بررسی تغییرات ریختی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) در طول سواحل جنوبی دریای خزر

امید جعفری[۱]، سید علی اکبر هدایتی[*۱]، مهرشاد زین العابدینی[۲]، هادی پورباقر[۳]، رسول قربانی[۱]، حسین‌علی عبدالحی[٤]

[*]Hedayati@gau.ac.ir

۱- گروه تولید و بهره برداری آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲- بخش زیست‌شناسی سامانه‌ها، پژوهشگاه بیوتکنولوژی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۳- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران
٤- مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۷

لغات کلیدی: ارتفاع سر، دریای خزر، تغییرات فنوتیپی، PCA

مطالعه ماهیان در اکوسیستم‌های آبی از دیدگاه تکاملی، بوم‌شناسی، مطالعات رفتار، حفاظت، مدیریت منابع آبی و ارزیابی ذخایر حائز اهمیت است (Anvarifar *et al*., 2011). مدیریت مناسب ذخایر آبزیان بوسیله مطالعه و شناسایی جمعیت‌ها تحقق خواهد یافت (Fazli *et al*., 2011). در این راستا مطالعه خصوصیات ریخت‌سنجی با هدف تعریف یا تفکیک واحدهای ذخیره ماهیان مدتهاست که مورد استفاده محققین شیلاتی و ماهی‌شناسان قرار گرفته است (Cadrin, 2000). ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) از خانواده Cyprinidae، بومی آسیای مرکزی می باشد که به مرور زمان در نقاط مختلف جهان گسترش پیدا کرده است (Kohlmann *et al*., 2003). ماهی کپور معمولی به عنوان یکی از مهم‌ترین گونه‌های اقتصادی دریای خزر نیز به دلیل بومی بودن آن در دریای خزر از اهمیت زیادی برخوردار است (Bandani *et al*., 2011). هر چند این گونه به صورت طبیعی در تمام سواحل دریای خزر وجود دارد و برای تولید مثل به مصب رودخانه‌ها وارد می‌شود، اما در سال‌های اخیر به دلایل مختلفی همچون صید بیش از حد و از دست رفتن محل‌های تخم‌ریزی میزان ذخایر آن بشدت کاهش یافته است، بطوریکه جزء گونه‌های نیازمند به حفاظت در حوضه خزر جنوبی بشمار می‌رود (Freyhof and Kottelat, 2008). مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که ویژگی‌های رشدی و مورفولوژیک ماهیان دارای تنوع‌پذیری وسیع منطقه‌ای هستند که بوسیله تنوع در ویژگی‌های زیستگاهی قابل تفسیر می‌باشند (Froese and

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-12]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.1.10.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118388]

Binohlan, 2000). در این راستا، مطالعه ویژگی‌های مورفولوژیک یک گونه در سطح جمعیتی و تنوع‌پذیری آن به صورت منطقه‌ای امکان درک بهتر از وضعیت جمعیت‌های یک گونه در یک منطقه را فراهم می‌کند. از اینرو، مطالعه حاضر با هدف بررسی و تشخیص تفاوت‌های مورفومتریک ماهی کپور معمولی دریایی در حوضه خزر جنوبی به اجرا در آمد.

به منظور انجام تحقیق حاضر تعداد ۷۴ نمونه ماهی کپور معمولی از مناطق گمیشان: E: 53°29', N: 37°51'، میان‌کاله: E: 53°30', N: 36°52' و انزلی: E: 49°26', N: 37°25' در فصل زمستان جمع‌آوری شدند. به منظور استخراج اطلاعات مورفومتریک از نمای چپ جانبی همه ماهیان با استفاده از دوربین دیجیتال با قدرت تفکیک ۱۶ مگا پیکسل عکس‌برداری شد و صفات مورفومتریک مد نظر با استفاده از نرم‌افزار ImajeJ 1.45S اندازه‌گیری شدند (جدول ۱). به منظور نرمال‌سازی داده‌ها و حذف اثر سایز ناشی از رشد آلومتریک از نرم افزار PAST 2.17C استفاده شد. تمامی آنالیزهای آماری در نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۲۰ و PAST ver 2.17c انجام شدند.

جدول ۱: صفات ریخت سنجی بررسی شده در کپور معمولی (*C. carpio*)

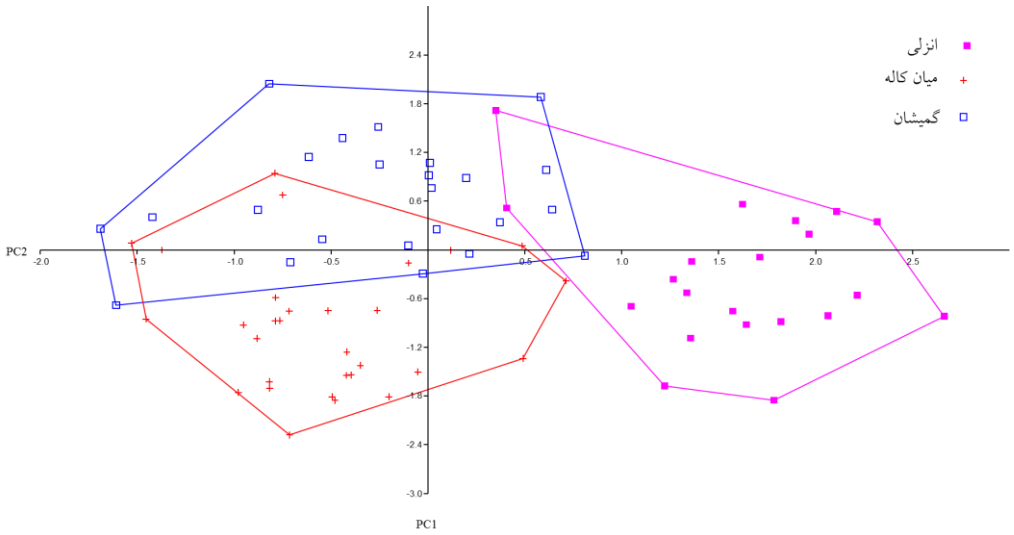
Table 1: Morphometric measurements of common carp

شماره	نام صفت (اندازشی)	شماره	نام صفت (اندازشی)
۱	طول کل (TL)	۱۴	ارتفاع باله پشتی (DH)
۲	طول چنگالی (FL)	۱۵	طول قائده باله مخرجی (ABL)
۳	طول استاندارد (SL)	۱۶	ارتفاع باله مخرجی (AH)
۴	طول سر (HL)	۱۷	طول قاعده باله سینه‌ای (PBL)
۵	ارتفاع سر (HH1)	۱۸	ارتفاع باله سینه‌ای (PH)
۶	ارتفاع سر در ناحیه چشمی (HH2)	۱۹	طول باله شکمی (PelH)
۷	قطر چشم (ED)	۲۰	ابتدای باله سینه‌ای تا نوک پوزه (PrePL)
۸	ارتفاع بدن (BD)	۲۱	ابتدای باله پشتی تا نوک پوزه (PreDL)
۹	فاصله پشت چشم تا اولین نقطه سرپوش آبششی (POL)	۲۲	انتهای باله پشتی تا انتهای بدن (PostDL)
۱۰	عرض دهان (ML)	۲۳	ابتدای باله مخرجی تا نوک پوزه (PreAL)
۱۱	طول ساقه دمی (CPL)	۲۴	انتهای باله مخرجی تا انتهای بدن (PostAL)
۱۲	ارتفاع ساقه دمی (CPH)	۲۵	ابتدای باله پشتی تا ابتدای باله مخرجی (DAL)
۱۳	طول قائده باله پشتی (DBL)	۲۶	انتهای باله پشتی تا ابتدای باله مخرجی (EDFAL)

بر اساس نتایج آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه مشخص گردید که از بین صفات مورد مطالعه، ۲۳ صفت بین مناطق اختلاف معنی‌داری نشان‌دادند ($p<۰/۰۵$) و تنها صفات طول ساقه دمی و طول قاعده باله مخرجی اختلاف معنی‌داری بین مناطق مختلف نشان ندادند ($p>۰/۰۵$). آنالیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA[1]) نیز هفت مؤلفه (حدود ۷۶٪ تغییرات) را به عنوان اصلی‌ترین عوامل در ایجاد تغییرات شناسایی نمود که دو مؤلفه اول در مجموع حدود ۴۶٪ تغییرات بین جمعیت‌ها را شامل می‌شدند. در مؤلفه اول ویژگی‌های HH1 و POL و در مؤلفه دوم ویژگی‌های PostAL و PostDL و FL اصلی‌ترین ویژگی‌های شناسایی شده برای ایجاد تغییرات بودند. نمودار PCA نیز با استفاده از دو مؤلفه اول ترسیم شد (شکل ۱).

[1] Principal Component Analysis

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-12]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.1.10.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118388]



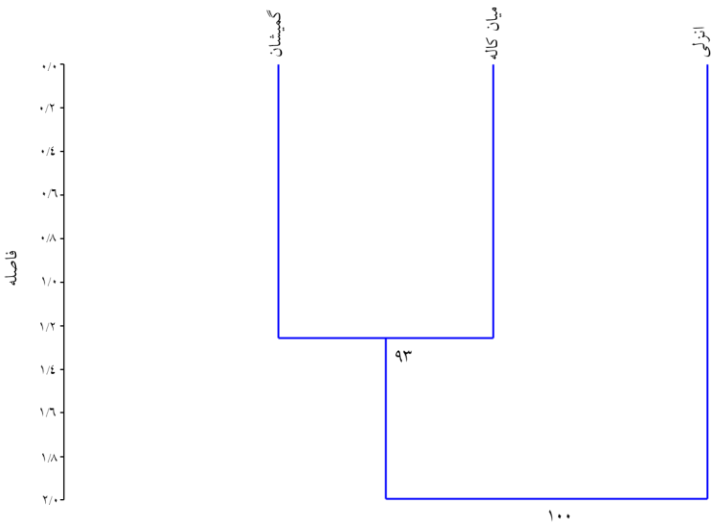
شکل ۱: نمودار آنالیز تجزیه عاملی (PCA) بین گروه‌های مورد مطالعه از ماهی کپور معمولی بر اساس دو مؤلفه اول

Figure 1: PCA scatter plot of common carp based on two first components.

دندروگرام مناطق مورد بررسی بر اساس میانگین صفات مورفولوژیک اندازه‌گیری شده بر مبنای مجذور فاصله اوقلیدوسی و روش کلاستر بندی بین گروهی رسم گردید. دندروگرام رسم شده بر اساس روش ward نیز سه منطقه بررسی شده در تحقیق حاضر را به دو خوشه کاملا مجزا (با درصد حمایت بیش از ۶۰ درصد) تقسیم بندی کرد. به این صورت که خوشه اول شامل مناطق انزلی و ساری و خوشه دوم مشتمل بر منطقه میان‌کاله بود (شکل ۲).

تغییرات مورفولوژی در پاسخ به فاکتورهای محیطی نسبت به تغییرات مولکولی با سرعت بیشتری ایجاد می‌شود زیرا این تغییرات عمدتاً به صورت چند ژنی کنترل شده و تحت تأثیر جایگاه‌های ژنی مختلفی قرار دارند (Soule and Couzin-Roudy, 1982). این موضوع سبب افزایش بقاء از طریق افزایش قابلیت انعطاف‌پذیری می‌شود. دریای خزر دارای سواحل کاملاً متفاوتی از نظر شرایط اکولوژیک مانند جنس بستر، دما، نوع زیستگاه‌ها، مواد غذایی، نوع ساحل و جریان چرخه آبی در بخش جنوبی خود است (Nouri *et al.*, 2008) که بدون شک این عوامل اثرات خود را بر ساختار ذخایر و جمعیت‌های مربوطه در سطوح مختلف مانند مورفولوژیک و ژنومیکس برجای می‌گذارد (Tu *et al.*, 2018). در پژوهشی بر شگ ماهی براشنیکووی در حوضه جنوبی دریای خزر در آبان ماه از بین ۳۳ صفت ریخت‌شناسی مورد بررسی، ۳۲ صفت بین شش منطقه (میان‌کاله، ساری، تنکابن، انزلی، رضوانشهر و آستارا) اختلاف معنی‌داری نشان دادند (Paknejad *et al.*, 2014). تنوع فنوتیپی مشاهده شده در این تحقیق می‌تواند به نوعی بیانگر تأثیر تنوع اکوسیستمی باشد که اثر خود را بر گونه‌های ماهی برجای می‌گذارد، ولی این موضوع نیاز به کمی کردن فاکتورهای محیطی و ارتباط آنها با فاکتورهای مورفولوژیک دارد. ویژگی مربوط به ارتفاع سر به عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورها در شناسایی ماهیان کپور معمولی حوضه خزر جنوبی از طریق آنالیز PCA نیز شناسایی شد. نتایج آنالیزهای PCA و خوشه‌بندی نیز تأیید کننده یکدیگر هستند و بیانگر وجود سه جمعیت جدا از هم ماهی کپور معمولی در سواحل جنوبی دریای خزر می‌باشند. این تغییرات در مورفولوژی معمولاً به دلیل جداسازی بخشی از جمعیت درون شرایط زیستگاهی می‌باشد. میان‌کاله و گمیشان از نظر فاصله جغرافیایی نیز به یکدیگر نزدیک‌تر هستند و در درخت فیلوژنی UPGMA رسم شده نیز این دو منطقه در کنار یکدیگر قرار گرفتند که می‌تواند بیانگر تأثیر فاصله جغرافیایی بر تغییرات فنوتیپی مشاهده شده باشد.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-12]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.1.10.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118388]



:شکل ۲

نمودار دندروگرام آنالیز خوشه‌ای کپور معمولی بین مناطق مورد بررسی در تحقیق حاضر

Figure 2: Dendrogram diagram of cluster analysis of common carp among the studied areas in this research

به طور کلی، توضیح دلایل تفاوت‌های فنوتیپی بین جمعیت‌های آبزیان مشکل می‌باشد (Poulet *et al*., 2004) مگر آن که جنبه تأثیرات محیطی در آن لحاظ و کمی‌سازی گردد. (Quilang *et al*., 2007). در برخی مطالعات، شرایط محیطی بویژه دما که در بعضی مراحل تکاملی حساس غالب می‌شود، نشان داده شده است که بیشترین تأثیر را در صفات فنوتیپی دارد (Hubbs, 1922). به طور کلی، تغییرات فنوتیپی مشاهده شده در تحقیق حاضر می‌تواند بنوعی بیانگر شرایط مختلف محیطی حاکم بر هر منطقه در حوضه جنوبی دریای خزر باشند و این موضوع نه تنها جهت درک بهتر پویایی اکوسیستم و جمعیت‌های حاضر در آن بلکه در برنامه‌های بازسازی ذخایر و همچنین انتخاب ماهیان مولد در آبزی‌پروری از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به تنوع فنوتیپی مشاهده شده در مطالعه حاضر، شناسایی مهم‌ترین عوامل محیطی القاء کننده تغییرات فنوتیپی و نیز ارتباط آنها با صفات مختلف فنوتیپی در کپور بومی خزری می‌توانند از دستاوردهای آتی این تحقیق باشند.

منابع

Anvarifar, H., Khyabani, A., Farahmand, H., Vatandoust, S., AnvariFar, H. and Jahageerdar S., 2011. Detection of morphometric differentiation between isolated up- and downstream populations of siah mahi (*Capoeta capoeta gracilis*) (Pisces: Cyprinidae) in the Tajan River (Iran). *Hydrobiologia*, 673: 41–52. DOI: 10.1007/s10750-011-0748-7

Bandani, G. A., Khoshbavar Rostami, H. A., Yelghi, S., Shokrzadeh, M. and Nazari, H., 2011. Concentration of heavy metals (Cd, Cr, Zn, and Pb) in muscle and liver tissues of common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) from coastal waters of Golestan Province. *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 19(4), 1-10.

Cadrin, S. X., 2000. Advances in morphometric analysis of fish stock

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-12]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.1.10.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118388]

structure. *Rev. Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10: 91–112. DOI:10.1023/A:1008939104413

Fazli, H., Daryanabard, G.R., Pourgholam, R., Abdolmalaki, S., Bandani, A., Pourgholami, A. and Safavi, S.A., 2011. Qualitative assessment of Caspian kutum (*Rutilus frisii kutum* Kamensky 1901) stocks in Iranian waters of the Caspian Sea (1991-2011). *Iranian Scientific Fisheries Journal*, *21*(2), 53-64.

Freyhof, J. and Kottelat, M., 2008. *Cyprinus carpio*. In: IUCN 2014. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.1. <www.iucnredlist.org>

Froese, R. and Binohlan, C., 2000. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology*, 56: 758:773. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2000.tb00870.x

Hubbs, C. L., 1922. Variations in the number of vertebrae and other meristic characters of fishes correlated with the temperature during development. *American Naturalist*, 56:360–372.

Kohlmann, K., Gross, R., Murakaeva, A. and Kersten, P., 2003. Genetic variation and structure of common carp populations throughout the distribution range inferred from allozyme, microsatellite and mtDNA marker. *Aquatic Living Resources*, 16: 421-431.

Nouri, J., Karbassi, A. and Mirkia, S., 2008. Environmental management of coastal regions in the Caspian Sea. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 5: 43-52. DOI: https://doi.org/10.1007/BF03325996

Paknejad, S., Heidari, A., Jamalzadeh, H. and Faghani Langroudi, H., 2014. A Comparison of the morphological characteristics of *Alosa braschnikowii* (Borodin, 1904) in the southern Caspian Sea basin. *Journal of Applied Ichthyological Research*, 2 (2):79-92

Poulet, N., Berrebi, P., Crivelli, A.J., Lek, S. and Argillier, C., 2004. Genetic and morphometric variations in the pikeperch (*Sander lucioperca* L.) of a fragmented delta. *Arch. Hydrobiologia*, 159: 531– 554. DOI: 10.1127/0003-9136/2004/0159-0531

Quilang, J.P., Basiao, Z.U., Pagulayan, R.C., Roderos, R.R. and Barrios, E.B., 2007. Meristic and morphometric variation in the silver perch, *Leiopotherapon plumbeus* (Kner, 1864), from three lakes in the Philippines. *Journal of Applied Ichthyology*, 23: 561-567. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2007.00862.x

Soule, M.J. and Couzin, R., 1982. Allometric variation. Developmental instability of extreme Phenotypes. *American Naturalist*, 120: 765-786.

Tu, C.Y., Chen, K.T. and Hsieh, C.H., 2018. Fishing and temperature effects on the size structure of exploited fish stocks. *Scientific Reports*, 8: 7132. DOI: 10.1038/s41598-018-25403-x

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-12]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.1.10.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118388]

Phenotypic variation of *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) across the southern coasts of the Caspian Sea

Jafari O.[1], Hedayati S.A.A[1*]; Zeinolabedini M.[2]; Poorbagher H.[3]; Ghorbani R.[1]; Abdolhai H.A.[4]

[*]Hedayati@gau.ac.ir

1- Department of Aquatic Production and Exploitation, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
2- Department of System Biology, Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
3- Department of Fisheries Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, P.O. Box 4314, Karaj, Iran
4- Department of Aquaculture, Iranian Fisheries Organization (IFO), No.236, Fatemi west, Ave., Tehran, IRAN

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-12]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1398.28.1.10.1]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2019.118388]

Abstract

The present study was performed with the aim of investigation in phenotypic variations of *Cyprinus carpio* as an economically worth species in south basin of the Caspian Sea. In winter of 2015, totally 74 specimens were collected from Anzali, Miankaleh and Gomishan and the morphometric information were extracted. The obtained results of ANOVA were indicated a high rate of phenotypic variations (23 out of 25). PCA detected HH1 (head height character) as the most important feature in making variations among populations. Cluster Analysis classified all samples in three major clades. So it can be concluded that there is at least three separate stocks of common carp in the southern basin of the Caspian Sea which it is high recommended that should be considered in stocks management in order to prevent subsequent problems including inbreeding and reduction in genetic fitness.

Keywords: Caspian Sea, Head Height, PCA, Phenotypic Variations

[*]Corresponding author