دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی"
دوره پنجم، شماره اول، بهار ۹۶
http://jair.gonbad.ac.ir

تنوع ریختی کفشک‌ماهی زبان گاوی درشت پولک *Cynoglossus arel* (Bloch & Schneider, 1801) در شمال خلیج فارس

امین اوجی فرد*[۱]، دارا باقری[۱]، احمد شادی[۲]، سیدجواد حسینی[۳]، نرگس کیانی[۴]

[۱]استادیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس بوشهر، بوشهر، ایران
[۲]استادیار گروه زیست فناوری دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه خلیج فارس بوشهر، بوشهر، ایران
[۳]استادیار زیست شناسی سلولی و ملکولی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه خلیج فارس بوشهر، بوشهر، ایران
[۴]دانش آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس بوشهر، بوشهر، ایران

تاریخ ارسال: ۹۵/۶/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۸/۱۴

چکیده

مطالعه حاضر با هدف مقایسه شکل بدن ماهی کفشک زبان گاوی درشت پولک (*C. arel*) در آب‌های ساحلی شمال خلیج فارس انجام گردید. برای این منظور از تعداد ۱۲۰ عدد ماهی که به وسیله ترال کف روب از چهار ایستگاه کن‌گان، بوشهر، دیلم و آبادان صید شده بودند استفاده شد. جهت مطالعه ریخت‌سنجی سنتی، ۱۳ صفت ریخت‌سنجی و ۶ صفت ریخت‌شمارشی انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از مقایسه خصوصیات ریخت‌سنجی و ریخت‌شمارشی هم‌پوشانی زیادی بین جمعیت‌های مورد مطالعه را نشان داد. بر این اساس، طول کل این ماهیان از محدوده ۲۰۶/۵۱ تا ۲۶۵/۰۴ میلی‌متر محاسبه شد، تعداد شعاع‌های نرم باله پشتی ۱۱۰-۱۳۰، باله دمی ۱۰-۱۶ و باله مخرجی با ۸۲-۹۸ شعاع نرم بود. میانگین فلس بین دو خط جانبی برابر ۷/۷۲ محاسبه گردید. مقایسه میانگین داده‌های حاصل از ریخت‌سنجی سنتی پس از استانداردسازی اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌های مورد مطالعه وجود نشان نداد. داده‌های حاصل از ریخت‌سنجی هندسی با استفاده از فاصله ماهالانوبیس در آنالیز چند متغیره تجزیه همبستگی کانونی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و الگوهای تغییر شکل هر جمعیت در شبکه تغییر شکل مصورسازی گردید. نتایج حاصل از تحلیل داده‌های ریخت‌سنجی هندسی، میان ایستگاه‌های مورد مطالعه، تفاوت معنی‌داری را نشان داد، به‌طوری‌که بیشترین تفاوت مربوط به نمونه‌های کن‌گان و آبادان و کم‌ترین تفاوت بین ایستگاه‌های بوشهر و دیلم بود. بر اساس

*نویسنده مسئول: oujifard.amin@gmail.com

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

تحقیق حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که روش ریخت‌سنجی هندسی در مقایسه با ریخت‌سنجی سنتی در تفکیک جمعیت‌ها از هم در مورد این ماهی از توانایی بیشتری برخوردار است.

***واژه‌های کلیدی*: *C. arel*، ریخت سنجی هندسی، ریخت سنجی سنتی، تنوع ریختی، خلیج فارس**

مقدمه

مطالعه انعطاف‌پذیری ویژگی‌های ریختی جمعیت‌های یک گونه که در محیط‌های متفاوت زندگی می‌کنند، امکان درک بهتر تغییرات، ویژگی‌های جمعیتی را در مقابل تغییرات محیطی فراهم می‌نماید (Kuliev, 1988). ماهیان همانند سایر جانوران قادرند ویژگی‌های ریختی مشابهی را در شرایط محیطی مشابه کسب نمایند. جدایی زیستگاه‌ها در ماهیان یک گونه، جمعیت‌های متفاوتی را تشکیل می‌دهد؛ جمعیت ایجاد شده به واسطه ویژگی‌های زیست‌محیطی و طی فرآیند انعطاف‌پذیری ریختی از سایر جمعیت‌های آن گونه متمایز می‌گردد (Wootton, 2013).

در مطالعات ریخت‌سنجی می‌توان از دو روش ریخت‌سنجی سنتی و هندسی استفاده نمود. روش ریخت‌سنجی سنتی بر پایه تحلیل‌های آماری فواصل اندازه‌گیری شده بر ساختار زیستی، از قبیل طول، عرض، ارتفاع و گاهی اوقات نسبت بین آن‌ها و نیز داده‌های شمارشی استوار است. جهت شناسایی برخی از ماهیان و درک عوامل زیستی حاکم بر محیط زیست آن‌ها اندازه‌گیری فاصله قسمت‌های مختلف بدن ماهی و طول هر یک از آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بررسی خصوصیات ریخت‌سنجی[1] و ریخت‌شمارشی[2] به‌عنوان پایه و اساس مطالعات زیست شناسی رشد و نمو تلقی شده و در رده‌بندی ماهیان، تعیین تنوع ویژگی‌های ریخت‌شناسی در افراد جمعیت‌های مختلف، تفکیک جمعیت‌ها بر اساس خصوصیات ریختی افراد و تعیین تنوع بین گونه‌ای کاربرد دارد (İşmen, 2001).

روش ریخت‌سنجی هندسی یک ابزار جدید و تا حدی قدرتمند برای بررسی ریخت‌های زیستی و انعطاف‌پذیری ریختی می‌باشد. در این روش، نقاطی به عنوان نشانگر ریختی (لندمارک) انتخاب می‌شود و تغییرات مختصات فضایی این نقاط به عنوان بازتابی از تغییرات ریختی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش دارای قابلیت وسیعی در مطالعات زیست شناسی می‌باشد (Zelditch *et al.*, 2012) و به طور موفقیت‌آمیزی در مطالعات مختلف، بکار رفته است (Frederich *et al.*, 2008, Mérigot *et al.*, 2007, Pérez-Quiñónez *et al.*, 2017). ریخت‌سنجی هندسی در مطالعات بوم‌شناسی، جغرافیای زیستی، رده‌بندی، انعطاف‌پذیری ریختی و تکامل‌های منجر به گونه‌زایی به‌طور گسترده برای درک

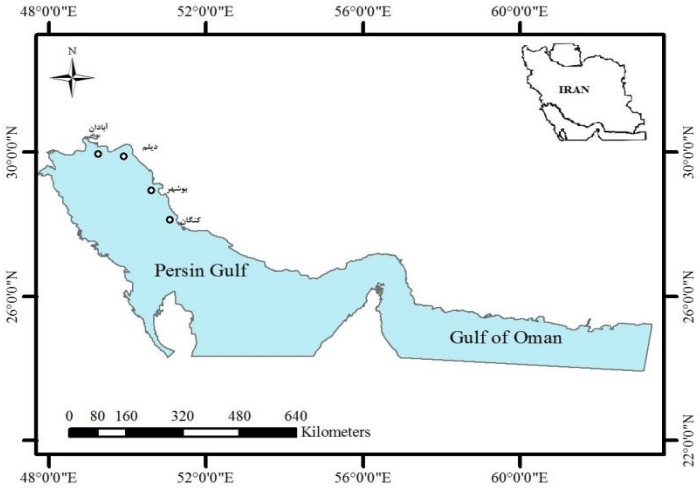
1. Morphometric
2. Meristic

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

تغییرات فرم در فضا و زمان در طول تکامل، ارتباط ژنتیکی و تاثیر فاکتورهای زیست محیطی استفاده شده است (Cardini *et al.*, 2010). راسته کفشک‌ماهی شکلان (*Pleuronecti formes*) با دارا بودن ۶ خانواده، ۱۱۷ جنس و ۵۳۸ گونه، از دیدگاه گوناگونی، یکی از مهم‌ترین راسته‌های ماهیان محسوب می‌شود. عمده صید این ماهیان به روش ترال کف‌روب صورت می‌گیرد. این ماهی از نقطه نظر شیلاتی جز ماهیان با ارزش دنیا محسوب می‌شود به طوری‌که میزان صید و درآمد حاصله از آن رو به افزایش است. علیرغم اهمیت تجاری کفشک ماهیان در ناحیه خلیج فارس، گونه‌های این راسته از نظر سیستماتیک و اکولوژیک به درستی مورد بررسی قرار نگرفته‌اند و سایر خصوصیات زیستی آن‌ها مبهم و ناکامل است. بنابراین به دست آوردن اطلاعات و بررسی ویژگی‌های ریخت‌سنجی و ریخت‌شمارشی آن به دو روش ریخت‌سنجی سنتی و هندسی به عنوان گام مهمی جهت مطالعات زیست‌شناسی و بوم‌شناسی تکمیلی به شمار می‌آید. به این منظور، مطالعه حاضر با هدف بررسی تغییرات ریختی ماهی کفشک زبان گاوی (*C. arel*) به دو روش ریخت‌سنجی سنتی و هندسی در سواحل شمالی خلیج فارس انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در بهار و تابستان ۱۳۹۵ انجام گردید. جهت انجام این پژوهش، ۱۲۰ نمونه ماهی از چهار ایستگاه شامل کن‌گان، بوشهر، دیلم و آبادان (شکل۱) از صیادان محلی خریداری شد. ماهیان صید شده با استفاده از یخ به آزمایشگاه منتقل و مورد بررسی قرار گرفتند.



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری مطالعه تنوع ریختی کفشک‌ماهی زبان گاوی درشت پولک (*C. arel*) در شمال خلیج فارس

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

۱۳ صفت ریخت‌سنجی شامل: طول استاندارد (SL)، طول کل (TL)، طول بدن (BL)، طول سر (HL)، عرض سر (HW)، طول پوزه (Pol)، فاصله‌ی بین چشمی (IL)، طول خط جانبی میانی (LL)، طول باله مخرجی (AFL)، طول پیش باله مخرجی (PAL)، طول باله دمی (CFL)، طول باله پشتی (PFL) و طول پیش باله پشتی (PDL) با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد (شکل۲). هم چنین ۶ صفت ریخت‌شمارشی شامل: تعداد فلس‌های بین دو خط جانبی میانی و بالایی، تعداد فلس‌های روی خط جانبی از قسمت جلوی سر تا چشم بالایی، تعداد فلس‌های روی خط جانبی از انتهای چشم تا انتهای خط جانبی میانی، تعداد شعاع‌های نرم باله پشتی، دمی و مخرجی به صورت چشمی مورد بررسی قرار گرفتند.

جهت استانداردسازی فواصل اندازه‌گیری شده از رابطه $M_{adj}= M\ (Ls/L_o)^b$ برای اصلاح اثر اختلاف اندازه نمونه‌ها ارائه گردیده استفاده شد (Elliott *et al.*, 1995):

M_{adj}: اندازه اصلاح شده فاصله اندازه گیری شده

M: اندازه واقعی فاصله‌ی اندازه‌گیری شده

Ls: میانگین طول استاندارد کل نمونه

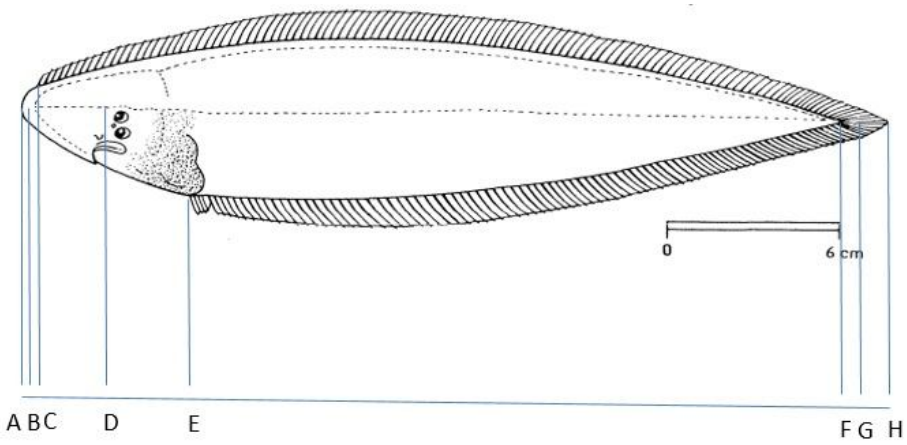
L_o: طول استاندارد ماهی

b: شیب رگرسیون logM به logO تمامی ماهیان در کل نمونه‌ها

جهت مقایسه خصوصیات به روش ریخت‌سنجی هندسی، تعداد ۱۷ لندمارک (نقاط نشانگری ثابت) روی هر نمونه مشخص گردید (شکل۳) و سپس از سمت چپ ماهیان با استفاده از دوربین دیجیتال Sony با قدرت تفکیک ۱۴ مگاپیکسل و مجهز به پایه‌ی copystand با فاصله‌ی یکسان از ماهی‌ها عکسبرداری انجام شد. لندمارک‌های انتخاب شده با استفاده از نرم‌افزار Imagej 1.44 p روی تصاویر قرار داده شد (Zelditch *et al.*, 2012). روی هم گذاری جایگاه لندمارک‌های نمونه‌ها با استفاده از آنالیز پروکراست به‌منظور حذف تغییرات ناشی از تفاوت اندازه و موقعیت ماهیان در تصاویر صورت پذیرفت (Rohlf, 2001).

تجزیه و تحلیل آماری: جهت مقایسه صفات قابل اندازه‌گیری بین جمعیت‌های مختلف از آنالیز واریانس یک طرفه ANOVA در نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ استفاده شد. از آنالیز چند متغیره تجزیه همبستگی کانونی (CVA) برای مقایسه تغییرات شکلی ماهیان بین ایستگاه‌های مورد مطالعه استفاده شد و تفاوت‌ها در شبکه تغییر شکل نشان داده شد (Adams *et al.*, 2004). از فاصله ماهالانوبیس حاصل از آنالیز تجزیه همبستگی کانونی برای مقایسه ایستگاه‌های مورد مطالعه استفاده گردید. کلیه این آزمون‌ها با استفاده از نرم‌افزار Morpho J انجام شد (Klingeberg, 2011).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]



شکل ۲- خصوصیات ریخت سنجی شکل شماتیک کفشک‌ماهی زبان گاوی درشت پولک (*C. arel*)

طول استاندارد (AG) ۲. طول کل (AH) ۳. طول بدن (4) ۴. طول سر (AE) ۵. عرض سر (2) ۶. طول پوزه (AD) ۷. فاصله میان چشم (1) ۸. طول خط جانبی میانی (BF) ۹. طول باله مخرجی (EG) ۱۰. طول پیش باله مخرجی (AE) ۱۱. طول باله دمی (5) ۱۲. طول باله پشتی (CG) ۱۳. طول پیش باله پشتی (AC)



شکل۳- لندمارک های تعیین شده بر روی نمونه کفشک‌ماهی زبان گاوی درشت پولک (*C. arel*)

نوک پوزه ۲. ابتدای خط جانبی میانی ۳. ابتدای شعاع‌های نرم باله پشتی ۴. خط جانبی در قسمت سر ۵. ابتدای خط متصل کننده خط جانبی بالایی و میانی ۶. انتهای خط متصل کننده خط جانبی بالایی و میانی ۷. میانه بدن ۸. ابتدای ساقه دمی ۹. ان‌های باله دمی ۱۰. میانه بدن ۱۱.ابتدای سرپوش آبششی ۱۲. میانه سرپوش آبششی ۱۳. انتهای سرپوش آبششی ۱۴. ابتدای شکاف دهانی ۱۵. میانه شکاف دهانی ۱۶. انتهای شکاف دهانی ۱۷. سوراخ بینی

نتایج

ریخت سنجی سنتی: بررسی میانگین فواصل اندازه‌گیری شده در ۱۳ شاخص ریخت‌سنجی سنتی مورد مطالعه نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین ایستگاه‌ها مورد مطالعه وجود ندارد (جدول۱).

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

بررسی خصوصیات ریخت‌شمارشی بین جمعیت‌های مختلف نیز اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول۲).

جدول ۱- نتایج حاصل از فاکتورهای قابل اندازه‌گیری استانداردسازی شده (mm) در کفشک‌ماهی زبان گاوی درشت پولک (*C. arel*) بین ایستگاه‌های مورد مطالعه- خلیج فارس

شاخص	انحراف معیار± میانگین (x ± SD)			
فاکتور مورد بررسی	بوشهر	کنگان	دیلم	آبادان
طول کل	۲۳۲/۹۵±۲/۹۳	۲۳۲/۹۹±۲/۹۹	۲۳۲/۴۰±۲/۹۸	۲۳۱/۶۹±۲/۶۸
طول بدن	۵۱/۳۵±۲/۷۵	۵۱/۱۸±۲/۶۴	۵۰/۶۱±۲/۲۷	۵۱/۱۲±۲/۱۷
طول سر	۴۵/۷۸±۲/۵۵	۴۵/۶۸±۲/۵۷	۴۵/۶۹±۲/۵۲	۴۵/۶۴±۲/۵۵
عرض سر	۳۴/۱۲ ± ۲/۲۲	۳۴/۰۷ ± ۲/۱۹	۳۳/۹۷ ± ۲/۶۸	۳۴/۱۰ ± ۲/۸۴
طول پوزه	۱۷/۱۷±۱/۶۵	۱۷/۱۲±۱/۶۱	۱۷/۵۰±۱/۴۹	۱۷/۴۷±۱/۶۷
فاصله‌ی بین چشمی	۳/۸۰ ± ۰/۸۵	۳/۷۸±۰/۸۴	۴/۱۰±۰/۸۵	۴/۰۹±۰/۹۰
طول خط جانبی میانی	۲۱۲/۰۹±۱/۲۹	۲۱۲/۱۴±۱/۲۹	۲۱۱/۹۵±۱/۲۳	۲۱۲/۲۰±۱/۶۴
طول باله‌ی مخرجی	۱۷۷/۶۹±۳/۶۰	۱۷۷/۳۶±۳/۴۹	۱۷۶/۸۶±۳/۹۲	۱۷۶/۲۷±۴/۱۶
طول پیش باله مخرجی	۴۸/۸۳±۲/۶۹	۴۸/۷۴±۲/۷۰	۴۸/۹۱±۲/۸۲	۴۸/۱۸±۲/۹۷
طول باله دمی	۴/۰۴±۰/۸۷	۴/۰۰±۰/۸۷	۴/۳۳±۰/۷۴	۴/۴۶±۰/۷۵
طول باله پشتی	۲۱۵/۸۴±۱/۶۱	۲۱۵/۸۵±۱/۶۴	۲۱۵/۰۴±۰/۷۴	۲۱۵/۳۴±۱/۵۳
طول پیش باله پشتی	۶/۶۳±۱/۲۱	۶/۶۱±۱/۲۴	۶/۷۵±۱/۳۷	۶/۴۵±۱/۳۳

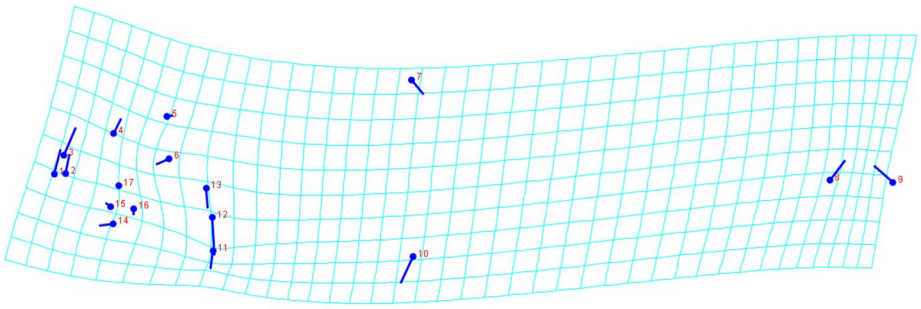
جدول ۲- نتایج حاصل از صفات شمارشی در کفشک‌ماهی زبان گاوی درشت پولک (*C. arel*) بین ایستگاه‌های مورد مطالعه-خلیج فارس

		فلس بین دو خط جانبی	فلس روی خط جانبی از جلوی سر تا چشم بالایی	فلس‌های روی خط جانبی میانی از انتهای چشم	شعاع نرم باله پشتی	شعاع نرم باله دمی	شعاع نرم باله مخرجی
بوشهر	حداقل و حداکثر	۹-۷	۱۵-۱۰	۶۹-۵۵	۱۳۰-۱۱۰	۱۶-۱۰	۹۸-۸۲
	بیشترین فراوانی	۸	۱۲	۶۳	۱۱۸	۱۲	۸۸ و ۹۰
کن‌گان	حداقل و حداکثر	۹-۷	۱۵-۱۰	۶۹-۵۵	۱۳۰-۱۱۰	۱۶-۱۰	۹۸-۸۲
	بیشترین فراوانی	۷	۱۲	۶۱	۱۱۸ و ۱۲۰	۱۰	۹۵
دیلم	حداقل و حداکثر	۹-۷	۱۵-۱۰	۶۹-۵۵	۱۳۰-۱۱۰	۱۵-۱۰	۹۸-۸۲
	بیشترین فراوانی	۷	۱۵	۵۹	۱۱۰	۱۲	۹۵ و ۹۸
آبادان	حداقل و حداکثر	۹-۷	۱۵-۱۲	۶۶-۵۵	۱۳۰-۱۱۰	۱۶-۱۰	۹۸-۸۲
	بیشترین فراوانی	۹	۱۲	۶۳	۱۲۴	۱۰	۹۰

نتایج حاصل از آنالیز همبستگی کانونی (CVA) ریخت‌سنجی هندسی نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های مورد مطالعه وجود دارد (شکل ۴). به‌طوری‌که بیشترین تغییرات شکلی در

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

بین ایستگاه‌های مورد مطالعه مربوط به لندمارک‌های قرار گرفته بر روی ناحیه آبششی و دهـانی یعنـی لندمارک‌های شماره ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، و ۱۶ بود.



شکل۴- شبکه تغییر شکل گونه‌های کفشک‌ماهی زبان گاوی درشت پولک (*C. arel*) - خلیج فارس

بر اساس آنالیز تجزیه همبستگی کانونی، سه مولفه اول ۱۰۰ درصد تغییرات را در چهار ایستگاه ایجاد کرده‌اند. تغییرات شکل بدن در مولفه اصلی اول آشکار نمود که بیشترین تغییرات مربوط به تغییر جایگاه لندمارک‌های قرارگرفته روی ناحیه آبششی و دهانی یعنی لندمارک های شماره ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، و ۱۶ است. جدول ۳ مقادیر ویژه، واریانس و واریانس تجمعی حاصل از آنالیز CVA را نشان می‌دهد.

جدول ۳- مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد واریانس تجمعی حاصل از آنالیز CVA صفات ریخت‌سنجی گونه کفشک‌ماهی زبان گاوی درشت پولک (*C. arel*) - خلیج فارس

مولفه	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد تجمعی واریانس
۱	۱/۱۸	۵۱/۳۳	۵۱/۳۳
۲	۰/۷۳	۳۱/۷۲	۸۳/۰۵
۳	۰/۳۹	۱۶/۹۴	۱۰۰/۰۰

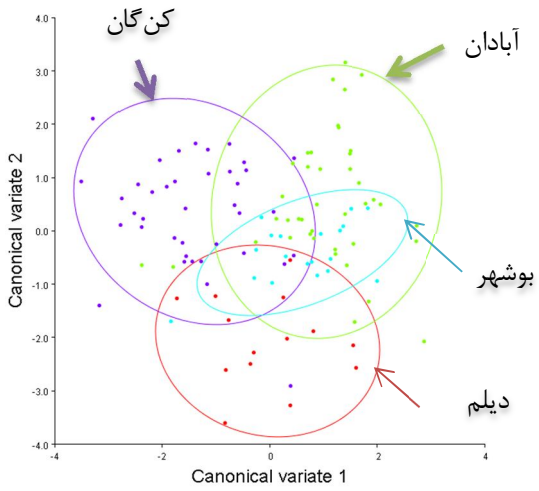
بر اساس نتایج حاصل از فاصله ماهالانوبیس، بیشترین فاصله ریختی بین ایسـتگاه‌هـای کـن‌گـان و آبادان و کم‌ترین فاصله بین ایستگاه‌های بوشهر و دیلم دیده می‌شود (جدول ۴).

جدول ۴- فاصله ماهالونوبیس صفات ریخت‌سنجی گونه کفشک‌ماهی زبان گاوی درشت پولک (*C. arel*)- خلیج فارس میان ۴ ایستگاه مورد مطالعه (خلیج فارس) بر اساس آزمون تجزیه همبستگی کانونی

	آبادان	بوشهر	دیلم
بوشهر	۲/۸۳		
دیلم	۲/۶۱	۱/۹۵	
کن‌گان	۲/۸۴	۲/۴۸	۲/۵۱

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

همچنین، آنالیز CVA نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین شکل گونه‌های مورد مطالعه در چهار ایستگاه مورد بررسی وجود دارد (شکل ۵).



شکل ۵- نمودار مربوط به آنالیز تجزیه فاصله کانونی CVA صفات ریخت‌سنجی گونه کفشک‌ماهی زبان گاوی درشت پولک (*C. arel*) - خلیج فارس

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در صفات ریخت‌سنجی سنتی تفاوت‌های بین جمعیت‌ها کمتر مشخص بوده ولی در ریخت‌سنجی هندسی تفاوت‌ها بارزتر دیده می‌شوند. توضیح علل به‌وجود آمدن تفاوت‌های ریختی اندک میان جمعیت‌ها بسیار دشوار است، ولی اساساً بسیاری از گونه‌های ماهیان در زیستگاه‌های مختلف می‌توانند تفاوت‌های ریختی را نشان دهند (Langerhans *et al.*, 2003; O'Reilly and Horn, 2004). روش ریخت‌سنجی سنتی بر اساس اندازه‌گیری صفات، کاری وقت‌گیر و پرزحمت می‌باشد. افزون بر این، در این نوع مطالعات، داده‌های مربوط به طول، عرض و ارتفاع بخش‌های مختلف بدن اطلاعات نسبتاً کمی را در مورد شکل بدن ماهی در اختیار محققین قرار می‌دهد، زیرا بسیاری از این فواصل اندازه‌گیری شده دارای هم‌پوشانی هستند و مبداء اندازه‌گیری مشابهی دارند، لذا این داده‌ها نمی‌توانند به صورت مستقل مورد مطالعه قرار گیرند (Zelditch *et al.*, 2012). همچنین در بسیاری از مطالعات مربوط به ریخت‌سنجی سنتی، نیازمند کشتن نمونه‌ها و تثبیت آن‌ها در محلول فرمالین یا الکل می‌باشد، در حالی‌که در روش ریخت‌سنجی هندسی با استفاده

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

از تصاویر نمونه‌های تازه بیهوش شده امکان مقایسه ویژگی‌های ریختی به خوبی امکان‌پذیر است (Cadrin and Friedland, 1999). همچنین وجود قابلیت مصورسازی در روش ریخت‌سنجی هندسی می‌تواند میزان یا درجه تفاوت‌های ریختی بین ایستگاه‌های مورد بررسی را آشکار کند که این امر می‌تواند بیانگر قابلیت بالای روش ریخت‌سنجی هندسی نسبت به ریخت‌سنجی سنتی در تفسیر اشکال زیستی باشد (Adams *et al.*, 2004).

در گذشته تصور می‌شد که تغییرات ریختی صرفاً ژنتیکی است. اما امروزه مشخص شده است که منشاء این تغییرات هم محیطی و هم ژنتیکی است (Akbarzadeh *et al.*, 2007). پژوهش‌های اخیر مشخص کرده است که اختلافات ریخت‌شناسی بین گروه‌های مختلف ماهیان الزاماً آن‌ها را از لحاظ ژنتیکی جدا نمی‌کند و در عوض در پاره‌ای از موارد تفاوت‌های ریخت‌شناسی صرفاً ناشی از محیط بوده و اختلافات ژنتیکی هیچ نقشی در آن ندارد (Swain and Foote, 1999). بدین ترتیب نقش محیط به‌عنوان عامل اصلی تغییرات ریختی به اثبات رسیده است (Akbarzadeh *et al.*, 2007).

در بررسی‌های انجام شده در پژوهش کنونی میانگین طول کل و طول استاندارد به‌ترتیب ۲۳۳/۳۹ و ۲۱۸/۰۶ محاسبه شد، در بررسی‌های انجام شده توسط یاسمی و همکاران (Yasemi *et al.*, 2005) میانگین طول کل و طول استاندارد ماهی کفشک زبان گاوی به‌ترتیب ۲۳۵/۸ و ۲۱۶/۷ بود، که بسیار به هم نزدیک می‌باشند. اختلافات موجود در فاکتورهای ریخت‌سنجی در این گونه مطالعات می‌تواند ناشی از تفاوت اندازه ماهیان مورد بررسی و همچنین به علت تاثیر فاکتورهای محیطی مانند درجه حرارت و باروری و شوری آب و... باشد در حالی‌که این عوامل معمولاً روی فاکتورهای ریخت‌شمارشی تأثیر نمی‌گذارد، زیرا این فاکتورها بیشتر تابع تغییرات ژنتیکی است. در یک جمع‌بندی کلی و عمومی می‌توان گفت که بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و ریخت‌شمارشی می‌تواند به‌عنوان روشی برای شناسایی، تفکیک یا همپوشانی جمعیت‌های مختلف مورد استفاده قرار گیرد.

بر اساس فواصل ماهالانوبیس به‌دست آمده در آنالیز CVA، کم‌ترین تفاوت بین ایستگاه‌های بوشهر و دیلم و بیشترین تفاوت بین ایستگاه‌های کن‌گان و آبادان دیده شد. وجود زیستگاه‌های تولید مثلی متفاوت را می‌توان یکی از دلایل اختلافات ریختی در ماهیان دانست. همچنین فاصله جغرافیایی نیز می‌تواند به عنوان عاملی مهم در جدایی جمعیت‌ها مطرح گردد (Turan *et al.*, 2004). در ماهیان مختلف، تفاوت ویژگی‌های ریختی در بخش‌های متفاوت بدن مشاهده می‌شود. در بررسی کنونی، بیشتر ناهمگنی دیده شده، در ارتباط با صفاتی مربوط به ناحیه سر ماهیان مانند لندمارک های قسمت دهان و آبشش است. بنابراین اندازه‌گیری‌های مربوط به سر ماهی متمایزکننده‌ترین سنجش در تفکیک گونه‌های بررسی شده در این پژوهش می‌باشد. در بررسی شورت‌ماهیان خلیج فارس عنوان شد که اندازه‌گیری‌های مربوط به سر ماهی، متمایزکننده‌ترین صفات در تفکیک ذخایر این ماهیان می‌باشد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

وی این تفاوت‌ها را با ویژگی‌های زیستی این ماهیان مرتبط دانست (Shadi, 2014). تغییر در شکل سر به طور غیرمستقیم به واسطه تغییرات در عمل جستجوی غذا می‌باشد و این تغییرات شکل القا شده بر بازده عمل جستجو غذا تاثیر می‌گذارد (Langerhans and Reznick, 2010). تغییر شکل در ناحیه سر و دهان به طور عمده منعکس کننده تفاوت در تغذیه شامل نوع، جهت تغذیه و ترکیب غذایی مورد استفاده می‌باشد (Langerhans *et al.*, 2003).

اگر چه نتایج بدست آمده در بررسی حاضر، تفاوت‌هایی را در روش‌های ریخت‌سنجی سنتی و هندسی نشان داد ولی به راحتی نمی‌تواند نشان دهنده برتری یا ضعف این روش‌ها نسبت به یکدیگر باشد، زیرا هر یک از روش‌ها بر اساس معیارهایی پایه‌گذاری شده‌اند. روش ریخت‌سنجی سنتی تفاوت‌های احتمالی را کمتر از روش هندسی نشان می‌دهد. در هر دو روش جمع‌آوری اطلاعات، چه از طریق اندازه‌گیری و شمارش صفات و چه از طریق عکس‌برداری و لندمارک‌گذاری مطمئنا همراه با خطا می‌باشد. با توجه به توانایی تفکیک بیشتر روش ریخت سنجی هندسی در بررسی کنونی، پراکنش افراد در روش سنتی، جمعیت‌های مختلف بر پایه صفات شمارشی و قابل اندازه‌گیری هم‌پوشانی زیادی دارند ولی در روش ریخت‌سنجی هندسی، تا حدودی جمعیت‌ها را از هم جدا می‌کند.

منابع

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.

Akbarzadeh A., Karami M., Nezami S. A., Igdari S., Bakhtiari M., Khara H. 2007. Analysis of Population Structure of Pikeperch (*Sander lucioperca*), in Iranian Waters of Caspian Sea and Anzali wetland using Truss System. Iranian Journal of Natural Resources, 60(1): 127-139. (In Persian).

Cadrin S.X., Friedland K.D. 1999. The utility of image processing techniques for morphometric analysis and stock identification. Fisheries Research, 43: 129-139.

Cardini A., Felizola Diniz Filho J.A., Polly P.D., Elton S. 2010. Biogeographic Analysis Using Geometric Morphometrics: Clines in Skull Size and Shape in a Widespread African Arboreal Monkey. In: Elewa A.M.T.(Eds.). Morphometrics for Nonmorphometricians.Lecture Notes in Earth Sciences, Springer, pp: 191-217

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

Frederich B., Adriaens D., Vandewalle P. 2008. Ontogenetic shape changes in Pomacentridae (Teleostei, Perciformes) and their relationships with feeding

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

strategies: a geometric morphometric approach. Biological Journal of the Linnean Society, 95: 92-105.

İşmen A. 2001. Use of a discriminant function for the morphometric and meristic separation of whiting stocks, *Merlangius merlangus euxinus*, along the Turkish Black Sea Coast. Turkish Journal of Zoology, 25: 297-304.

Klingenberg C.P. 2011. MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. Molecular Ecology Resources, 11(2): 353–357.

Kuliev Z. 1988. Morphometric and ecological characteristics of Caspian Vimba" *Vimba vimba persa*". Journal of Ichthyologia, 28: 29-37. (In Russian).

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: 689-698.

Langerhans R.B., Reznick D.N. 2010. Ecology and evolution of swimming performance in fishes: predicting evolution with biomechanics. In: Domenici P. (Eds.). Fish locomotion: an eco-ethological perspective**,** CRC Press, pp: 200-248.

Mérigot B., Letourneur Y., Lecomte-Finger R. 2007. Characterization of local populations of the common sole *Solea sola* (Pisces, Soleidae) in the NW Mediterranean through otolith morphometrics and shape analysis. Marine Biology, 151: 997-1008.

O'Reilly K., Horn M. 2004. Phenotypic variation among populations of *Atherinops affinis* (Atherinopsidae) with insights from a geometric morphometric analysis. Journal of Fish Biology, 64: 1117-1135.

Pérez-Quiñónez C., Quiñónez-Velázquez C., Ramírez-Perez J., Veregara-Solana F., García-Rodríguez F. 2017. Combining geometric morphometrics and genetic analysis to identify species of *Opisthonema* Gill, 1861 in the eastern Mexican Pacific. Journal of Applied Ichthyology, 33(1): 84–92.

Rohlf F.J. 2001. Comparative methods for the analysis of continuous variables: geometric interpretations. Evolution, 55: 2143-2160.

Shadi A. 2014. Morphometric and Genetic differentiation of Sillaginids from north Persian Gulf. MSc thesis. Khoramshahr University of Marine Science and Technology, Khoramshahr. (In Persian)

Swain D.P., Foote C.J. 1999. Stocks and chameleons: the use of phenotypic variation in stock identification. Fisheries Research, 43: 113-128.

Turan C., Erguden D., Gürelek M., Turan F. 2004. Genetic and morphologic structure of *Liza abu* (Heckel, 1843) populations from the rivers Orontes, Euphrates and Tigris. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 28: 729-734.

Yasemi M., Amin K.,Vosoughi G.H., Ahmadi M., Mehrnaz F., Fatemi M.R. 2005. Study on the Fish species diversity of Pleuronectiformes orders in Persian Gulf coastal waters, Hormozgan Province using biometric and morphological

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

characteristics. Journal of Marine Science & Technology, 4(3-4): 83-92. (In Persian).

Wootton R. 2013. Ecology of Teleost Fishes. Springer, 2nd Edition. 740P.

Zelditch M.L., Swiderski D.L., Sheets H. D. 2012. Geometric morphometrics for biologists: a primer. Academic Press. 488 P.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]