



تنوع فنوتیپی گربه ماهی بزرگ دریایی *Netuma thalassina* (Rüppell, 1837) در سواحل شمالی خلیج فارس و دریای عمان (آب‌های هرمزگان)

فاطمه تقی پور^۱، آرش اکبر زاده^{۲*}، محسن صفایی^۳، حمید اسحق زاده^۴

۱- کارشناس ارشد، گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

۲- دانشیار گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۳- دانشیار گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

۴- دانشجوی دکتری، گروه شیلات، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۰۱

تاریخ ارسال: ۱۳۹۶/۱۰/۰۲

چکیده

این تحقیق با هدف شناسایی ذخایر گربه ماهی بزرگ دریایی *Netuma thalassina* که غالب ترین گربه ماهی دریایی آب‌های هرمزگان است با استفاده از ویژگیهای فنوتیپی انجام شد. تعداد ۲۰۹ گربه ماهی بزرگ از سه منطقه بندرعباس، بندر جاسک و بندرلنگه صید شد و از نیم‌رخ چپ و نمای شکمی عکس برداری شد. تعداد ۱۲ لندمارک روی قسمت جانبی و ۱۱ لندمارک روی قسمت شکمی هم ساخت بر تصاویر تعریف شد و با استفاده از نرم افزار tpsDig رقومی سازی شدند. همچنین نمونه ها با استفاده از ۲۰ فاصله هندسی مابین ده لندمارک جانبی و ۹ ویژگی ریخت سنجی سنتی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج آنالیزهای CVA در نمای شکمی شکل سر و قسمت جانبی بدن براساس فواصل مهالانوبیس نشان داد که جمعیت گربه ماهی بندر جاسک دارای بیشترین فاصله با بقیه گروه ها است. براساس مقایسه میانگین نمای شکمی شکل سر و قسمت جانبی بدن، بیشترین جابجایی نقاط لندمارک مربوط به نوک پوزه، طول و عرض سر در جمعیت بندرلنگه بود که دارای طول سر کوتاه تر، عرض سر و دهان بیشتر نسبت به جمعیت گربه ماهی بندرعباس و جاسک بود. مقایسه میانگین کل نمای جانبی نشان داد که بیشترین جابجایی بین نقاط لندمارک مربوط به نوک پوزه، انتهای شکاف سرپوش آبششی، ارتفاع بدن و انتهای ناحیه دمی است. به عبارت دیگر جمعیت گربه ماهی جاسک دارای ارتفاع بدن باریک تر و طول بدن بیشتر نسبت به گروه های دیگر بود. نتایج آنالیز تابع تشخیص (DFA) نشان داد به طور میانگین ۹۴/۷ درصد از افراد به طور صحیح در جمعیت اصلی خود قرار دارند. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که گربه ماهی بزرگ در سواحل ایرانی خلیج فارس و دریای عمان در استان هرمزگان دارای تنوع فنوتیپی بالایی است.

کلمات کلیدی: گربه ماهی دریایی، ریخت سنجی هندسی، جاسک، بندر عباس، بندر لنگه



Phenotypic variation of marine catfish *Netuma thalassina* (Rüppell, 1837) in Northern Persian Gulf and Oman Sea (Hormozgan waters)

Fatemeh Taghipour¹, Arash Akbarzadeh^{2*}, Mohsen Safaie³, Hamid Eshaghzadeh⁴

1- Msc., Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

2- Associated professor, Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

3- Associated professor, Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

4- Ph.D. student, Associated professor, Department of Fisheries, Faculty of Marine Science and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

Received: 02-Sep-2019 Accepted: 23-Dec-2017

Abstract

This study was conducted to identify the different stocks of big marine catfish (*Netuma thalassina*) as the most dominant marine catfish species in Hormozgan waters using morphological features. The 209 big catfish were caught in three different habitats of marine Catfish in Persian Gulf and Oman Sea including Bandar Abbas, Bandar Lengeh and Jask, and the left side and ventral profiler of all samples were photographed. Twelve landmarks on the lateral side and eleven landmarks on the ventral homolog were defined on pictures, and digitized using software tpsDig. Body. Moreover 20 geometric distances between ten landmarks, nine traditional morphometric features were analyzed using discriminant function analysis (DFA) in different areas. The results of CVA analysis in ventral view of head shape and lateral view according to Mhala Anubis intervals showed that Jask catfish population separated from other groups. Based on ventral view of head shape, the most displacement of landmark parts were related to the tip of the snout, length and width of the head in the Lengeh population which had a shorter head length, wider head and mouth rather than Bandar Abbas and Jask catfish population. The total mean of lateral view showed that the most displacement between landmark points were related to the tip of the operculum, the height of the body and caudal peduncle area. On the other words, Jask catfish population had a thinner body height and longer body length compared to other groups. The results of discriminant function analysis (DFA) classified in an average of 94.7% individuals in their original population. In conclusion, our results showed a high phenotypic variation in big catfish stocks in Iranian coasts of the Persian Gulf and Oman Sea.

Keywords: marine catfish, geometric morphometrics, Jask, Bandar Abbas, Bandar Lengeh

۱. مقدمه

شرایط زیست محیطی مناسب در خلیج فارس باعث شده این منطقه محل زیست گونه‌های متعددی از آبزیان مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری باشد. گونه‌های مختلفی از آبزیان کفزی، نزدیک به کف، صخره‌ایی و جزایر مرجانی در خلیج فارس دیده می‌شوند (Carpenter *et al.*, 1997) و به نظر می‌رسد که پرداختن دقیق و اصولی به بحث شناسایی ذخایر آبزیان در سواحل جنوبی کشور در جهت برنامه‌ریزی‌های مدیریتی برای بهره‌برداری از این منابع دریایی امری کاملاً ضروری است.

گربه ماهیان دریایی متعلق به راسته گربه ماهی شکلان Siliuriformes بوده و از جمله گونه‌های ارزشمند و قابل توجه خلیج فارس و دریای عمان محسوب می‌شوند. تاکنون پنج گونه از گربه ماهیان دریایی به نام‌های گربه ماهی خاکی (*Plicofollis dussumieri*)، گربه ماهی بزرگ (*Netuma thalassina*)، گربه ماهی پوزه گرد (*N. bilineata*)، گربه ماهی زخمی یا خونی (*P. layardi*)، و گربه ماهی خال‌دار (*Arius maculatus*) در آب‌های ایرانی خلیج فارس و دریای عمان گزارش شده است (<http://fishbase.ir>). پراکنش آن‌ها در آب‌های ایران در محدوده سواحل جنوبی کشور در دریای عمان و خلیج فارس است (Mohamadkhani, 1392). گربه ماهیان دریایی از مهم‌ترین گونه‌های صید ضمنی ترال کف محسوب می‌شوند. معمولاً صید این گونه‌ها با استفاده از ترال میگو، قفس‌ها و حتی صید با قلاب صورت می‌گیرد که همواره درصد قابل ملاحظه‌ای از ترکیب کل صید را به خود اختصاص می‌دهند. اگرچه به علت نداشتن فلس در کشور مورد مصرف قرار نمی‌گیرد، اما به دلیل زی‌توده بالا در آب‌های جنوب می‌توانند به عنوان ماهیان باارزش صادراتی به حساب آیند. بر اساس تحقیقی که توسط ولی نسب در سال ۱۳۹۱ صورت گرفت مشخص شد که مقدار زی‌توده گربه ماهیان در خلیج فارس ۳/۶ برابر دریای عمان است. این ماهیان گوشت‌خوار و پرخورد و از طیف

وسعی از طعمه‌های بنتیک و پلاژیک تغذیه می‌کنند (Al-Hassan *et al.*, 1987). همچنین گربه ماهیان دریایی دارای ارزش اکولوژیک بالایی اند.

شناسایی جمعیت‌های مختلف آبزیان در اکوسیستم‌های دریایی آبی به منظور مدیریت منطقی و کارآمد شیلاتی و همین‌طور حفاظت از منابع زیستی اهمیت بسزایی دارد. هرچند که گربه ماهیان دریایی ساکن آب‌های ایرانی خلیج فارس و دریای عمان در مقایسه با گونه‌های مهم تجاری از اهمیت اقتصادی کمتری برخوردارند، با اینحال به دلیل اینکه جزو مهم‌ترین گونه‌های صید ضمنی محسوب می‌شوند و از نظر اکولوژیکی اهمیت بالایی در زنجیره غذایی ایفا می‌کنند، شناسایی ساختار ذخیره‌ای این ماهیان به منظور مدیریت صحیح ذخایر آبزیان منطقه می‌تواند حائز اهمیت باشد.

با پیشرفت علوم، روش‌های جدیدی برای مقایسه و مطالعه ریخت‌شناسی ماهیان ابداع شده است که ضمن حفظ توانایی‌های روش‌های سنتی و امکان تجزیه و تحلیل‌های آماری پیشرفته، قابلیت حفظ ماهیت زیستی اندازه‌گیری‌ها را داشته و می‌تواند شکل هندسی ماهیان را مقایسه کند (Eagderi *et al.*, 2013). در تکنیک ریخت‌سنجی هندسی، الگوهای شکل نمونه‌ها بر اساس جابجایی مختصات فضایی نقاط (لندمارک‌ها) به عنوان بازتابی از تغییرات شکل در بین ساختارهای زیستی بررسی و مقایسه می‌گردد (Ghanbari *et al.*, 2013; Adams *et al.*, 2004). این تکنیک فاقد ضعف‌ها و معایب روش‌های سنتی از جمله فقدان اطلاعات مربوط به اندازه‌گیری‌های مورب و نیز عدم پوشش یکسان قسمت‌های مختلف بدن است (Akbarzadeh *et al.*, 2009).

با توجه به اهمیت اکولوژیک و شیلاتی گربه ماهیان دریایی در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان ضرورت دارد که از جنبه‌های مختلف، تحقیقات روی این ماهیان صورت پذیرد. در بین گربه ماهیان دریایی ساکن آب‌های ایرانی خلیج فارس و دریای عمان گربه ماهی بزرگ (*N. thalassina*) به عنوان غالب‌ترین گونه گربه ماهیان

و جاسک (شکل ۱) صید و به منظور ثبت اطلاعات زیست سنجی به آزمایشگاه دانشگاه هرمزگان منتقل شدند. در آزمایشگاه طول کل، طول چنگالی و طول استاندارد نمونه ها توسط تخته زیست سنجی با دقت ۰/۱ میلی متر و وزن کل ماهیان توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم اندازه گیری شد (Bagenal and Tesch, 1987).

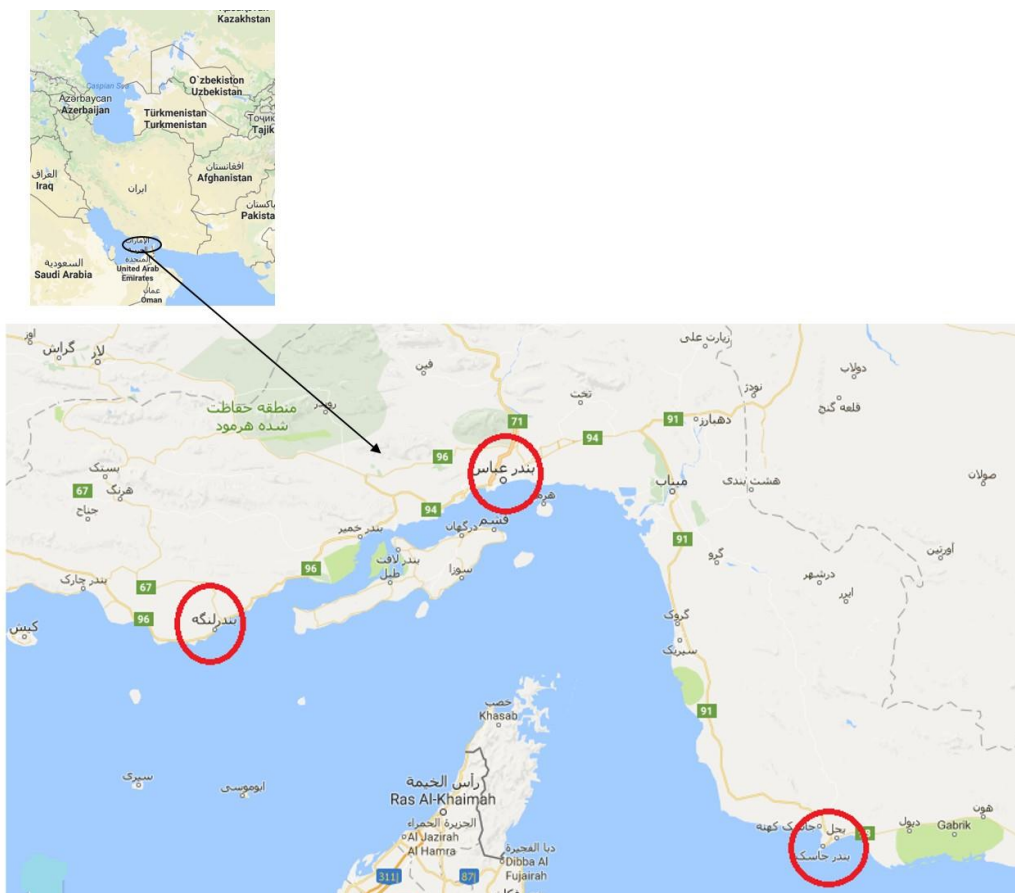
به منظور استخراج ویژگی های شکل به روش ریخت سنجی هندسی، سمت چپ سطح جانبی بدن و نمای شکمی سر نمونه ها با استفاده از دوربین Cannon با رزولوشن ۸ مگا پیکسل عکسبرداری گردید و سپس با استفاده از نرم افزار tpsDig2. تعداد ۱۲ نقطه لندمارک در نمای جانبی سمت چپ بدن (شکل ۲) و ۱۱ نقطه لندمارک در نمای شکمی سر (شکل ۳) مطابق با روش Cost و همکاران (۲۰۰۶) تعیین و به صورت تصاویر دو بعدی مصور سازی گردید (Rohlf, 2001).

سواحل شمالی خلیج فارس و دریای عمان محسوب می شود. با توجه به اینکه تنوع جمعیتی گربه ماهی بزرگ *N. thalassina* به عنوان غالب ترین گونه گربه ماهیان سواحل شمالی خلیج فارس و دریای عمان تاکنون مطالعه نشده است، در این تحقیق تنوع فنوتیپی گربه ماهی بزرگ به عنوان اولین قدم در تجزیه و تحلیل و شناسایی ذخایر گربه ماهی بزرگ در سواحل شمالی خلیج فارس و دریای عمان (آب های استان هرمزگان) با استفاده از مجموعه ای از خصوصیات ریخت سنجی هندسی و شمارشی مورد بررسی قرار گرفت.

۲. مواد و روش ها

۱.۲. عملیات آزمایشگاهی

در این تحقیق تعداد ۲۰۹ قطعه گربه ماهی بزرگ از بهار تا زمستان ۱۳۹۵ از سه منطقه بندر لنگه، بندر عباس



شکل ۱ - مناطق نمونه برداری گربه ماهی بزرگ (*N. thalassina*) در آب های هرمزگان



شکل ۲- لندمارک‌های تعیین شده بر روی نمای جانبی سمت چپ گربه ماهی بزرگ (*N. thalassina*) به منظور استخراج داده‌های شکل بدن.
 ۱- نوک پوزه ۲- مرکز حدقه چشم ۳- ابتدای باله پشتی ۴- انتهای باله پشتی ۵- ابتدای بالچه ۶- لبه بالایی محل اتصال باله دم به دم ۷- قاعده باله دم ۸- لبه پایینی محل اتصال باله دم به دم ۹- ابتدای باله مخرجی ۱۰- ابتدای باله شکمی ۱۱- ابتدای قاعده باله سینه‌ای ۱۲- قسمت فوقانی شکاف سرپوش آبششی.



شکل ۳- لندمارک‌های تعیین شده بر روی قسمت شکمی گربه ماهی بزرگ (*N. thalassina*).
 ۱- نوک پوزه، ۲ و ۳- انتهای دهان، ۴ و ۵، انتهای لب زیرین، ۶، ۷، ۸ و ۹- محل شروع سیلک‌ها، ۱۰ و ۱۱- محل اتصال استخوان‌های آرواره زیرین

۲.۲. تجزیه و تحلیل داده‌های ریخت سنجی

به منظور حذف ویژگی‌های غیر شکل و استخراج داده‌های شکل مربوط به ریخت سنجی هندسی، داده‌های به دست آمده از تصاویر مربوط به هر ماهی در سه منطقه به طور جداگانه با استفاده از آنالیز پروکراسست یا GPA (Generalized Procrustes Analysis) روی هم‌گذاری و متحدسازی شدند (Zelditch, 2004). سپس داده‌های هر سه گروه با استفاده از آنالیزهای تجزیه همبستگی کانونیک (CVA)، آنالیز خوشه‌ای (Cluster analysis) براساس الگوریتم Paired Group و همچنین فواصل مهالانوبیس (Mahalanobis) در هر دو نمای مورد بررسی در نرم افزار

Past مورد تحلیل قرار گرفتند. سپس با استفاده از نرم افزار TpsTree شکل اجماع (Consensus) یا میانگین شکل هر منطقه به طور جداگانه و همچنین میانگین هر سه منطقه استخراج و برای آنالیزهای بعدی به وسیله گراف Wireframe مستخرج از نرم افزار MorphoJ جهت مقایسه تصویری هر منطقه با میانگین کل نمونه‌ها مصورسازی گردید (Klingenberg, 2011). همچنین به منظور تعیین اختلافات ریخت سنجی گربه‌ماهیان در بین مناطق مختلف نمونه برداری، تعداد ۲۰ فاصله تراس ما بین ۱۰ لندمارک (شکل ۴) و ۹ ویژگی ریخت‌سنجی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

$$M_{adj} = M(L_s/L_0)^b$$

M: اندازه واقعی فاصله اندازه گیری شده

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

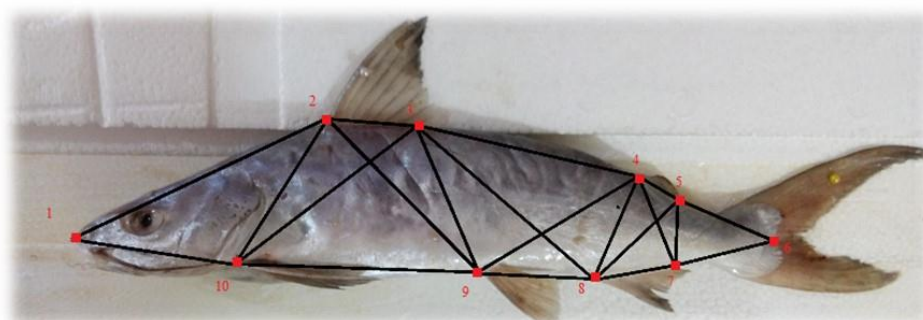
L_0 : طول چنگالی ماهی

L_s : میانگین طول چنگالی کل نمونه‌ها

b: شیب رگرسیون $\log M$ به $\log L_0$ تمامی ماهیان در

کل نمونه‌ها

اثر اختلاف اندازه بدن برای داده‌های اندازه‌گیری شده تراس و سنتی در بین مناطق مختلف با استفاده از فرمول آلومتریک زیر که توسط Elliott و همکاران (۱۹۹۵) برای اصلاح اثر اختلاف اندازه در نمونه‌ها ارائه گردیده است حذف شد و داده‌های اصلاح شده به جای داده‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از آزمون چند متغیره آنالیز تابع تشخیص (DFA) مورد آنالیز قرار گرفتند.



شکل ۴- فاصله‌های لندمارک گذاری گربه ماهی بزرگ (*N. thalassina*)

۱-۲ نوک پوزه تا ابتدای باله پشتی ۱-۱۰ نوک پوزه تا قاعده باله سینه‌ای ۲-۱۰ ابتدای باله پشتی تا قاعده باله سینه‌ای ۲-۹ ابتدای باله شکمی تا انتهای باله پشتی ۳-۱۰ انتهای باله پشتی تا قاعده باله سینه‌ای ۳-۹ انتهای باله شکمی تا ابتدای باله شکمی ۳-۸ انتهای باله پشتی تا ابتدای باله مخرجی ۴-۹ ابتدای بالچه چربی تا ابتدای باله شکمی ۴-۸ ابتدای بالچه چربی تا انتهای باله مخرجی ۴-۷ ابتدای بالچه چربی تا ابتدای باله شکمی ۵-۸ ابتدا تا انتهای بالچه چربی ۵-۷ ابتدا تا انتهای باله مخرجی ۵-۶ قاعده باله دم تا انتهای باله مخرجی ۶-۷ قاعده باله دم تا انتهای باله مخرجی

۳. نتایج

آنالیز CVA تغییر پذیری شکل نمونه‌ها را نشان داد ($P < 0.001$). مقایسه شبکه‌های تغییر شکل (Deformation grid) و Cluster analysis برای حد وسط (centroid) هر گروه به صورت مصور آورده شده است. در دو نمای مورد بررسی نتایج Cluster analysis با نتایج حاصل از CVA مطابقت داشت.

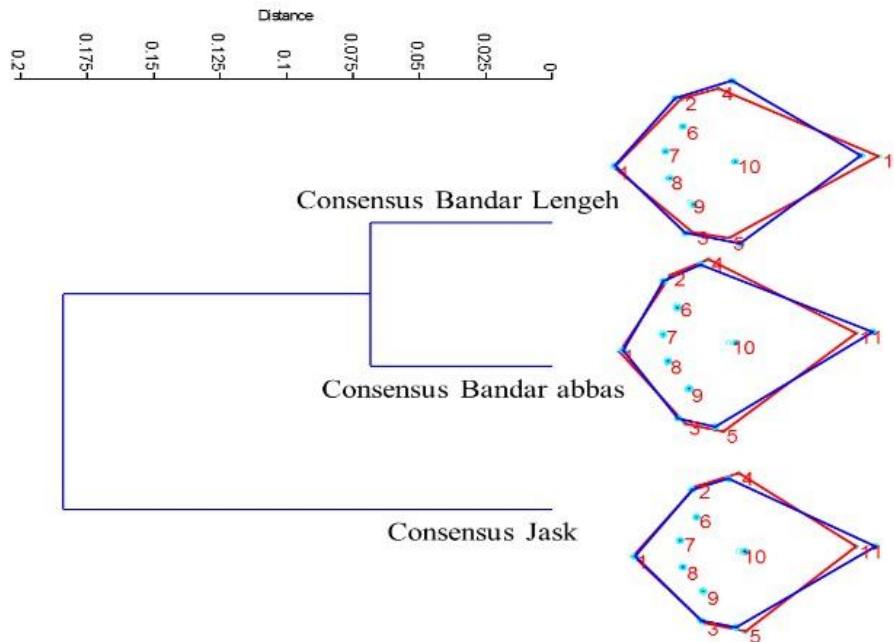
نتایج آنالیزهای CVA شکل نمای شکمی سر، تفاوت معنی داری را بین ۳ گروه مورد مطالعه نشان داد ($P < 0.001$) (شکل ۶). آنالیز خوشه‌ای نمای شکمی سر نیز نشان داد که جمعیت گربه ماهی بندرعباس و بندر لنگه در یک شاخه و جمعیت بندر جاسک در شاخه دیگر قرار می‌گیرند (شکل ۵). نتایج مقایسه شکل سر در نمای

شکمی براساس فواصل مهالانبیس نشان داد که جمعیت گربه ماهی بندر جاسک دارای بیشترین فاصله با بقیه گروه‌ها است، در صورتی که جمعیت گربه ماهی بندرعباس و بندر لنگه دارای کمترین فاصله نسبت به یکدیگر بودند (جدول ۱). براساس مقایسه میانگین نمای شکمی جمعیت‌های مورد بررسی یعنی بندرعباس، بندر لنگه و بندر جاسک، بیشترین جابجایی نقاط لندمارک مربوط به نوک پوزه، طول و عرض سر در جمعیت لنگه بود که دارای طول سر کوتاه‌تر، عرض سر و دهان بیشتر نسبت به جمعیت گربه ماهی بندرعباس و جاسک بود (شکل ۵).

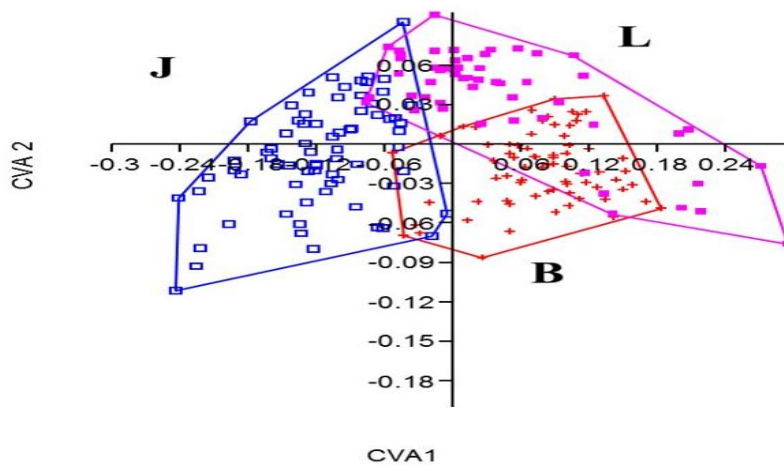
نتایج آنالیز CVA و آنالیز خوشه‌ای شکل نمای جانبی بدن نیز همسو با نتایج شکل نمای شکمی سر بود ($P < 0.001$) (شکل ۸). نتایج حاصل از فواصل مهالانبیس

لندمارک مربوط به نوک پوزه، انتهای شکاف سرپوش آبششی، ارتفاع بدن (لندمارک ۱۰، ۱۱، ۳) و انتهای ناحیه دم می باشد یا به عبارت دیگر جمعیت گربه ماهی جاسک دارای ارتفاع بدن باریک تر و طول بدن بیشتر نسبت به گروه های دیگر می باشد (شکل ۷).

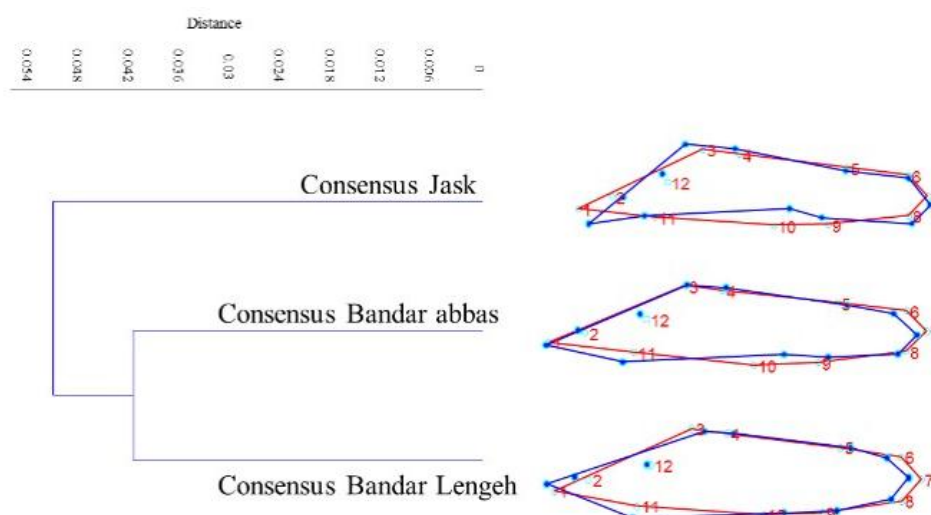
نشان داد که شکل نمای جانبی بدن گربه ماهی جاسک دارای بیشترین فاصله با بقیه گروه ها است، در صورتی که جمعیت گربه ماهی بندرعباس و بندر لنگه دارای کمترین فاصله نسبت به یکدیگر بودند (جدول ۱). مقایسه میانگین کل نمای جانبی گروه ها با هر یک از ۳ گروه مورد بررسی نشان داد که بیشترین جابجایی بین نقاط



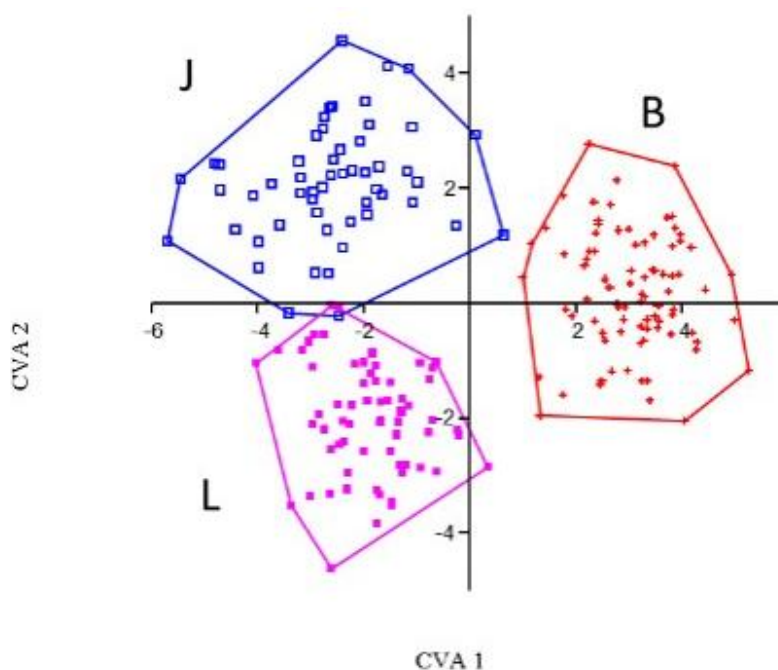
شکل ۵- نتایج Cluster analysis و مقایسه میانگین کلی شکل (Consensus) (رنگ قرمز) با ۳ گروه مختلف جمعیت گربه ماهی بزرگ (*N. thalassina*) بندر عباس، بندر لنگه و بندر جاسک (رنگ آبی) از نمای شکمی سر.



شکل ۶- پراکندگی افراد گروه های مختلف روی نمودار CVA از نمای شکمی سر. (B= جمعیت گربه ماهی بزرگ (*N. thalassina*) بندر عباس، L= بندر لنگه و J= بندر جاسک)



شکل ۷- نتایج Cluster analysis و مقایسه میانگین کلی شکل (Consensus) (رنگ قرمز) با ۳ گروه مختلف جمعیت گربه ماهی بزرگ (*N. thalassina*) بندر عباس، بندر لنگه و بندر جاسک (رنگ آبی) از نمای جانبی بدن



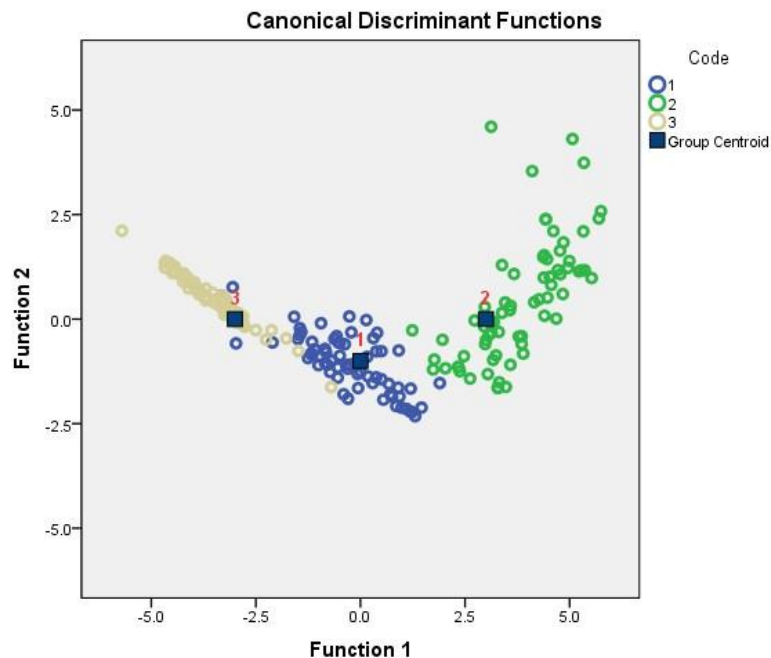
شکل ۸- پراکندگی افراد گروه‌های مختلف گربه ماهی بزرگ (*N. thalassina*) روی نمودار CVA از نمای جانبی بدن.

به طور میانگین ۹۴/۷ درصد از افراد را به طور صحیح در جمعیت اصلی خود جای داد که در حد بالایی قرار دارد (جدول ۲)

همچنین نمودار حاصل از توابع تشخیص ۱ و ۲ نشان داد که گربه‌ماهیان در سه منطقه مورد مطالعه به طور کامل از یکدیگر جدا شده‌اند (شکل ۹). تحلیل تابع متمایز کننده برای ویژگی‌های ریخت‌سنجی اصلاح شده

جدول ۱- فواصل Mahalanobis بین جمعیت‌های مختلف گربه ماهی بزرگ (*N. thalassina*) در نمای شکمی سر و نمای جانبی بدن

نمای شکمی سر			
بندر عباس	بندر عباس	بندر لنگه	بندر جاسک
۰	۱۳/۳۰	۸	۱۰/۰۱
۱۳/۳۰	۰	۱۰/۰۱	۰
۸	۱۰/۰۱	۰	۰
نمای جانبی بدن			
بندر عباس	بندر عباس	بندر لنگه	بندر جاسک
۰	۳۸/۶۸	۱۸/۳۷	۳۰/۸۶
۳۸/۶۸	۰	۳۰/۸۶	۰
۱۸/۳۷	۳۰/۸۶	۰	۰

شکل ۹- نمودار حاصل از توابع متمایز کننده ۱ و ۲ برای ویژگی‌های ریخت سنجی در گربه ماهی بزرگ (*N. thalassina*).

۱: بندر عباس، ۲: بندر لنگه، ۳: جاسک

جدول ۲ - طبقه‌بندی صحیح افراد گربه ماهی بزرگ (*N. thalassina*) در جمعیت اصلی خود برای ویژگی‌های ریخت سنجی

منطقه	بندر عباس	بندر لنگه	بندر جاسک	مجموع	
بندر عباس	۴	۰	۶۴	۳۰	تعداد
بندر لنگه	۰	۶۶	۴	۳۰	
بندر جاسک	۶۶	۰	۳	۳۰	
بندر عباس	۹۶	۰	۹۴	۱۰۰	درصد
بندر لنگه	۰	۹۴	۶	۱۰۰	
بندر جاسک	۹۶	۰	۴	۱۰۰	

۴. بحث و نتیجه گیری

ماهیان نسبت به سایر مهره‌داران نسبت به تغییرات شرایط محیطی، سازش‌پذیر ترند و تنوع ریختی بیشتری از خود نشان می‌دهند (Wimberger, 1992; Hossaini et al., 2010). تغییرات محیطی باعث تغییرات در پاسخ فیزیولوژیکی و در نهایت پاسخ ریختی در بدن شده که از این طریق ماهی می‌تواند اثرات تغییرات محیطی را تعدیل کند. برای مثال تغییرات در فاکتورهای نظیر دما، شوری، دسترسی به مواد غذایی، الگوهای شنا، نور و گازهای محلول به‌خصوص در دوران تکوینی می‌تواند باعث تمایز ریختی شود. بنابراین، صفات ریخت‌شناسی می‌تواند انعطاف‌پذیری بالایی در پاسخ به چنین فاکتورهایی داشته باشد (Santos and Quilang, 2012). در واقع تنوع ریختی در ماهیان ممکن است به دلیل انعطاف‌پذیری ریختی، سازگاری منطقه‌ای، تغییرات خصوصیات اکولوژیکی، عوامل زیستی و یا رابطه متقابل هریک از این فرایندها باشد. بنابراین تکامل جمعیت‌ها باعث سازگاری آنها به شرایط زیستی مناطق مختلف شده که این امر خود می‌تواند دلیل بوجود آمدن اختلافات ریخت‌شناسی و ژنتیکی بین جمعیت‌ها و همچنین بین گونه‌های ماهیان باشد (Niecieza, 1995; Swain and Foote, 1999). با توجه به پراکنش وسیع گربه‌ماهی بزرگ در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان و همچنین تنوع اقلیمی و اکولوژیکی بسیار بالا در این گونه به نظر می‌رسد این جنس دارای قدرت انطباق‌پذیری بالایی باشد که توانسته در چنین گسترده‌ای پراکنش یابد. بر اساس نتایج بدست آمده در این تحقیق، گربه‌ماهی بزرگ در آب‌های خلیج فارس در محدوده استان هرمزگان از تنوع فنوتیپی بالایی برخوردار است. نتایج آنالیزهای شکل نمای جانبی بدن و نمای شکمی سر نشان داد که گربه‌ماهی بزرگ منطقه بندر جاسک که مربوط به آب‌های دریای عمان می‌شود دارای تفاوت فنوتیپی با ماهیان مناطق بندرلنگه و بندرعباس که محدوده آب‌های خلیج فارس را شامل می‌شود داشته و گربه‌ماهی بزرگ مناطق بندرلنگه و بندرعباس از این لحاظ تفاوت کمتری نسبت به هم داشتند.

نتایج حاصل از آنالیز CVA نمای جانبی نشان داد که جمعیت‌های گربه‌ماهی بزرگ منطقه لنگه تشابه بیشتری به جمعیت گربه‌ماهی بزرگ بندرعباس دارند. همچنین آنالیز خوشه‌ای نمای شکل سر نشان داد که گربه‌ماهی بزرگ بندر جاسک دارای فاصله با بقیه گروه‌های مورد مطالعه یعنی بندرعباس و بندر لنگه است. به طوری که میانگین حاصل از فواصل مهالانیس منطقه بندر جاسک ۱۳/۳۰ و بندرلنگه و بندرعباس به ترتیب ۸ و ۱۰ بود که این جدایی گربه‌ماهی بزرگ در سه منطقه را تأیید می‌کند. از سوی دیگر، تجزیه و تحلیل آماری بر پایه تحلیل تابع تشخیص (DFA) روی صفات ریخت‌سنجی سیستم ترانس تفاوت معنی‌داری را در جمعیت‌های مورد مطالعه نشان داد، به طوری که افراد هر گروه به طور میانگین با صحت ۹۸/۷ درصد در جمعیت‌ها منتسب شدند. براساس Reddin و Friedland (۱۹۹۴) صحت گروه‌بندی بیشتر از ۷۵ درصد اطمینان‌قبولی را در تأیید جدایی گروه‌ها بوجود می‌آورد.

بر اساس تفاوت‌های مشاهده شده در شکل بدن در آنالیزهای CVA نمای جانبی و نمای شکل سر در گربه‌ماهی بزرگ در مناطق مورد مطالعه چنین به نظر می‌رسد که این گونه دارای قابلیت انعطاف‌پذیری ریختی بالایی باشد. گونه‌هایی که دارای دامنه پراکنش وسیع‌تری هستند معمولاً تنوع ریختی بیشتری دارند که خود نمادی از سازگاری‌های آن‌گونه با محیط زندگی‌اش است (Nikolski, 2007). گربه‌ماهی بزرگ در تمامی آب‌ها پراکنش دارد، بنابراین انتظار وجود تنوع ریختی بالا در بین این ماهیان دور از انتظار نیست. در این صورت شاید بتوان گفت فاصله جغرافیایی و همچنین تفاوت‌های زیستگاهی و اکولوژیک بخصوص تفاوت در ویژگی‌های فیزیکی شمیایی آب خلیج فارس و دریای عمان می‌تواند به‌عنوان عاملی مهم در جدایی جمعیت بندر جاسک از بندرعباس و بندر لنگه عنوان شود. همچنین Turan و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که ماهیان آنچووی ساکن در دریای سیاه، اژه و مدیترانه به علت فاصله زیاد از هم و عدم ارتباط، جمعیت‌های مجزایی را تشکیل داده‌اند.

همچنین نتایج حاصل از مقایسه کل نمای جانبی هر

ناحیه دمی بود که احتمال دادند علت این اختلاف تفاوت‌های موجود در ترجیحات غذایی و فعالیت‌های مربوط به شنا باشد.

از آنجایی که جمعیت گربه‌ماهی بزرگ از لحاظ ویژگی‌های ریخت سنجی در مناطق مورد مطالعه از هم جدا شدند، احتمال وجود تفاوت‌های ژنتیکی نیز در میان ماهیان سه منطقه قابل بررسی است. همچنانکه Soule and Couzin Roudy در سال ۱۹۸۲ اظهار داشتند که بین ضریب تغییرات و وراثت‌پذیری صفات ریختی شناسی همبستگی منفی وجود دارد. بدیهی است که در طول هزاران سال و در اثر تغییرات جغرافیایی، اقلیمی و شرایط محیط زیست ماهیان، آن‌ها تحت تأثیر فشارهای گزینشی قرار گرفته و هر گروه بر اساس قابلیت‌های ذاتی و استعداد ژنتیکی خود، سازش‌هایی را با ویژگی‌های محیطی جدید به نمایش گذاشته‌اند که منجر به بروز تفاوت‌های ریختی شده است. اثرات شرایط محیطی از قبیل شرایط هیدرودینامیکی، تراکم، تغذیه و نوع بستر بر روندهای شکل‌گیری فرم بدن طی تکامل ماهیان استخوانی تأیید شده است (Ambrosio et al., 2008; Costa et al., 2010; Mohaddasi et al., 2013).

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که در سه منطقه مورد مطالعه گونه گربه‌ماهی بزرگ از لحاظ خصوصیات فنوتیپی باهم تفاوت دارند و احتمالاً ذخایر مختلفی از گربه‌ماهی بزرگ در سواحل ایرانی خلیج فارس و دریای عمان وجود دارد که می‌تواند این موضوع در مدیریت شیلات در بهره‌برداری از آبزیان مورد توجه قرار گیرد.

سه گروه نشان داد که بیشترین جابجایی بین نقاط لندمارک مربوط به نوک پوزه، انتهای سرپوش آبششی، انتهای ناحیه دمی و ارتفاع بدن است که در بین سه گروه مورد بررسی، گربه‌ماهی بزرگ منطقه جاسک، دارای ارتفاع بدن باریک‌تر و طول بدن بیشتر بود. بنابراین کشیده شدن سر به منظور کاهش مقاومت هیدرودینامیکی یک مزیت محسوب می‌شود. همچنین وجود اختلاف معنی‌دار در فواصل اندازه‌گیری شده بین لندمارک‌های ۴-۵، ۵-۶، ۶-۷، ۷-۴ سیستم شبکه‌ای تراس نشان‌دهنده وجود اختلاف در ساقه دمی گربه‌ماهی بزرگ در مناطق مورد بررسی است. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که بخش‌هایی از بدن که مرتبط با ارتفاع و طول سر و ارتفاع تنه هستند در فرایندهای سازگاری با شرایط محیطی در گربه‌ماهی بزرگ نقش مهمتری دارند. بر این اساس چنین می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً شرایط اکولوژیکی روی شکل بدن گونه گربه‌ماهی بزرگ منطقه جاسک تأثیر گذاشته باشد. Muchlisin (۲۰۱۳) نشان داد که ناحیه سر و دم ماهی از ویژگی‌های اصلی برای جداسازی گروه‌ها تلقی می‌شود. علاوه بر این مطالعه‌ای که Abdurahman در سال ۲۰۱۶ شبه‌جزیره مالزی روی گربه‌ماهیان دریایی *P. tenuispinis* و *P. nella* صورت پذیرفت، نشان داد که بیشترین اختلاف لندمارک بر روی قسمت سر و ناحیه دمی وجود دارد. نتایج مشابه‌ای توسط Akbar و همکاران در سال ۲۰۱۵ در رودخانه پاهانگ مالزی روی گونه‌ای از گربه‌ماهیان جنس *Pengasius* از لحاظ خصوصیات مورفومتریک مشاهده شد که در آن بیشترین اختلاف در

References

- Abdurahman S.W., Ambak M.A., Sheriff S.M., Seah Y.G., Mohamed A.A., Chowdhury A.J.K. 2016. Morphological variations of *plicofollis* species (Siluriformes: Ariidae) in Peninsular Malaysia: an insight into truss network approach. *Sains Malaysiana* 45(1), 1-7.
- Adams D.C., Rohlf F.J., Slice D.E. 2004. Geometric morphometrics: ten years of progress following the 'revolution'. *Italian Journal of Zoology* 71(1), 5-16.
- Akbar J.B., Jalal K.C.A., Ummu Nasuha M.A., Noor Faizul H.N., Ambak, M.A. 2015. DNA barcoding of caged pengasiids in Pahang River. *Journal Teknologi* 77(25), 31-36.
- Akbarzadeh, A., Karami, M., Nezami, S.A., Mojazi Amiri, B., 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 Biological Sciences* 22(3), 1-11.

- Al-Hassan J.M., Clayton D.A., Thomson M., Criddle R.S. 1988. Taxonomy and distribution of Ariid catfishes from the Arabian Gulf. *Journal of natural history* 22(2), 473-487.
- Ambrosio P.P., Costa C., Sánchez, P., Flos R. 2008. Stocking density and its influence on shape of Senegalese sole adults. *Aquaculture International* 16(4), 333-343.
- Carpenter K.E. 1997. Living marine resources of Kuwait, Eastern Saudi Arabia, Bahrain, Qatar, and the United Arab Emirates. *Food & Agriculture Organization of the United Nation* 324 p.
- Bagenal T.B., Tesch FW. 1978. Age and growth. In: Bagenal T.B. Methods for assessment of fish production in freshwater, Third edition. *Blackwell Scientific Publication*, London, Pp: 165-20
- Costa, C., Vandeputte, M., Antonucci, F., Boglione, C., Menesatti, P., Cenadelli, S & Chatain, B. 2010. Genetic and environmental influences on shape variation in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Biological Journal of the Linnaean Society* 101(2), 427-436.
- Eagderi S., Esmaeilzadegan E., Maddah A. 2013. Body shape variation in riffle minnows (*Alburnoides eichwaldii* De Filippii, 1863) populations of Caspian Sea basin. *Taxonomy and Biosystematics* 5(14), 1-8.
- 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, 202-220.
- Friedland K.D., Reddin D.G. 1994. Use of otolith morphology in stock discriminations of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 51(1):, 91-98.
- Ghanbari F., Kaboli M., Eagderi S., Nezami Balouchi B. 2013. Sexual dimorphism in skull morphology of the brown bear (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758) in Iran using geometric morphometric technique. *Taxonomy & Biosystematics* 5(16), 17-26.
- http://fishbase.ir/persiangulf_gulf_of_oman/Ariidae.html
- Hossain M.A., Nahiduzzaman M., Saha D., Khanam M.U.H., Alam M.S. 2010. Landmark-based morphometric and meristic variations of the endangered Carp, Kalibaus *Labeo calbasu*, from stocks of two isolated rivers, the Jamuna and Halda, and a hatchery. *Zoological Studies* 49(4), 556-563.
- Klingenberg C.P. 2011. MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources* 11, 353-357.
- Mohaddasi M., Shabanipour N., Eagderi, S. 2013. Habitat-associated morphological divergence in four Shemaya, *Alburnus chalcoides* (Actinopterygii: Cyprinidae) populations in the southern Caspian Sea using geometric morphometrics analysis. *International Journal of Aquatic Biology* 1(2), 82-92.
- Muchlisin Z.A. 2013. Morphometric Variations of Rasbora Group (Pisces: Cyprinidae) in Lake Laut Tawar, Aceh Province, Indonesia, Based on Truss Character Analysis. HAYATI. *Journal of Biosciences* 20(3), 138-143.
- Nicieza A.G. 1995. Morphological variation between geographically disjunct populations of Atlantic salmon: the effects of ontogeny and habitat shift. *Functional Ecology* 9, 448-456.
- Nikolski G.V. 1978. The fish ecology. TFH Publications, Neptune City, NJ. 352 p.
- Rohlf F.J. 2001. Comparative methods for the analysis of continuous variables: geometric interpretations. *Evolution* 55(11), 2143-2160.
- Santos B.S., Quilang J.P. 2012. Geometric morphometric analysis of *Arius manillensis* and *Arius dispar* (Siluriformes: Ariidae) populations in Laguna de Bay. *Philippin Journal of Science* 141(1), 1-11.
- Soule ME., Cuzin-Roudy J. 1982. Allomeric variation. 2. Developmental instability of extreme phenotypes. *The American Naturalist* 120(6), 765-786.
- Swain D.P., Foote C.J. 1999. Stocks and chameleons: the use of phenotypic variation in stock identification. *Fisheries Research* 43(1), 113-128.
- Turan C., Ergüden D., Gürlek M., Basusta, N., Turan, F. 2004. Morphometric structuring of the anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Black, Aegean & Northeastern Mediterranean Seas. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 28(5), 865-871.
- Wimberger, P. H. 1992. Plasticity of fish body shape. The effects of diet, development, family and age in two species of Geophagus (Pisces: Cichlidae). *Biological Journal of the Linnean Society* 45(3), 197-218.
- Zelditch, M., et al. 2004. "Geometric Morphometrics for Biologists: A primer: Elsevier Academic Press. 22-28.