Journal of Fish Biology*, 38(6), 807-817.

Klingenberg, C. P., 2011. MorphoJ: An integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources*, 11, 353-357.

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

Miriam, L. Z., Donald, L., Swiderski, H., David, S.William, L. F. 2012. Geometric Morphometrics for Biologists: A Primer. Amsterdam, Boston Elsevier Science and Technology, P: 504.

Øyvind, H., David, A. T. H., Paul, D. R., 2001. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica. 4: 1-9.

Riddell, B. E., Leggett, W. C. Saunders, R. L., 1981. Evidence of Adaptive Polygenic Variation between Two Populations of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Native to Tributaries of the S. W. Miramichi River, N.B. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38(3), 321-333.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.2.7.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2014.103697]

Rohlf, F. J., 2010. TpsDig2–Thin Plate Spline Digitise. 2.16 Ed. New York: State University of New York.

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

Soule, M. E. and Cuzin-Roudy, J., 1982. Allomeric Variation. 2. Developmental Instability of Extreme Phenotypes. *The American Naturalist*, 120(6), 765-786.

Soule, M. E., 1982. Allomeric Variation. 1. The Theory and Some Consequences. *The American Naturalist*, 120(6), 751-764.

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.

Wootton, R. J., 1999. Ecology of Teleost Fishes. 2end ed. London: Springer. 392 p.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.2.7.5]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2014.103697]

Geometrics morphometric comparison of populations of Waspi *Cabdio morar* (Hamilton, 1822) in Mashkil and Mokran Basins

Zamani Faradonbeh M.; Eagderi S.; Nasri* M.

* man_nasri@yahoo.com

University of Tehran, Faculty of Natural Resources, Department of Fisheries, Karaj, Iran.

Key words: phenotype plasticity, Geometric morphometrics, Waspi, *Cabdio morar*.

Abstract

Landmark based geometric morphometrics and comparison of meristic characters was used to understand potential differences between populations of Waspi in Mashkil and Mokran Basins. 97 specimens of Waspies were caught (64 from Mashkil River and 33 from Sarbaz River). 14 landmarks were digitized on pictures taken from left side of specimens and meristic characters were counted. Data were analyzed using PCA and DFA after procrustes superimposition and data standardization. There are some meaningful shape differences between populations (P<0.001). The body and caudal peduncle in Sarbaz fishes where higher than that of Mashkil fishes, but the peduncle in Mashkil River was longer than Sarbaz fishes. Considering to no meaningful differences between the two populations in meristic characteristics and Due to different conditions in the rivers (vegetation density, water depth, water flow and food availably), the observed differences in shape of fishes could be considered as phenotype plasticity to the conditions of the rivers.

*Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1393.23.2.7.5]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2014.103697]