بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد پنجم، شماره اول، بهار ۱۳۹۵
http://japu.gau.ac.ir

بررسی تفاوت‌های ریختی جمعیت‌های ماهی تیزه‌کولی *Hemiculter leucisculus* (Basilewsky, 1855) در رودخانه زرینه‌رود و تالاب انزلی با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی

*علیرضا رادخواه[1]، هادی پورباقر[2]، سهیل ایگدری[2] و هاشم نوفرستی[3]
[1]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه شیلات، دانشگاه تهران، [2]دانشیار گروه شیلات، دانشگاه تهران،
[3]باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۰۷/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۰۸

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تفاوت‌های ریختی در بین جمعیت‌های ماهی تیزه‌کولی (*H. leucisculus*) در آب جاری (رودخانه زرینه‌رود) و آب ساکن (تالاب انزلی) با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی، انجام شد. در مجموع، تعداد ۸۰ قطعه ماهی تیزه‌کولی از رودخانه زرینه‌رود، واقع در حوضه دریاچه ارومیه (۵۰ نمونه) و تالاب انزلی (۳۰ نمونه) صید شدند. از سمت چپ سطح جانبی نمونه‌ها با استفاده از دوربین دیجیتال با قدرت تفکیک ٦ مگاپیکسل عکس‌برداری شد. سپس، تعداد ١٦ عدد لندمارک با استفاده از نرم‌افزار TpsDig2 روی تصاویر دوبعدی قرار داده شد. داده‌های حاصل پس از آنالیز پروکراست (GPA) و استانداردسازی داده‌ها، با استفاده از آنالیز تحلیل تابع متمایزکننده (DFA) و Hotelling's t2 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. همچنین، انواع تغییرات شکلی نیز با استفاده از روش Thin plate spline در شبکه‌های تغییر شکل مصورسازی شدند. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین شکل جمعیت‌های تیزه‌کولی در رودخانه زرینه‌رود و تالاب انزلی وجود دارد ($P<۰/۰۰۱$). این تفاوت‌ها مربوط به اندازه و ارتفاع

*مسئول مکاتبه: radkhahalireza@yahoo.com

سر، ارتفاع بدن، ارتفاع ساقه دمی و موقعیت پوزه بود. تفاوت‌های مشاهده شده در شکل جمعیت‌های مورد مطالعه را می‌توان حاصل انعطاف‌پذیری ریختی ماهیان با شرایط اکولوژیکی زیستگاه‌ها در نظر گرفت.

واژه‌های کلیدی: ماهی تیزه‌کولی، *H. leucisculus*، تفاوت‌های ریختی، ریخت‌سنجی هندسی

مقدمه

شکل بدن بسیاری از موجودات از جمله ماهیان در پاسخ به نشانه‌های زیست‌محیطی تغییر می‌یابد (اِس‌شاینِر، ۱۹۹۳). این تغییرات ریختی در حقیقت استراتژی خاصی به‌منظور سازگاری با شرایط زیست‌محیطی است (اِسترنز، ۱۹۸۹؛ اِس‌شاینِر، ۱۹۹۳). در واقع، ماهیان به هنگام مواجهه با شرایط مختلف محیطی، قادر به سازگاری هستند تا بتوانند زنده بمانند (کاستا و کاتادِلا، ۲۰۰۷). این سازگاری با شرایط محیطی، در طی زمان منجربه تغییرات فیزیولوژی و رفتاری شده و در نهایت موجب تفکیک جمعیت‌ها و حتی گونه‌زایی می‌شود (داینِس و همکاران، ۱۹۹۹). ویژگی‌های ریختی به هنگام مقایسه گروه‌ها، جمعیت‌ها و مطالعات تبارشناختی مورد استفاده قرار می‌گیرند (توران و اِرگودان، ۲۰۰٤). پژوهش‌های مختلفی پیرامون تمایز جمعیتی ماهیان صورت گرفته است و جدایی جغرافیایی به‌عنوان مهم‌ترین عامل ایجاد این پدیده، شناخته شده است (انوری‌فر و همکاران، ۲۰۱۲). البته، پارامترهای محیطی مانند دما، شوری، دسترسی به منابع غذایی و شکار نیز به‌عنوان عوامل تأثیرگذار در تفکیک جمعیت‌های ماهیان شناخته شده‌اند (توران و همکاران، ۲۰۰٤).

ماهی تیزه‌کولی (*Hemiculter leucisculus*) متعلق به خانواده کپور ماهیان (Cyprinidae) بوده و پراکنش گسترده‌ای در آب‌های داخلی ایران داشته است (کود، ۲۰۱٦). این‌گونه از حوضه خزر، ارومیه، تالاب انزلی، تالاب آلماگل، انزلی، آجی‌گل، دریاچه زریوار، رودخانه ارس و رودخانه سفیدرود گزارش شده است (موسوی ثابت و همکاران، ۲۰۱۳). این ماهی غیربومی (Exotic) احتمالاً به‌همراه کپورماهیان چینی به‌این حوضه‌ها معرفی شده است (کود، ۲۰۱٦). تاکنون پژوهش‌های مختلفی پیرامون خصوصیات زیستی ماهی تیزه‌کولی انجام شده است، اما همچنان اطلاعات اندکی در مورد زیستگاه این ماهی و اثرات آن روی گونه‌های بومی وجود دارد (عبدلی، ۲۰۰۰).

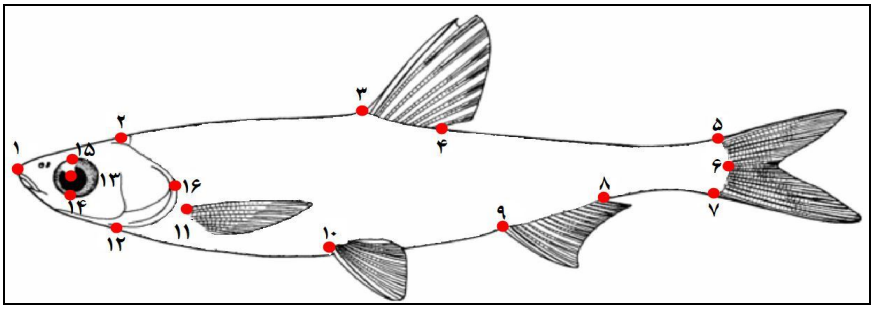
پراکنش گسترده ماهی تیزه‌کولی در پیکره‌های مختلف آبی مانند تالاب‌ها، آبگیرها، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها، موجب شده است تا جمعیت‌های این‌گونه تحت تأثیر شرایط اکولوژیکی و محیطی متفاوتی نسبت به یکدیگر قرار داشته باشند. شرایط متفاوتی که می‌تواند در گذر زمان باعث تفاوت‌های ریختی در بین جمعیت‌های این‌گونه شود. بنابراین این پژوهش با توجه به موضوع مطرح شده، قصد دارد تا علاوه‌بر بررسی تفاوت‌های ریختی در بین جمعیت‌های ماهی تیزه‌کولی در دو زیستگاه متفاوت (رودخانه زرینه‌رود و تالاب انزلی)، عوامل اکولوژیکی مؤثر بر این تغییرات یا تفاوت‌ها را نیز شناسایی نماید.

مواد و روش‌ها

در شهریورماه ۱۳۹۲، تعداد ۸۰ قطعه ماهی تیزه‌کولی (*H. leucisculus*)، از رودخانه زرینه‌رود (۵۰ قطعه) واقع در حوضه دریاچه ارومیه و تالاب انزلی (۳۰ قطعه)، با استفاده از دستگاه الکتروشوکر و تور نمونه‌برداری صید شدند. مکان نمونه‌برداری رودخانه زرینه‌رود و تالاب انزلی به‌ترتیب در مختصات‌های جغرافیایی (٤٦ درجه و ۳۳ دقیقه عرض شمالی و ۳٦ درجه و ٤۰ دقیقه طول شرقی) و (۳۷ درجه و ١٦ دقیقه عرض شمالی و ٤۹ درجه و ۳٦ دقیقه طول شرقی) قرار داشتند. ماهیان صید شده پس از بیهوشی در محلول گل میخک، در فرمالین ۱۰ درصد بافری تثبیت شده و برای انجام مطالعات به آزمایشگاه منتقل شدند. قابل ذکر است که به‌منظور کاهش تغییرات شکلی ناشی از رشد آلومتریک تنها ماهیان بالغ برای مطالعه انتخاب شدند. جهت بررسی تفاوت‌های ریختی در جمعیت‌های موردنظر از روش ریخت‌سنجی هندسی استفاده شد. بدین منظور، از سمت چپ سطح جانبی نمونه‌ها با استفاده از دوربین دیجیتال کوداک[1] با قدرت تفکیک ٦ مگاپیکسل عکس‌برداری شد. برای استخراج داده‌های شکلی در روش ریخت‌سنجی هندسی، تعداد ١٦ لندمارک با استفاده از نرم‌افزار تی‌پی‌اس دیج۲[2] (رائولف، ۲۰۰٦) روی تصاویر دوبعدی قرار داده شدند (شکل ۱). روی هم‌گذاری جایگاه لندمارک‌های نمونه‌ها با استفاده از آنالیز پروکراست[3] به‌منظور حذف تغییرات غیرشکلی صورت پذیرفت (زِلدیچ، ۲۰۰٤). داده‌های به‌دست آمده از شکل بدن جمعیت‌های مورد مطالعه با استفاده از

1- Kodak
2- TpsDig2
3- Generalised Procrustes Analysis

آنالیز تحلیل تابع متمایزکننده[1] و هتلینگ t2[2] در نرم‌افزار پَست[3] مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. همچنین، انواع تغییرات شکلی نیز با استفاده از روش تین پِلیت اِسپلاین[4] در شبکه‌های تغییر شکل مصورسازی شدند (اسحق‌زاده و همکاران، ۲۰۱۲).

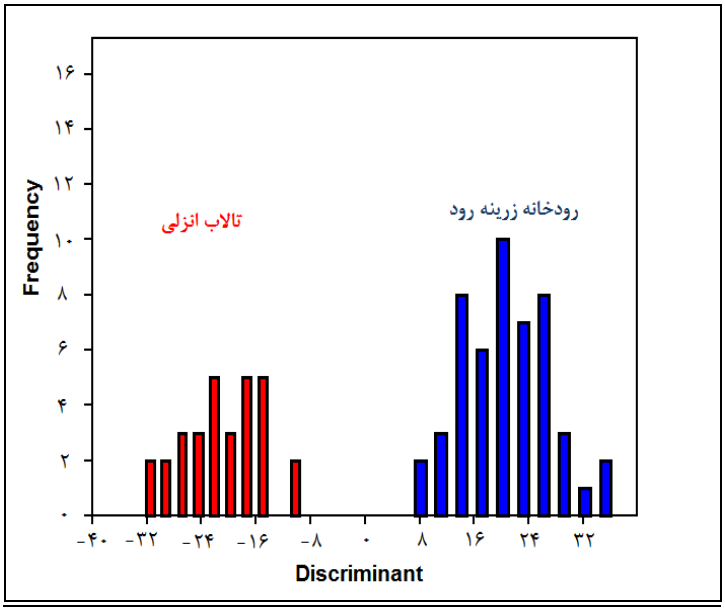


شکل ۱- نمونه لندمارک‌های تعیین شده بر روی ماهی تیزه‌کولی (*H. leucisculus*): ۱- ابتدایی‌ترین بخش پوزه در قسمت فک بالا، ۲- بخش بالایی سرپوش آبششی، ۳- ابتدای قاعده باله پشتی، ٤- انتهای قاعده باله پشتی، ٥- لبه بالایی بیش‌ترین فرورفتگی ساقه‌ی دمی، ٦- قسمت میانی ساقه دمی، ۷- لبه پایینی بیش‌ترین فرورفتگی ساقه دمی، ۸- انتهای قاعده باله مخرجی، ۹- ابتدای قاعده باله مخرجی، ۱۰- ابتدایی‌ترین نقطه قاعده باله شکمی، ۱۱- ابتدایی‌ترین نقطه قاعده باله سینه‌ای، ۱۲- بخش پایینی سرپوش آبششی، ۱۳- مرکز چشم، ١٤- لبه پایینی حدقه، ١٥- لبه بالایی حدقه، ١٦- انتهای سرپوش آبششی.

نتایج

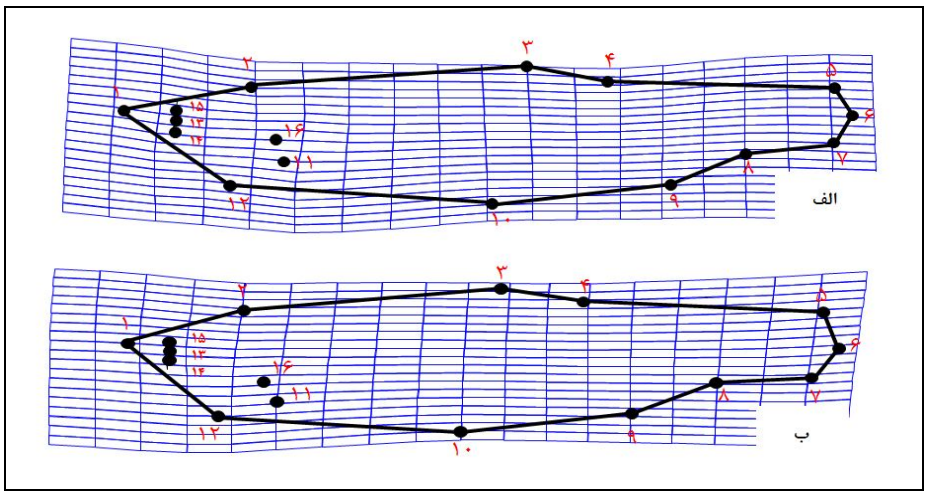
آنالیز تحلیل تابع متمایزکننده (DFA) و Hotelling's t2 به‌منظور بررسی تفاوت‌های ریختی در بین جمعیت‌های تالاب انزلی و رودخانه زرینه‌رود انجام شد. آنالیزهای انجام شده نشان داد که جمعیت‌های تیزه‌کولی از نظر شکلی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند ($P<۰/۰۰۱$). به‌عبارت دیگر، جمعیت‌های مورد مطالعه در رودخانه زرینه‌رود و تالاب انزلی از لحاظ شکل بدنی از یکدیگر متمایز شده‌اند (شکل ۲). نتایج آنالیز تابع متمایزکننده در مورد تغییرات شکلی نشان داد که تقریباً ۱۰۰ درصد ماهیان رودخانه زرینه‌رود و ۱۰۰ درصد ماهیان تالاب انزلی خصوصیات ریختی خود را نشان دادند. همچنین، گروه‌بندی جمعیت‌ها به‌طور میانگین به‌میزان ۱۰۰ درصد و به‌طور دقیق صورت گرفته است.

1- Discriminant Function Analysis
2- Hotelling's t2
3- PAST
4- Thin plate spline



شکل ۲- نمودار تمایز شکلی جمعیت‌های تیزه‌کولی (*H. leucisculus*) در رودخانه زرینه‌رود و تالاب انزلی بر اساس آنالیز تحلیل تابع متمایزکننده (DFA).

مصورسازی در شبکه تغییر شکل نشان داد که الگوی جابه‌جایی لندمارک‌ها در جمعیت‌های مورد مطالعه با یکدیگر متفاوت است (شکل ۳). نتایج مصورسازی نشان داد که در جمعیت رودخانه زرینه‌رود براساس موقعیت قرارگیری لندمارک‌های ۱، ۲ و ۱۲، اندزه سر بزرگ‌تر و ارتفاع آن کوچکتر به‌نظر می‌رسد، در حالی‌که در جمعیت تالاب انزلی عکس این حالت وجود داشت. مسلماً موقعیت قرارگیری لندمارک‌های ۳، ٤، ۹ و ۱۰ باعث تغییر در ارتفاع بدن شده است. مشاهده‌های انجام گرفته در شبکه تغییر شکل نشان داد که در جمعیت ماهیان تالاب انزلی، ارتفاع بدن نسبت به جمعیت رودخانه زرینه‌رود بیشتر بود. به‌عبارت دیگر، جمعیت ماهیان تیزه‌کولی ساکن در تالاب انزلی، دارای بدن پهن‌تری بودند. از دیگر تفاوت‌های ریختی مشاهده شده می‌توان به موقعیت پوزه و شکل ساقه دمی اشاره کرد. موقعیت پوزه در جمعیت ماهیان رودخانه زرینه‌رود، با توجه به لندمارک شماره ۱، بالاتر از ماهیان جمعیت دیگر بود. همچنین، الگوی استقرار لندمارک‌های ٥، ٦، ۷ و ۸ نشان داد که در ماهیان رودخانه زرینه‌رود ارتفاع ساقه دمی کمتر از ماهیان تالاب انزلی است.



شکل ۳- شبکه تغییر شکل جمعیت‌های ماهی تیزه‌کولی (*H. leucisculus*) در رودخانه زرینه‌رود (الف) و تالاب انزلی (ب) با استفاده از روش Thin plate spline.

بحث

شکل بدن اطلاعات مفید و قابل توجهی در خصوص آشیان اکولوژیکی ماهیان، چگونگی پراکنش آن‌ها و الگوی تغذیه آن‌ها فراهم می‌سازد (واتسون و بالون، ۱۹۸٤؛ هیوگنی و پویلی، ۱۹۹۹). علاوه‌بر این، شکل بدن از عوامل مهم تعیین کننده در انتخاب زیستگاه توسط ماهیان نیز محسوب می‌شود (وِب، ۱۹۸۲). بنابراین تغییرات شکلی علاوه‌بر نشان دادن ژنتیک ماهیان می‌تواند نشان‌دهنده ویژگی‌های محیط زندگی آن‌ها نیز باشد (گیل و همکاران، ۲۰۰۳). تغییرات ریختی به‌وجود آمده در ماهیان می‌تواند عوامل گوناگونی داشته باشد. مطالعات انجام شده نشان داده‌اند که شرایط محیطی نقش بسیار مهمی در ایجاد این تغییرات دارند (گیل و همکاران، ۲۰۰۳). به‌عنوان مثال، در بررسی تغییرات درون گونه‌ای و بین گونه‌ای شکل بدن در بین جمعیت‌های ماهی *Sardinella fimbriata* مشخص شد که این‌گونه در طی زمان به دلیل مواجهه با شرایط نامساعد محیطی دچار چنین تغییراتی شده است (لوسِنو و همکاران، ۲۰۱۳). در مطالعه حاضر، استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی توانست تفاوت‌های ریختی ایجاد شده در جمعیت‌های موردنظر را به نحو مطلوب آشکار سازد. نتایج به‌دست آمده از تغییرات شکلی نشان داد که ماهیان رودخانه زرینه‌رود در مقایسه با ماهیان تالاب انزلی دارای سر بزرگتر، ساقه دمی کم ارتفاع و بدن دوکی شکل بودند. همچنین، در جمعیت رودخانه زرینه‌رود

پوزه نیز در موقعیت بالاتری از سر قرار داشت. احتمالاً این تغییرات ریختی در اثر تفاوت‌های محیطی و اکولوژیکی به‌وجود آمده است. تالاب‌ها و رودخانه‌ها از جمله پیکره‌های آبی هستند که از نظر شرایط زیست‌محیطی و اکولوژیکی با یکدیگر متفاوت می‌باشند (ووتون، ۱۹۹۱). تالاب‌ها در حقیقت به‌عنوان پیکره‌های آبی محدود شناخته می‌شوند، چرا که در این محیط‌های آبی پویایی چندانی وجود ندارد. امروزه گونه‌های مختلفی از ماهیان، هم در محیط‌های تقریباً راکد مانند تالاب‌ها و هم در محیط‌های پرتلاطم مانند رودخانه‌ها زیست می‌نمایند (ووتون، ۱۹۹۱). مسلماً تفاوت در زیستگاه این ماهیان، در گذر زمان موجب تفاوت در خصوصیات رفتاری، فیزیولوژی و حتی ریختی آن‌ها شده است (گیل و همکاران، ۲۰۰۳).

نتایج به‌دست آمده در مطالعه حاضر نشان داد که جمعیت‌های تیزه‌کولی در رودخانه زرینه‌رود و تالاب انزلی، از نظر ریختی، تفاوت قابل توجهی با یکدیگر دارند. مسلماً رفتارهای حرکتی ماهیان تیزه‌کولی در رودخانه‌ها و تالاب‌ها به‌دلیل اختلاف شدید در میزان جریان آب با یکدیگر متفاوت هستند. مطالعات انجام شده نشان داده است که فرم بدن ماهی روند عبور جریان آب در اطراف بدن را مشخص می‌سازد. این موضوع که ماهی جهت حفظ موقعیت خود در برابر جریانات آب چه میزان فعالیت و انرژی نیاز دارد، با شکل ظاهری بدن مشخص می‌شود (ووتون، ۱۹۹۱). به‌علاوه، شکل ظاهری بدن قدرت مانور، سرعت تحرک، واکنش، قدرت شنا در مسافت‌های زیاد و قابلیت ماندگاری در مجاورت جریان‌های شدید آب را مشخص می‌نماید (هُولاند، ۱۹۷٤). شکل ظاهری که به ماهی توان مانور سریع را می‌دهد، از قدرت موجود نسبت به چرخش یا خیزهای سریع می‌کاهد (وِب، ۱۹۸۲؛ وِب و وایس، ۱۹۸٦)، بنابراین، شکل ظاهری بدن بر نحوه زندگی و رفتار ماهی تأثیر بسزایی دارد (وِب، ۱۹۷٦، ۱۹۸٤). قابل ذکر است که ماهیان دارای الگوهای حرکتی متفاوتی نسبت به یکدیگر هستند و این الگوهای حرکتی با قرارگیری در محیط‌های مختلف، متفاوت می‌باشد (وِب، ۱۹۸۲). ماهیان متعلق به گونه مشابه ولی ساکن در آب‌های جاری و راکد، از لحاظ سازگاری با جریانات، متفاوت هستند. برای نمونه، گونه ***Thymalus arcticus*** در دریاچه بایکال دارای بدن درازتر و ساقه دمی کشیده‌تری نسبت به هم نوع خود در رودخانه است که دارای بدن باریک‌تر و دم‌های کوتاه‌تر هستند (ووتون، ۱۹۹۱). لذا وجود بدن باریک‌تر و دم‌های کوتاه‌تر موجب می‌شود تا رفتارهای حرکتی ماهیان به‌خوبی صورت گیرد (وِب، ۱۹۸٤).گیل و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند ماهیانی که در محیط‌های با جریان تند شنا می‌کنند، از نظر شکل بدنی حالت دوکی شکل و کشیده‌تر پیدا می‌کنند در

مقابل، ماهیانی که در آب‌های ساکن و یا با جریان کمتر حضور دارند، از نظر شکلی دارای بدن پهن‌تری هستند. نتایج بیان شده، تا حدودی مشابه یافته‌های به‌دست آمده در مطالعه حاضر بود. براساس الگوهای شکلی، جمعیت ماهیان تالاب انزلی در مقایسه با ماهیان رودخانه زرینه‌رود دارای بدن پهن‌تر بودند، در حالی‌که در جمعیت زرینه‌رود عکس این حالت صادق بود. داشتن بدن پهن‌تر در ماهیان باعث می‌شود تا این موجودات بتوانند شنای ثابت، آرام و مؤثری را در محیط‌های با جریان ضعیف انجام دهند. در مقابل، ماهیانی که در جریان‌های سریع رودخانه‌ای قرار دارند برای غلبه بر این جریان‌ها به بدن کشیده‌تری نیاز دارند (بِلِیک، ۱۹۸۳). ماهیان ساکن رودخانه زرینه‌رود به‌منظور مانور بیشتر و همچنین قابلیت شنای بهتر، از بدن کشیده‌تر با ساقه دمی کم ارتفاع‌تر برخوردار هستند. این ماهیان به‌دلیل حضور در جریان‌های تندتر، نیاز بیشتری به خاصیت هیدرودینامیکی دارند، بنابراین به‌دلیل مبارزه با جریان آب نیاز به ساقه دمی کوتاه دارند تا از این طریق بتوانند نیروی لازم جهت حرکت در رودخانه را فراهم کنند (رِدِل و همکاران، ۱۹۸۱؛ بِلِیک، ۱۹۸۳). علاوه‌بر جریان آب، دسترسی به منابع غذایی و شکار را نیز می‌توان به‌عنوان عوامل مؤثر در تغییرات شکلی به‌وجود آمده در ماهیان معرفی کرد (واتسون و بالون، ۱۹۸٤). به‌نظر می‌رسد تفاوت در راهکارهای تغذیه‌ای، شکار و دسترسی به منابع غذایی مطلوب باعث شده است تا جمعیت‌های موردنظر از نظر ریخت‌شناسی با یکدیگر تفاوت داشته باشند.

مطالعه حاضر نشان داد که تغییرات ریختی مشاهده شده در جمعیت‌های تیزه‌کولی به‌واسطه حضور در زیستگاه‌های متفاوت و جدایی جغرافیایی شکل گرفته است. عوامل اکولوژیکی مانند جریان آب، دسترسی به منابع غذایی، رقابت و شکار از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر این تغییرات شناسایی شدند. تغییرات ریختی به‌وجود آمده در این ماهیان ممکن است در گذر زمان، منجربه گونه‌زایی و ظهور یک زیر جمعیت از جمعیت اصلی شود. بنابراین، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که هر کدام از جمعیت‌های مورد مطالعه، مسیر تکاملی مجزایی را نسبت به یکدیگر طی می‌کنند.

منابع

1. Abdoli, A. 2000. The inland water fishes of Iran. Iranian Museum of Nature and Wildlife, Tehran. 378p.
2. AnvariFar, H., Farahmand, H., Rahmani, H., Nematollahi, M.A., Karami, M. and Akbarzade, A. 2012. Investigation of morphometric variation and

differentiation Siah Mahi, *Capoeta capoeta gracilis*, in Tajan River. Iranian Journal of biology. 25(4): 517-535.
3. Blake, R.W. 1983. Fish locomotion. Cambridge University Press, Cambridge.
4. Coad, B.W. 2016. Freshwater fishes of Iran. Available at http://www.briancoad.com (accessed on 25 April 2016).
5. Costa, C., and Cataudella, S. 2007. Relationship between shape and trophic ecology of selected species of Sparids of the Caprolace coastal lagoon (Central Tyrrhenian Sea). Environmental Biology Fish. 78: 115–123.
6. Dynes, J., Magnan, P., Bernatchez, L., and Rodriguez, M.A. 1999. Genetic and morphological variation between two forms of lacustrine brook charr. Journal of Fish Biology. 54:955–972.
7. Eshaghzadeh, H., Eagderi, S., Poorbagher, H., and Kazemi, R. 2012. A comparative study of alive and dead eleutheroembryo of Beluga (*Huso huso*) shape (5DPH) using geometric morphometric method. Iranian Scientific Fisheries Journal. 21 (2): 1-10.
8. Guill, J.M., Hood, C.S., and Heins, D.C. 2003. Body shape variation within and among three species of darters (Perciformes: Percidae). Ecology of Fresh water Fish. 12: 134–140.
9. Howland, H.C. 1974. Optimal strategies for predator avoidance: the relative importance of speed and manoeuvrability. Journal of Theoretical Biology. 47:333-350.
10. Hugueny, B., and Pouilly, M. 1999. Morphological correlates of diet in an assemblage of West African freshwater fishes. Journal of Fish Biology. 54: 1310-1325.
11. Luceño, Aprille Joy, M., Torres, Mark Anthony, J., Tabugo, Sharon Rose., Demayo, Cesar G. 2013. Describing the body shapes of three populations of *Sardinella fimbriata* (Valenciennes, 1847) from Mindanao Island, Philippines using relative warp analysis. Annals of Biological Research. 4(10): 29-39.
12. Mousavi-Sabe, H., Habibi, A., and Bagherpur, O. 2013. Studies on Length-weight and Length-length Relationships, Relative Condition Factor and Fulton's Condition Factor of *Hemiculter leucisculus* (Pisces: Cyprinidae) from the Southwestern Caspian Sea Basin. Our Nature. 11(1): 25-30.
13. Riddell, B.E., Leggett, W.C., and 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.
14. Rohlf, F.J. 2006. Tps Dig, Version 2.10. Stony Brook: Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook.
15. Scheiner, S.M. 1993. Genetics and evolution of phenotypic plasticity. Annual Review of Ecology and Systematics. 24: 35-68.

16. Stearns, S.C. 1989. The evolutionary significance of phenotypic plasticity. BioScience. 39: 436-445.
17. Turan, C., and Ergudan, D. 2004. Genetic and morphologic structure of Liza abu Heckel, 1843 population from the rivers Orontes, Euphrates and tigris. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 28: 729-734.
18. Turan, C., Erguden, D., Gurlek, M., and Turan, F. 2004. Morphometric structuring of the Anchovy *Engraulis encrasicolus*in the Black, Aegean and Northeastern Mediterranean Seas. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 28: 865-871.
19. Watson, D.J., and Balon, E.K. 1984. Ecomorpholohical analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. Journal of Fish Biology. 25: 371-384.
20. Webb, P.W. 1976. The effect of size on the fast-start performance of rainbow trout *Salmo gairdneri*, and a consideration of piscivorous predator-prey interactions. Journal of Experimental Biology. 65: 157-177.
21. Webb, P.W. 1982. Locomotor patterns in the evolution of Actinopterygian fishes. American Zoologist. 22: 329-342.
22. Webb, P.W. 1984. Body form, locomotion and foraging in aquatic vertebrates. American Zoologist. 24: 107–120.
23. Webb, P.W., and Weihs, D. 1986. Functional locomotor morphology of early life history stages of fishes. Transactions of the American Fisheries Society. 115: 115-127.
24. Wooton, R.J. 1991. Ecology of teleost fishes. Chapman and Hall Ltd., London.404p.
25. Zelditch, M. 2004. Geometric morphometrics for biologists: a primer. Elsevier Academic Press, New York, 437p.