Archive of SID

بررسی انعطاف پذیری ریختی مروارید ماهی زاگرس (*Alburnus zagrosensis Coad, 2009*) در مناطق چشمه علی، تالاب چغاخور و حمزه علی استان چهارمحال و بختیاری

عابدی، م.[۱،*]؛ ایگدری، س.[۱]؛ غفاری فارسانی، ح.[۲]؛ شهبازی ناصرآباد، س.[۳]؛ بنام، ص.[۱]

[۱] گروه شیلات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران،کرج، ایران
[۲] باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد، شهرکرد، ایران
[۳] باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یاسوج، یاسوج، ایران
Email: majid.abedi@ut.ac.ir

هدف اصلی این مطالعه بررسی انعطاف‌پذیری ریختی و تنوع شکل بدن بین سه جمعیت مروارید ماهی (*A. zagrosensis*) در مناطق چشمه‌علی، تالاب چغاخور و حمزه علی استان چهارمحال و بختیاری بود. بدین منظور ۴۳ نمونه مروارید ماهی در بهار ۱۳۹۳، با استفاده از تور سالیک با چشمه‌های مختلف، از مناطق چشمه‌علی (۱۴ نمونه)، تالاب چغاخور (۱۴ نمونه) و حمزه علی (۱۵ نمونه) استان چهارمحال و بختیاری صید گردید. از نیمرخ چپ ماهیان با استفاده از دوربین دیجیتال عکس‌برداری و سپس ۱۴ عدد لندمارک بر روی عکس‌ها تعیین شد. لند مارک‌های حاصل توسط نرم‌افزار *tpsDig2* رقومی‌سازی گردید و سپس از آنالیز پروکراست (*GPA*) به‌منظور روی هم‌گذاری لندمارک‌ها استفاده شد. همچنین تنوع ریختی جمعیت ماهیان، با استفاده از آنالیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (*PCA*) و تجزیه همبستگی کانونی (*CVA*) مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. نتایج به‌دست‌آمده از داده‌های شکلی نشان داد که سه جمعیت موردمطالعه ازنظر شکل بدن اختلاف معنی‌داری باهم دارند. ازجمله مهم‌ترین تفاوت‌های مشاهده‌شده در بین جمعیت‌های موردمطالعه، بدن عریض‌تر و سر بزرگ‌تر در جمعیت مروارید ماهیان تالاب چغاخور و همچنین ارتفاع کم بدن در جمعیت‌های حمزه علی و به‌خصوص چشمه‌علی بود. احتمالاً عوامل مختلف محیطی مانند دمای آب و میزان دسترسی به مواد غذایی می‌تواند منجر به چنین اختلافی در ریخت‌شناسی سه جمعیت شود. این مطالعه نشان داد که جمعیت‌های مروارید ماهی در سه منطقه چشمه‌علی، تالاب چغاخور و حمزه علی استان چهارمحال و بختیاری به علت تفاوت در زیستگاه و شرایط محیطی، در مسیر تکاملی مجزایی نسبت به هم قرار دارند.

کلمات کلیدی: انعطاف‌پذیری ریختی، مروارید ماهی، ریخت سنجی هندسی، تالاب چغاخور.

مقدمه:

تنوع در شکل بدن می‌تواند منعکس‌کننده تفاوت‌های رفتاری و اکولوژیکی موجود باشد (*Guill et al. 2003; Webb, 1984*). به دلیل متراکم بودن محیط آبی، شکل بدن می‌تواند روی رفتار و ویژگی‌های عملکردی ماهی و سایر موجودات آبزی ناثیرگذار باشد (*Webb, 1984*). ویژگی‌های ریختی ماهیان تحت تأثیر شرایط محیطی مانند نوع بستر، جریان آب، پوشش گیاهی، رقابت و میزان دسترسی به منابع غذایی قرار دارد (*Nicieza, 1995*). ماهیان برای ادامه حیات باید با این شرایط محیطی سازگار شوند (*Zelditch, 2004*). سازگاری این موجودات با شرایط محیطی باعث ایجاد تغییرات ریختی در آن‌ها می‌گردد (*Wainwright et al., 1991*)، بنابراین انعطاف‌پذیری ریختی توانایی موجود، برای تغییر فنوتیپ خود در پاسخ به تغییرات محیطی است (*Price, 1987*).

www.SID.ir

Archive of SID

حتی گاهی، ماهیان یک‌گونه در پاسخ به تغییرات محیطی که به‌واسطه جدایی زیستگاه صورت می‌گیرد، جمعیت‌های متفاوتی را شکل می‌دهند و مسیر تکاملی مجزایی را طی می‌نمایند (*Wooton, 1990*). شواهد نشان داده است که شکل بدن شاخص قابل‌اعتمادی است که رفتار شنا و انتخاب زیستگاه ماهیان را نشان می‌دهد (*Webb, 1984*) بنابراین شکل بدن ماهیان نه‌تنها ویژگی‌های ژنتیکی را نشان می‌دهد بلکه می‌تواند منعکس‌کننده وضعیت زیستگاه ماهی نیز باشد (*Guill et al, 2003*). ریخت سنجی هندسی به‌عنوان یک روش جدید در آنالیز شکل بدن، موردتوجه اغلب زیست‌شناسان قرارگرفته است (*Bookstein, 1991*). این روش در مطالعات ریخت‌شناسی و تجزیه‌وتحلیل شکل بدن ماهیان کاربرد گسترده‌ای دارد و از آن به‌عنوان ابزاری مفید در ارزیابی کیفی ماهی یاد می‌شود (*Sara et al., 1999*). در این روش موجودات برحسب مختصات *X*، *Y* (و همچنین *Z*) توصیف می‌شوند (*Favaloro and Mazzalo, 2003*).

ریخت‌سنجی هندسی شامل استخراج شکل‌های زیستی بر اساس مختصات لندمارک‌ها و آنالیز آماری آن‌ها بعد از حذف اندازه، موقعیت و جهت جایگاه مختصات لندمارک نمونه‌ها و (آنالیز پروکراست) می‌باشد. این روش تفاوت‌های شکل افراد را که درنتیجه سازگاری با شرایط محیطی متنوع ایجادشده، به‌خوبی نشان می‌دهد (*Zelditch, 2004*). مروارید ماهی یا کولی ایرانی (*Alburnus zagrosensis*) نوعی ماهی کوچک لجه‌زی (پلاژیک) است که زیستگاه اصلی آن حوضه جنوبی دریای خزر بوده و همچنین در قسمت‌های بالایی حوضه رودخانه کارون نیز پراکنش دارد. این‌گونه به‌طور ناخواسته توسط انسان به سایر مناطق ایران از قبیل دریاچه زریوار ، هامون، سیستان و استخرهای پرورش ماهی سمنان منتقل‌شده است. مروارید ماهی به‌صورت گله‌ای در سطح آب‌های ساکن با جریان کم و پوشیده از گیاهان آبزی زندگی می‌کند.

این ماهی از پلانکتون‌ها، کرم‌ها و لارو حشرات تغذیه می‌کند، همچنین این‌گونه خود توسط اردک‌ماهی و سوف ماهی به‌عنوان طعمه مصرف می‌شود (*Coad, 2014*). با توجه به حضور مروارید ماهی در مناطق مزبور، این پرسش مطرح است که آیا شکل بدن جمعیت‌های این‌گونه، در مناطق موردمطالعه تغییریافته است؟ پاسخ به این پرسش می‌تواند مبنایی در جهت بررسی وضعیت اکولوژیکی و همچنین تکاملی مروارید ماهی، تحت تأثیر شرایط محیطی در این حوضه باشد؛ بنابراین مطالعه حاضر قصد دارد، به‌منظور پاسخ به پرسش مطرح‌شده، با استفاده از روش ریخت سنجی هندسی به مقایسه شکل بدن جمعیت‌های مروارید ماهی در مناطق چشمه‌علی، تالاب چغاخور و حمزه‌علی استان چهارمحال و بختیاری بپردازد.

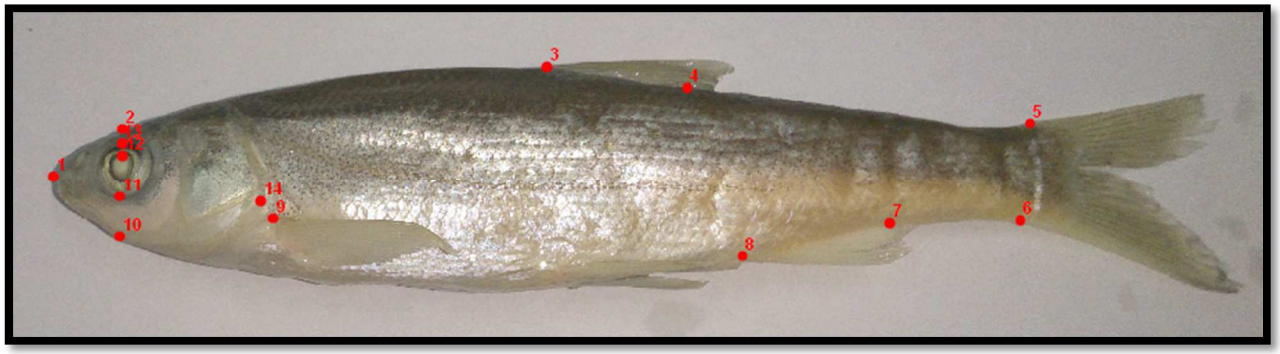
مواد و روش‌ها:

در این تحقیق درمجموع ۴۳ نمونه مروارید ماهی (*Alburnus zagrosensis Coad, 2009*) در بهار ۱۳۹۳، با استفاده از تور سالیک با چشمه‌های مختلف، از مناطق چشمه‌علی (۱۴ نمونه)، تالاب چغاخور (پل ماری) (۱۴ نمونه) و حمزه علی (۱۵ نمونه) استان چهارمحال و بختیاری صید شدند. چشمه‌علی در ۵۱ درجه و ۱۱ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۳۷ دقیقه عرض شمالی، تالاب چغاخور (پل‌ماری) در ۵۰ درجه و ۵۴ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۵۵ دقیقه عرض شمالی و حمزه علی نیز در ۵۱ درجه و ۲ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۵۶ دقیقه عرض شمالی قرار داشت.

نمونه‌برداری از مناطق موردبررسی در سرتاسر مسیر رودخانه صورت پذیرفت. نمونه‌ها پس از صید در محلول فرمالین ۱۰ درصد تثبیت‌شده و سپس به آزمایشگاه منتقل شدند. از نیمرخ سطح جانبی سمت چپ ماهیان با استفاده از دوربین دیجیتال مدل *EasySharw Z650*باقدرت تفکیک ۶ مگا پیکسل عکس‌برداری شد. تعداد ۱۴ عدد لندمارک بر روی عکس‌ها انتخاب‌شده (شکل ۱) و توسط نرم‌افزار *tpsDig2* رقومی‌سازی شد. به‌منظور روی هم‌گذاری لندمارک‌ها از آنالیز پروکراست (*Generalised Procrustes Analysis*) استفاده شد. به‌منظور تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از شکل بدن در هرکدام از جمعیت‌ها، از آنالیزهای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (*PCA*) و تجزیه همبستگی کانونی (*CVA*) استفاده شد. آنالیزهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزار *PAST* انجام گردید.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱: لندمارک‌های مشخص‌شده بر روی نمونه مروارید ماهی.

ابتدایی‌ترین 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 ساقه‌ی دمی، ۶- لبه پایینی ساقه‌ی دمی، ۷- انتهای قاعده‌ی باله‌ی مخرجی، ۸- ابتدای قاعده‌ی باله‌ی مخرجی، ۹- ابتدایی‌ترین نقطه باله‌ی سینه‌ای، ۱۰- امتداد لندمارک بالا در بخش پایین سر، ۱۱- لبه پایینی حدقه، ۱۲- مرکز چشم، ۱۳- لبه بالایی حدقه، ۱۴- انتهایی‌ترین بخش سرپوش آبششی.

نتایج و بحث:

نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه نشان داده است که جمعیت‌های موردمطالعه به علت جدایی زیستگاه دارای تفاوت‌های ریختی معنی‌داری نسبت به هم هستند ($P<0.0001$). نمودار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (*PCA*) در شکل ۱ آورده شده است. همچنین آنالیز تجزیه همبستگی کانونی (*CVA*) نیز در شکل ۲ ارائه‌شده است.

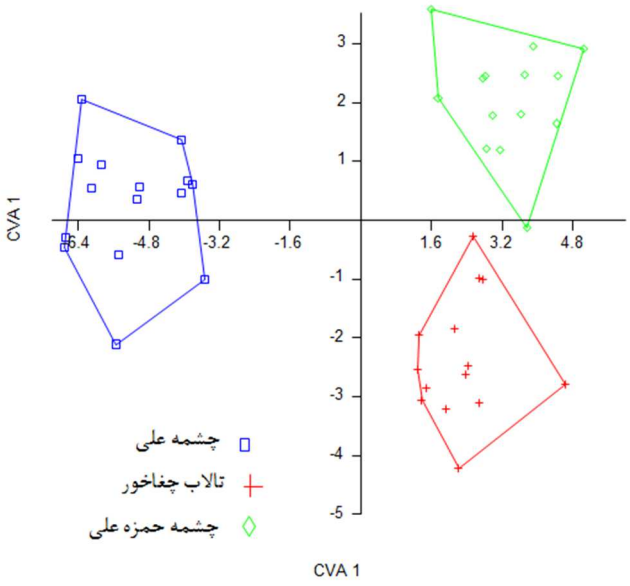
نمودار *PCA* و *CVA* به‌وضوح نشان می‌دهد که جمعیت‌های مرواریدماهی در مناطق چشمه‌علی، تالاب چغاخور و حمزه علی از هم جدا هستند و در حقیقت هرکدام مسیر تکاملی جداگانه‌ای در تکامل را در پیش‌گرفته‌اند. تفاوت عمده بین ماهیان تالاب چغاخور و با دو گروه دیگر (چشمه‌علی، حمزه علی) دارا بودن بدن عریض‌تر و سر بزرگ‌تر آن‌ها بود (شکل ۲). این در حالی است که علی‌رغم شباهت نسبی ریختی دو جمعیت ماهیان چشمه‌علی و حمزه علی، جمعیت ماهیان مربوط به چشمه‌علی بدنی فشرده‌تری داشتند (شکل ۲). شکل بدن ماهیان تحت تأثیر انواع شرایط محیطی مانند دما، شوری، لزوجت آب، دسترسی به مواد غذایی و نوع غذا قرار دارد (*Meyer, 1987*). از طرف سوی دیگر، شکل بدن یکی از اجزاء مهم در فنوتیپ هر موجود زنده‌ای است، این ویژگی می‌تواند نشانگر تغذیه، عملکرد حرکتی، وضعیت اکولوژیکی و زیستی موجود باشد. سازگاری موجودات با تغییرات محیطی موجب تفاوت در فنوتیپ آن‌ها می‌شود (*Webb, 1984*) و البته این تفاوت‌ها گاهی منجر به تشکیل زیرگونه نیز می‌شود. همان‌طور که اشاره شد، تنوع در شکل بدن می‌تواند تفاوت‌های رفتاری و اکولوژیکی را نشان دهد (*Webb, 1984*). جنبه‌های زیادی از آشیان اکولوژیکی ماهیان با استفاده از ویژگی‌های ریختی نشان داده می‌شود. به‌عنوان‌مثال شکل بدن ماهیان می‌تواند نشانگر وضعیت شناگری موجود باشد (*Keast and Webb 1966*).

تکنیک‌های ریخت‌سنجی هندسی روشی مفید برای استخراج اطلاعات جایگاه فضایی متغیرهای ریختی و آنالیز آن‌ها با استفاده از آزمون‌های آماری چند متغیره می‌باشد. ریخت‌سنجی هندسی نسبت به ریخت‌سنجی سنتی از دقت و توانایی‌های بیشتری برخوردار است؛ بنابراین، این روش در بررسی تغییرات شکل بدن و همچنین بیان تفاوت‌های ریختی موجودات استفاده می‌شود (*Zelditch, 2004*).

www.SID.ir

Archive of SID

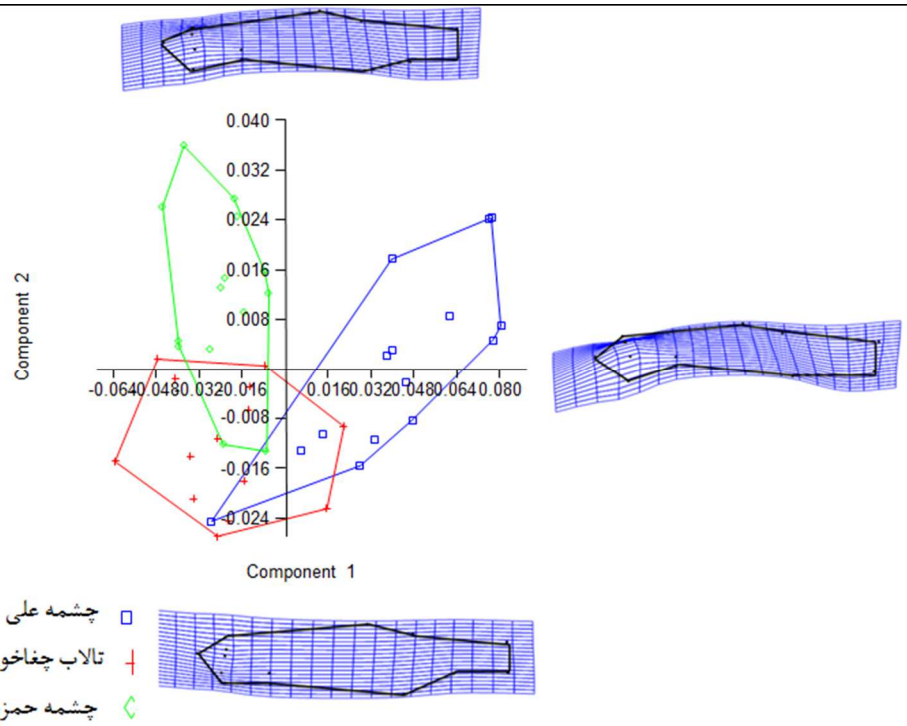
نتایج به‌دست‌آمده در این مطالعه نشان داد که بین شکل جمعیت‌های مرواریدماهی در مناطق چشمه‌علی، تالاب چغاخور و حمزه‌علی استان چهارمحال و بختیاری اختلاف معنی‌داری وجود دارد. این تفاوت در شکل می‌تواند به فاکتورهای محیطی و جدایی زیستگاه مرتبط باشد. احتمالاً وجود شرایط محیطی متفاوت این اختلاف شکلی را در بین جمعیت‌ها پدید آورده است. مهم‌ترین تفاوت‌های مشاهده‌شده در میان جمعیت‌های موردمطالعه به این صورت می‌باشد: جمعیت مروارید ماهی در تالاب چغاخور بدن عریض‌تر و سر بزرگ‌تری نسبت به ماهیان دو جمعیت دیگر داشتند؛ اما جمعیت‌های چشمه علی و حمزه علی ازلحاظ ریختی تا حدودی به همدیگر نزدیک‌تر بودند با این تفاوت که جمعیت مربوط به چشمه‌علی بدنی فشرده‌تری داشتند.



نمودار *CVA* شکل بدن جمعیت‌های مرواریدماهی (*A. zagrosensis*) در مناطق چشمه‌علی، تالاب چغاخور و حمزه علی استان چهارمحال و بختیاری.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (*PCA*) جمعیت‌های مرواریدماهی (*A. zagrosensis*) در مناطق چشمه‌علی، تالاب چغاخور و حمزه علی استان چهارمحال و بختیاری.

نتیجه‌گیری کلی:

احتمالاً درجه حرارت بالا و افزایش دسترسی به منابع غذایی در تالاب چغاخور باعث بزرگ شدن افزایش ارتفاع سر و عریض شدن بدن شده است. در مقابل ارتفاع کم بدن در جمعیت‌های حمزه علی و به‌خصوص چشمه‌علی به خاطر کاهش درجه حرارت و کمبود منابع غذایی در این مناطق می‌باشد. علاوه بر تغییرات محیطی، عوامل دیگری نیز هستند که موجب تفاوت‌های ریختی در ماهیان می‌شوند. حضور آلاینده‌ها، استرس‌های محیطی، روابط بین موجودات زنده و همچنین دسترسی به مواد غذایی از این عوامل هستند. مطالعه حاضر بیان می‌دارد که بررسی سایر عوامل گفته‌شده می‌تواند برای جهت درک بهتر تفاوت‌های ریختی در جمعیت‌های موردنظر مفید باشد.

منابع:

1- *Bookstein, F.L. 1991. Morphometric Tools for Landmark Data: Geometry and Biology. Cambridge: Cambridge University Press. 435 p.*
2- *Coad, B.W. 2014. Freshwater fishes of Iran. Available from: www.briancoad.com. Retrieved 16/11/2014.*
3- *Favaloro, E. Mazzola, A. 2003. Shape change during the growth of sharpsnout seabream reared under different conditions in a fish farm of the southern Tyrrhenian Sea. Aquaculture Research. 29, 57-63.*
4- *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.*
5- *Keast, A. Webb, D. 1966. Mouth and body form relative to feeding ecology in the fish fauna of a small lake, Lake Opinicon, Ontario. Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 23, 1845-1874.*

www.SID.ir

Archive of SID

6- *Meyer, A. 1987. Phenotypic plasticity and heterochrony in Cichlasoma managuense (Pisces, Cichlidae) and their implications for speciation in cichlid fishes. Evolution 41, 1357-1369.*
7- *Nicieza, A.G. 1995. Morphological variation between geographically disjunct populations of Atlantic salmon: effects of ontogeny and habitat shift. Functional Ecology. 9, 448–456.*
8- *Price, T. 1987. Diet variation in a population of Darwin's finches. Ecology. 68, 1015-1028.*
9- *Sarà, M. Favaloro, E. Mazzola, A. 1999. Comparative morphometrics of sharpsnout seabream (Diplodus puntazzo Cetti, 1777), reared in different conditions. Aquacultural Engineering. 19, 195–209.*
10- *Wainwright, P.C. Osenberg, C.W. Mittelbach, G.G. 1991. Trophic polymorphism in the pumpkinseed sunfish (Lepomis gibbosus Linnaeus): effects of environment on ontogeny. Functional Ecology. 5, 40–55.*
11- *Webb, P.W. 1984. Body form, locomotion and foraging in aquatic vertebrates. American Zoologist. 24, 107–120.*
12- *Wootton, R.J. 1990. Ecology of Teleost Fishes. Chapman & Hall, New York.*
13- *Zelditch, M. 2004. Geometric morphometrics for biologists: a primer. Elsevier Academic Press, Amsterdam.*

www.SID.ir