

مطالعه مقایسه‌ای ویژگی‌های ریخت‌شناختی ۵ گونه از ماهیان جنس مروارید ماهی (Cyprinidae: *Alburnus*) در آب‌های داخلی ایران با استفاده از سیستم شبکه‌ای تراس

- سیده‌سمیه خاتمی‌نژاد: گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، صندوق‌پستی: ۱۹۱۴۱-۴۱۳۵۵
- سیدحامد موسوی‌ثابت*: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، صندوق‌پستی: ۱۱۴۴
- مسعود ستاری: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، صندوق‌پستی: ۱۱۴۴
- صابر وطن‌دوست: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی مازندران، بابل، صندوق‌پستی: ۷۵۵

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۳

چکیده

در این مطالعه ویژگی‌های ریخت‌شناختی ۵ گونه از ماهیان جنس مروارید ماهی به نام‌های *Alburnus chalcoides*، *A. filippii*، *A. atropatenae*، *A. mossulensis* و *A. hohenackeri* به روش سیستم شبکه‌ای تراس مورد بررسی قرار گرفتند. تعداد ۳۰۰ قطعه ماهی از اردیبهشت ۸۹ تا مهر ۹۱ از رودخانه‌های بابلرود، بالقوچای، میریسه، گاماسیاب و مهابادچای به وسیله الکتروشوکر جمع‌آوری شدند. ۱۰۵ فاصله تراس بین ۱۵ لندمارک در ۳۰۰ نمونه اندازه‌گیری شد. در نتایج حاصله از تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) برای ویژگی‌های ریخت‌سنجی اصلاح شده، از ۱۰۵ ویژگی مورد بررسی در بین نمونه‌ها، تمام صفات دارای تفاوت معنی‌دار ($P < 0/05$) بودند. آنالیز فاکتورهای اصلی برای داده‌های مورفومتریک نشان داد که ۱۴ فاکتور اول از میان ۱۰۵ فاکتور ایجاد شده بین ۵ گونه مورد بررسی، از ۹۶/۳۳ درصد تنوع صفات ریختی برخوردار می‌باشند. مطابق با نتیجه حاصل از ترسیم مولفه اول به دوم در آزمون تفکیک متعارف نشان داده شده است که سه گونه *A. filippii*، *A. atropatenae* و *A. mossulensis* دارای همپوشانی بالا با یکدیگرند و گونه‌های *A. hohenackeri* و *A. chalcoides* از سایر گونه‌ها به‌طور کامل جدا شدند. نتایج حاصل از آزمون کلاستر نیز جدایی کامل گونه‌ها به لحاظ خصوصیات ریخت‌سنجی از یکدیگر را نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: *Alburnus* سیستم شبکه‌ای تراس، ریخت‌سنجی، ایران



مقدمه

ماهیان جنس *Alburnus* متعلق به خانواده کپور ماهیان (Cyprinidae) هستند (Adelli, ۱۹۹۹) که در حدود ۳۸ گونه از آن در اروپا، شمال و جنوب غربی آسیا، تشخیص داده شده‌اند (Freyhof و Bzulug, ۲۰۰۷؛ Kottelat و Freyhof, ۲۰۰۷؛ Bogutskaya و همکاران, ۲۰۰۰). ۷ گونه از این جنس در ایران وجود دارد که عبارتند از: *A. zagrosensis*, *A. A. hohenackeri*, *A. atropatena*, *A. chalcoides*, *A. filippii* (Coad, ۲۰۱۳) و *A. mossulensis*, *caeruleus*. در گذشته تصور می‌شد که تغییرات ریختی صرفاً ژنتیکی است، اما امروزه مشخص شده که منشأ این تغییرات هم محیطی و هم ژنتیکی است و حتی در پاره‌ای از موارد اختلافات ریخت‌شناسی صرفاً ناشی از محیط بوده و اختلافات ژنتیکی هیچ نقشی در آن ندارد (Swain و Foote, ۱۹۹۹؛ Tudela, ۱۹۹۹).

در ۵۰ سال گذشته، مطالعات ریخت‌سنجی بر پایه مجموعه‌ای از اندازه‌گیری‌های سنتی شکل گرفته است (Hubbs و Lagler, ۱۹۴۷). از لحاظ توصیف اختلاف در شکل کلی بدن این مجموعه از اندازه‌گیری‌های سنتی دارای ضعفها و معایبی می‌باشد. از جمله این‌که غالب این اندازه‌گیری‌ها تنها بر پایه محور طولی بدن تنظیم گردیده و فاقد اطلاعات مربوط به اندازه‌گیری‌های مورب می‌باشد. همچنین بیش‌تر این اندازه‌گیری‌ها بر روی سر انجام گرفته و مناطق و جهت‌های مختلف بدن به‌طور یکسان پوشش داده نمی‌شود. بعضی از قسمت‌های بدن دارای پوشش متراکم و سایر قسمت‌ها فاقد پوشش بودند و بعضی از نقاط نظیر نوک پوزه و انتهای ستون مهره به‌طور تکراری مورد استفاده قرار می‌گرفت که هر گونه عدم اطمینان از موقعیت صحیح آن‌ها تأثیر منفی را به دنبال داشت (Schreck و Moyle, ۱۹۹۰؛ Bookstein و Struass, ۱۹۸۲).

محاسبات ریخت‌سنجی‌های سنتی در سال ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ رواج یافت که اجازه انجام هم‌زمان آنالیز ویژگی‌های چندگانه را می‌داد و هم‌چنین یک پیشرفت آشکار در روش تک متغیره بود (به‌طور مثال Jolicoeur, ۱۹۶۳) به‌هر حال گزارش محدودیت‌های روش‌های سنتی به‌طور فزاینده افزایش یافت تا انقلابی در مطالعات ریخت‌سنجی، طی سال‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ از طریق مرکز توجه قرار دادن موقعیت‌های هندسی لندمارک‌ها به‌وجود آمد (Adams و همکاران, ۲۰۰۳؛ Bookstein, ۱۹۹۶؛ Rohlf و Marcus, ۱۹۹۳). ریخت‌سنجی براساس شبکه تراس، برای

شناسایی ذخایر (Moore و Bronte, ۲۰۰۷؛ Shao و همکاران, ۲۰۰۷)، تفکیک گونه‌ها (Palma و Andrade, ۲۰۰۲)، رشدشناسی (Debowski و همکاران, ۱۹۹۹؛ Hard و همکاران, ۱۹۹۹) و ریخت‌شناسی (Dean و همکاران, ۲۰۰۶) به‌کار گرفته می‌شود. سیستم تراس فاقد ضعفها و معایب روش‌های سنتی ریخت‌سنجی بوده و کل بدن را به‌طور منظم پوشش می‌دهد. هم‌چنین در این روش می‌توان میانگین شکل کلی افراد را برای جمعیت‌ها به‌دست آورد (Schreck و Moyle, ۱۹۹۰).

امروزه سیستم اندازه‌گیری ریخت‌سنجی تراس (Truss) به‌منظور تعیین تفاوت میان گونه‌ها و به‌خصوص جمعیت‌ها به‌طور فزاینده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است. این سیستم شامل مجموعه منظمی از فواصل بوده که این فواصل بین یک‌سری نقاط از پیش طراحی شده که به آن‌ها نقاط نشانه یا لندمارک (Landmark) می‌گویند که قادر به استخراج بهتر شکل بدن می‌باشد. در این روش متغیرها فواصل خطی هستند که تراس نامیده شدند (Strauss و Bookstein, ۱۹۸۲) و بین دو لندمارک روی بدن یا قسمت‌های بدن در هر فرد اندازه‌گیری می‌شود، برخی اوقات زوایای قرار گرفته بین سه لندمارک نیز به‌کار گرفته می‌شود (Meyer, ۱۹۸۷).

از این‌رو این مطالعه با هدف بررسی تغییرات ریختی بین ۵ گونه از ماهیان جنس *آلبورنوس* در ایران با روش تراس به‌اجرا درآمد. این تحقیق به درک بهتر ویژگی‌های ریختی اعضای این گروه کمک خواهد نمود، چرا که شناسایی اعضای این جنس در ایران براساس ویژگی‌های اندازه‌شی و شمارشی است که در بسیاری از موارد هم‌پوشانی بالایی با یکدیگر دارند.

مواد و روش‌ها

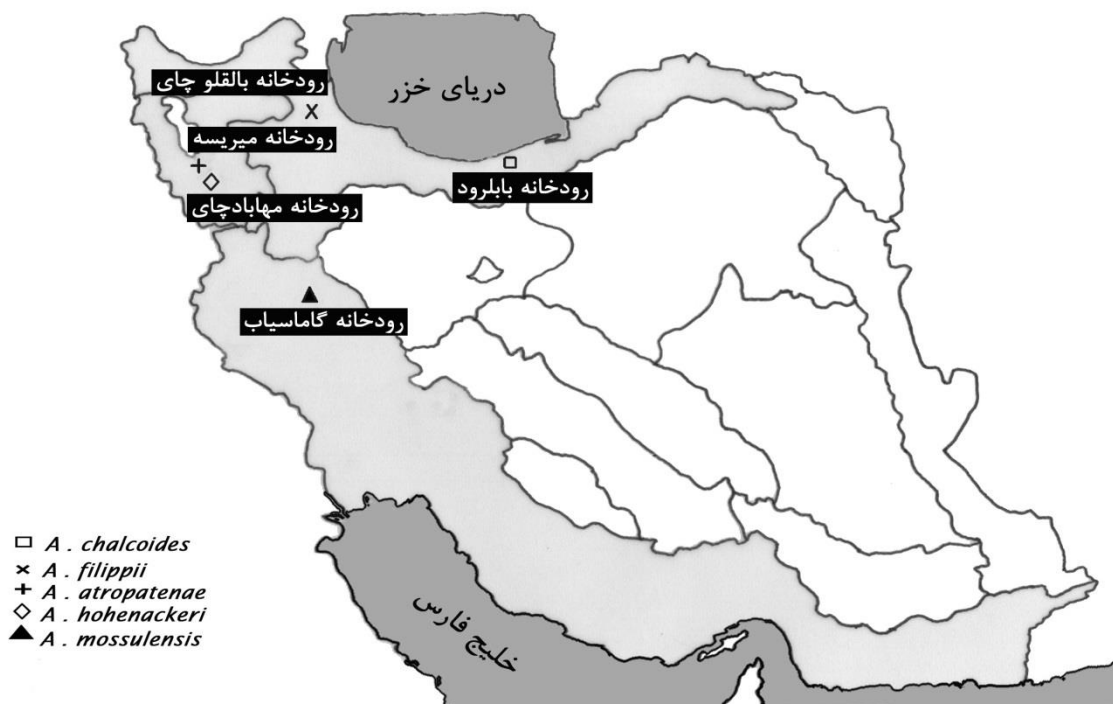
در این تحقیق جمعاً ۳۰۰ قطعه ماهی از اردیبهشت ۸۹ تا مهر ۹۱ از رودخانه‌های بابلرود، بالقلوچای، مهابادچای، میریسه و گاماسیاب به‌وسیله الکتروشوکر صید گردید و سپس نمونه‌ها در فرمالین ۱۰ درصد تثبیت شدند. مشخصات جغرافیایی مناطق تحت نمونه‌برداری (شکل ۱) در جدول ۱ آورده شده است.

در هر رودخانه یک ایستگاه انتخاب و در هر ایستگاه یک‌بار نمونه‌برداری انجام شد. در آزمایشگاه ماهی‌شناسی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، ماهیان هر ایستگاه علامت و شماره‌گذاری شدند. تهیه عکس از نمونه‌ها توسط دوربین دیجیتال Canon Power Shot SX 30 IS و به-



به صورت جداگانه به رایانه منتقل شدند (Friedland و Cadrin، ۱۹۹۹). برای تهیه داده‌ها و به منظور بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناختی نمونه‌ها از سیستم شبکه‌ای تراس استفاده شد (Bookstein، ۱۹۸۵؛ Bookstein و Struass، ۱۹۸۲).

کممک یک پایه عمود بر سطح جهت عکس‌برداری از یک ارتفاع ثابت انجام گرفت. از همه نمونه‌ها تحت شرایط یکسان و با فاصله ثابت ۳۰ سانتی‌متری عکس‌برداری شد. تصاویر مربوط به هر ایستگاه



شکل ۱: نقشه‌ای از مناطق نمونه‌برداری شده

جدول ۱: مناطق نمونه‌برداری شده، استان مربوطه، مختصات جغرافیایی منطقه و گونه تحت نمونه‌برداری

تعداد	گونه تحت نمونه برداری	مختصات جغرافیایی	استان	منطقه
۶۲	<i>Alburnus chalcoides</i>	۳۶° ۳۹' ۲۱/۶۴" N و ۵۲° ۳۸' ۲۲/۰۸" E	مازندران	رودخانه بابلرود
۴۸	<i>Alburnus filippii</i>	۳۸° ۰۲' ۲۱" N و ۴۸° ۰۲' ۵۸" E	اردبیل	رودخانه بالقلوچای
۵۸	<i>Alburnus atropatena</i>	۳۶° ۲۹' ۵۶/۹۹" N و ۴۵° ۳۳' ۵۴/۶۴" E	آذربایجان غربی	رودخانه میریسه
۵۹	<i>Alburnus hohenackeri</i>	۳۶° ۴۸' ۵۶/۸" N و ۴۵° ۴۴' ۱۵/۶۶" E	آذربایجان غربی	رودخانه مهابادچای
۷۳	<i>Alburnus mossulensis</i>	۳۴° ۰۵' ۵۳" N و ۴۸° ۲۵' ۲۱" E	همدان	رودخانه گاماسیاب

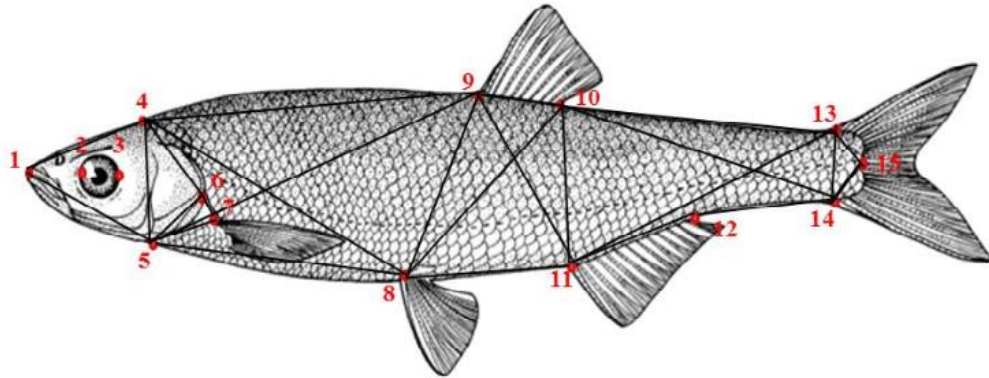
نقطه‌گذاری در تمامی تصاویر، دقیق و مشابه باشند. در مجموع تعداد ۱۰۵ فاصله (Interlandmarks) مابین لندمارک‌ها بر روی سمت چپ بدن ماهی ترسیم شد. نرم‌افزار tpsDig همانند جدول مختصات عمل کرده، هر لندمارک شامل X و Y می‌باشد. داده‌ها با فرمت tps ذخیره و برای نرمال و استانداردسازی به جهت حذف اثر اندازه از داده‌ها، وارد نرم‌افزار Excel شدند و

ابتدا تصاویر توسط نرم‌افزار tpsUtil version 1/44 (Rohlf، ۲۰۰۶a) مرتب شدند. سپس با استفاده از نرم‌افزار tpsDig version 2/16 (Rohlf، ۲۰۰۴) و با استفاده از ابزار Digitize landmarks، ۱۱ لندمارک دور تا دور حاشیه بیرونی بدن ماهی و ۴ لندمارک روی سر و بدن ماهی انتخاب گردید (شکل ۲). در ضمن ایجاد لندمارک سعی گردید که محل



جهت ادامه مراحل آنالیز داده‌ها وارد نرم‌افزار past شدند. شکل

۲ الگوی سیستم ترانس را در ماهی شاه کولی نشان می‌دهد.



شکل ۲: الگوی سیستم ترانس (Bookstein و Strauss، ۱۹۸۲) و موقعیت لندمارک‌ها و شبکه ترانس حاصل از اتصال لندمارک‌ها در سمت چپ ماهی شاه‌کولی (*A. chalcoides*): ۱. نوک دهان ۲. ابتدای چشم ۳. انتهای چشم ۴. نقطه شروع فلس در سطح پشتی ۵. قانده درپوش آبششی ۶. انتهای درپوش آبششی ۷. ابتدای باله سینه‌ای ۸. ابتدای باله شکمی ۹، ۱۰. قسمت قدامی و خلفی باله پشتی ۱۱، ۱۲. بخش قدامی و خلفی باله مخرجی ۱۳. قسمت بالایی شروع باله دم ۱۴. قسمت پایینی شروع باله دم ۱۵. قسمت میانی انتهای ساقه دم

مناطق، L_0 طول استاندارد هر نمونه، b ضریب رگرسیونی بین $\log Mo$ و $\log Lo$ برای هر منطقه می‌باشد. سپس آزمون همبستگی بین اندازه‌های تصحیح شده و طول استاندارد با هدف بررسی تاثیر حذف اثر اندازه از داده‌ها انجام شد. نتیجه آزمون هیچ‌گونه همبستگی معنی‌داری را نشان نداد و این بدین معنی است که اثر رشد آلومتریک با موفقیت حذف شده است و اگر اختلافی بین گروه‌ها وجود داشته باشد ناشی از تفاوت در شکل و ماهیت صفات است (Turan و همکاران، ۲۰۰۵).

برای تعیین اختلاف بین گونه‌های مورد مطالعه در هر یک از صفات از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-Way-ANOVA) استفاده شد. آزمون تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA: Principle components Analyze) انجام شد و در مورد هر یک از صفات استخراج شده، صفات اصلی مشخص گردید. صفاتی که مقادیر آن‌ها در هر فاکتور بیش از ۰/۴ بود (Anvari Far، ۲۰۱۱) انتخاب شدند. البته در تجزیه به عامل‌ها از میزان آماره KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) استفاده شد به طوری که اگر مقدار این ضریب بزرگ‌تر از ۰/۶ باشد بیان‌کننده این است که روش تجزیه به عامل‌ها مناسب است (AnvariFar و همکاران، ۲۰۱۱؛ Nimalathasan، ۲۰۰۹؛ Field، ۲۰۰۰؛ Elliott و همکاران، ۱۹۹۵؛ Kaiser، ۱۹۷۴).

از آن‌جاکه ویژگی‌های ریخت‌شناسی برخلاف ویژگی‌های شمارشی در سرتاسر دوران زندگی ثابت نمی‌باشد و با اندازه بدن ماهی ارتباط دارد (Poulet و همکاران، ۲۰۰۴)، به‌طور پیوسته‌ای با افزایش اندازه بدن تغییر می‌کند بنابراین باید اثر اندازه را حذف نمود. معمولاً در مطالعات ریخت‌سنجی ماهیان، به‌جز در مواردی که هدف، تعیین اختلاف در اندازه متوسط دو گروه از ماهیان باشد، اثر اختلاف اندازه نمونه‌ها از تغییرات شکل بدن حذف می‌گردد (Schreck و Moyle، ۱۹۹۰) چرا که اختلاف بین گروه‌ها می‌بایست ناشی از اختلاف شکل بدن باشد و نه اختلاف در اندازه نسبی آن‌ها (Turan و همکاران، ۲۰۰۴) به‌همین دلیل اصلاح داده‌های خام ریخت‌سنجی به متغیرهایی که مستقل از اندازه بدن بوده و تنها اختلاف شکل را نشان می‌دهند، نخستین گام در تحلیل آماری داده‌های ریخت‌سنجی می‌باشد (Turan، ۱۹۹۹).

به‌منظور حذف اندازه، داده‌های مورفومتریک قبل از تجزیه و تحلیل به‌کمک فرمول Elliott استاندارد شدند (Elliott و همکاران، ۱۹۹۵). استاندارد کردن داده‌های مورفومتریک تغییرات ناشی از رشد آلومتریک را کاهش خواهد داد (Karakousis و همکاران، ۱۹۹۹). در فرمول البوت:

$$M(t) = M(o) (L/L(o))^b$$

Mt مقادیر استاندارد شده صفات، Mo طول صفات مشاهده شده، L میانگین طول استاندارد برای کل نمونه‌ها و برای همه

نتایج

هیچ کدام از ویژگی‌های ریخت‌سنجی اصلاح شده با طول استاندارد اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۲) و بنابراین فرمول آلومتریک به‌طور موفقیت‌آمیزی اثر اختلاف اندازه را از داده‌ها حذف نموده بود.

آزمون تفکیک متعارف Canonical discrimination analysis (CVA) نیز به‌منظور میزان تمایز گونه‌ها به‌کار گرفته شد. آنالیز خوشه‌ای صفات ریخت‌سنجی مطلق و نسبی براساس فاصله اقلیدسی توسط نرم‌افزار NTSYSpc V. 2/02i (Rohlf, ۲۰۰۶ و ۱۹۹۸) رسم گردید. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به‌دست آمده از نرم‌افزار SPSS16 استفاده شد.

جدول ۲: نتایج تحلیل واریانس F یک‌طرفه و سطح احتمال P صفات ریخت‌سنجی اصلاح شده با سیستم شبکه‌ای تراس ۵ گونه از ماهیان

جنس *Alburnus* در ایران

صفات	مقدار F	احتمال P	صفات	مقدار F	احتمال P	صفات	مقدار F	احتمال P
۱-۲	۱۷/۸۹۴	*.۰/۰۰۰	۳-۱۱	۴۸/۴۱۱	*.۰/۰۰۰	۷-۹	۱۸/۰۳۶	*.۰/۰۰۰
۱-۳	۷۷/۸۰۷	*.۰/۰۰۰	۳-۱۲	۵۳/۲۲۵	*.۰/۰۰۰	۷-۱۰	۱۰/۶۱۳	*.۰/۰۰۰
۱-۴	۱۲۸/۰۸۷	*.۰/۰۰۰	۳-۱۳	۲۱/۹۵۹	*.۰/۰۰۰	۷-۱۱	۳۱/۳۱۳	*.۰/۰۰۰
۱-۵	۸۹/۵۰۴	*.۰/۰۰۰	۳-۱۴	۲۸/۵۲۹	*.۰/۰۰۰	۷-۱۲	۹۴/۳۰۷	*.۰/۰۰۰
۱-۶	۱۲۵/۱۲۵	*.۰/۰۰۰	۴-۵	۳۲۲/۴۱۰	*.۰/۰۰۰	۷-۱۳	۱۰۴/۱۵۷	*.۰/۰۰۰
۱-۷	۱۴۲/۵۲۹	*.۰/۰۰۰	۴-۶	۹۷/۳۷۷	*.۰/۰۰۰	۷-۱۴	۱۳۰/۱۵۹	*.۰/۰۰۰
۱-۸	۷۹/۵۲۳	*.۰/۰۰۰	۴-۷	۲۸۸/۸۳۹	*.۰/۰۰۰	۸-۹	۹۹/۴۴۲	*.۰/۰۰۰
۱-۹	۵۱/۹۱۸	*.۰/۰۰۰	۴-۸	۶۱/۵۶۳	*.۰/۰۰۰	۸-۱۰	۳۲/۵۹۰	*.۰/۰۰۰
۱-۱۰	۱۲۱/۴۸۶	*.۰/۰۰۰	۴-۹	۲۷/۷۵۹	*.۰/۰۰۰	۸-۱۱	۱۱/۶۳۳	*.۰/۰۰۰
۱-۱۱	۸۰/۸۴۳	*.۰/۰۰۰	۴-۱۰	۱۶/۵۱۱	*.۰/۰۰۰	۸-۱۲	۵۷/۱۵۰	*.۰/۰۰۰
۱-۱۲	۲۵/۵۹۶	*.۰/۰۰۰	۴-۱۱	۴۱/۳۶۵	*.۰/۰۰۰	۸-۱۳	۲۵/۴۹۲	*.۰/۰۰۰
۱-۱۳	۴۶/۶۷۷	*.۰/۰۰۰	۴-۱۲	۶۲/۰۶۵	*.۰/۰۰۰	۸-۱۴	۳۱/۲۹۵	*.۰/۰۰۰
۱-۱۴	۳۷/۰۶۰	*.۰/۰۰۰	۴-۱۳	۳۲/۷۲۶	*.۰/۰۰۰	۹-۱۰	۶۱/۳۳۴	*.۰/۰۰۰
۲-۳	۸۹/۹۳۲	*.۰/۰۰۰	۴-۱۴	۲۲/۷۹۳	*.۰/۰۰۰	۹-۱۱	۱۸۳/۹۳۲	*.۰/۰۰۰
۲-۴	۱۲۱/۴۲۶	*.۰/۰۰۰	۵-۶	۸۲/۵۴۹	*.۰/۰۰۰	۹-۱۲	۲۶/۳۹۴	*.۰/۰۰۰
۲-۵	۱۳۰/۷۶۴	*.۰/۰۰۰	۵-۷	۴۱/۴۹۶	*.۰/۰۰۰	۹-۱۳	۲۰/۸۷۴	*.۰/۰۰۰
۲-۶	۱۵۶/۵۳۳	*.۰/۰۰۰	۵-۸	۶/۴۲۷	*.۰/۰۰۰	۹-۱۴	۲۸/۹۴۷	*.۰/۰۰۰
۲-۷	۱۷۲/۲۳۷	*.۰/۰۰۰	۵-۹	۳۴/۷۰۵	*.۰/۰۰۰	۱۰-۱۱	۱۰۳/۵۶۵	*.۰/۰۰۰
۲-۸	۸۰/۱۲۷	*.۰/۰۰۰	۵-۱۰	۴۲/۵۴۱	*.۰/۰۰۰	۱۰-۱۲	۳۰/۳۸۳	*.۰/۰۰۰
۲-۹	۴۲/۲۵۷	*.۰/۰۰۰	۵-۱۱	۲۴/۹۶۴	*.۰/۰۰۰	۱۰-۱۳	۳۹/۶۰۲	*.۰/۰۰۰
۲-۱۰	۱۰۹/۲۵۱	*.۰/۰۰۰	۵-۱۲	۶۲/۱۴۲	*.۰/۰۰۰	۱۰-۱۴	۲۸/۱۱۲	*.۰/۰۰۰
۲-۱۱	۸۲/۱۴۹	*.۰/۰۰۰	۵-۱۳	۲۲/۳۹۷	*.۰/۰۰۰	۱۱-۱۲	۶۸/۴۲۳	*.۰/۰۰۰
۲-۱۲	۳۷/۳۲۶	*.۰/۰۰۰	۵-۱۴	۳۵/۹۰۲	*.۰/۰۰۰	۱۱-۱۳	۴۰/۶۵۴	*.۰/۰۰۰
۲-۱۳	۲۷/۰۰۶	*.۰/۰۰۰	۶-۷	۵۴/۲۵۴	*.۰/۰۰۰	۱۱-۱۴	۳۵/۲۵۲	*.۰/۰۰۰
۲-۱۴	۲۶/۲۹۲	*.۰/۰۰۰	۶-۸	۳/۳۷۵	*.۰/۰۱۰	۱۲-۱۳	۵۸/۵۰۶	*.۰/۰۰۰
۳-۴	۹۵/۰۷۰	*.۰/۰۰۰	۶-۹	۲۶/۶۹۴	*.۰/۰۰۰	۱۲-۱۴	۳۷/۰۰۳	*.۰/۰۰۰
۳-۵	۱۱۲/۷۲۰	*.۰/۰۰۰	۶-۱۰	۱۰/۷۷۷	*.۰/۰۰۰	۱۳-۱۴	۷۸/۴۹۰	*.۰/۰۰۰
۳-۶	۸۷/۳۹۸	*.۰/۰۰۰	۶-۱۱	۱۹/۳۰۷	*.۰/۰۰۰	۱۳-۱۵	۳۸/۹۶۸	*.۰/۰۰۰
۳-۷	۱۳۱/۶۲۱	*.۰/۰۰۰	۶-۱۲	۱۰۴/۷۰۲	*.۰/۰۰۰	۱۴-۱۵	۴۶/۸۴۶	*.۰/۰۰۰
۳-۸	۴۱/۰۷۰	*.۰/۰۰۰	۶-۱۳	۱۰۸/۵۴۱	*.۰/۰۰۰			
۳-۹	۱۷/۶۰۸	*.۰/۰۰۰	۶-۱۴	۱۱۲/۹۳۶	*.۰/۰۰۰			
۳-۱۰	۴۳/۹۶۲	*.۰/۰۰۰	۷-۸	۵/۷۲۹	*.۰/۰۰۰			

F=مقادیر واریانس یک‌طرفه صفات، P=سطح معنی‌داری صفات، * = معنی‌داری

هدف از تجزیه به مولفه‌های اصلی، کاهش داده‌ها بدون از دست دادن اطلاعات اولیه است. میزان آماره KMO برای صفات ریخت‌سنجی اصلاح‌شده سیستم شبکه‌ای تراس در بین گونه‌های مورد مطالعه ۰/۸۹۷ بود که بیان‌کننده مناسب بودن روش تجزیه

نتایج آزمون واریانس یک‌طرفه نشان داد که گونه‌های مورد مطالعه در تمامی صفات دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P > 0/05$) بنابراین همه صفات برای انجام آنالیزهای PCA، CVA و خوشه‌ای (ترسیم دندروگرام) مورد استفاده قرار گرفتند.



به عامل‌ها و همبستگی شدید متغیرهای اولیه دارد. از میان ۱۰۵ فاکتور ایجاد شده ۱۴ فاکتور اول که مقادیر ویژه (Eigenvalue) بیش‌تری دارند، انتخاب شدند، که در مجموع ۹۶/۳۳ درصد از تنوع صفات ریختی بین گونه‌ها را بیان می‌کنند.

فاکتور اول با بیش‌ترین مقدار ویژه (۳۸/۴۹) ۳۶/۶۵ درصد از کل تغییرات صفات بین گونه‌ها را بیان می‌کند. فاکتور دوم نیز با مقدار ویژه (۲۲/۱۸) پس از فاکتور اول ۲۱/۱۳ درصد از تنوع بین گونه‌ها را سبب شده است (جدول ۳).

جدول ۳: مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد واریانس تجمعی صفات ریخت‌سنجی اصلاح شده با سیستم شبکه‌ای تراس حاصل از آنالیز

فاکتورهای اصلی ۵ گونه از ماهیان جنس <i>Alburnus</i> در ایران			
فاکتور	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی
۱	۳۸/۴۹	۳۶/۶۵	۳۶/۶۵
۲	۲۲/۱۸	۲۱/۱۳	۵۷/۷۸
۳	۸/۰۹	۷/۷۰	۶۵/۴۹
۴	۶/۳۲	۶/۰۲	۷۱/۵۲
۵	۵/۲۷	۵/۰۲	۷۶/۵۴
۶	۳/۶۹	۳/۵۱	۸۰/۰۶
۷	۳/۲۲	۳/۰۷	۸۳/۱۳
۸	۲/۸۳	۲/۷۰	۸۵/۸۳
۹	۲/۷۲	۲/۵۹	۸۸/۴۲
۱۰	۲/۱۹	۲/۰۹	۹۰/۵۱
۱۱	۲/۰۳	۱/۹۳	۹۲/۴۵
۱۲	۱/۶۸	۱/۶۰	۹۴/۰۵
۱۳	۱/۳۸	۱/۳۲	۹۵/۳۷
۱۴	۱/۰۰۴	۰/۹۵	۹۶/۳۳

متعارف نشان داده شده است که گونه‌های *A. hohenackeri* و *A. chalcoides* از سایر گونه‌ها به‌طور کامل جدا شدند و دو گونه *A. filippii* و *A. atropateneae* دارای هم‌پوشانی بالا با یکدیگرند و صفات ریختی اصلاح شده با سیستم شبکه‌ای تراس نتوانستند این دو گونه را به‌طور کامل از هم جدا کنند و دو گونه اخیر نیز تا حدی گونه *A. mossulensis* را پوشش می‌دهند (شکل ۴).

آزمون لامبدای ویلکس نشان داد که گونه‌های مورد مطالعه بر اساس صفات ریختی اصلاح شده با سیستم شبکه‌ای تراس در این آنالیز با یکدیگر در سطح بسیار معنی‌دار تفاوت دارند ($P < 0.05$) (جدول ۵).

نتایج حاصل از آزمون کلاس‌تر نیز جدایی کامل گونه‌های مورد مطالعه در مناطق مختلف ایران را به لحاظ خصوصیات ریخت‌سنجی از یکدیگر نشان می‌دهد (شکل ۵).

در فاکتور اول صفات ۱-۶، ۱-۷، ۲-۶، ۲-۷، ۴-۵، ۴-۷، ۷-۴ دارای مقادیر بسیار بیش‌تر از ۰/۴ (حدود ۰/۹) می‌باشند و در فاکتور دوم صفات ۱۲-۱۴، ۱۲-۱۵، ۱۲-۱۳ دارای مقادیر بیش‌تر از ۰/۴ (حدود ۰/۷) می‌باشند (جدول ۴).

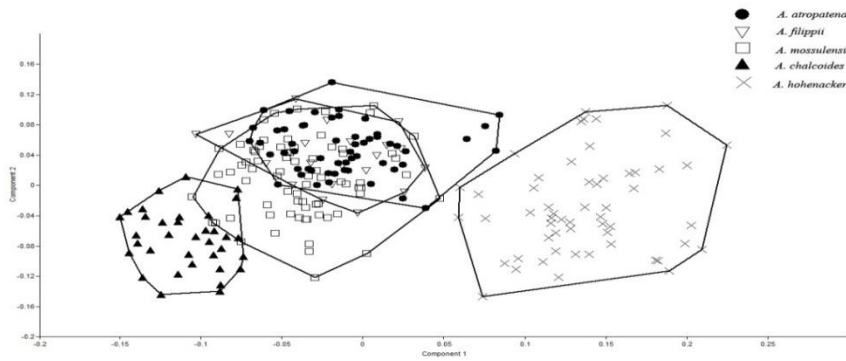
مطابق با نتیجه حاصل از ترسیم مولفه اول به دوم در آنالیز تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داده شده است که گونه *A. hohenackeri* از سایر گونه‌ها به‌طور کامل جدا می‌شود گونه *A. chalcoides* با گونه *A. mossulensis* تا حدی هم‌پوشانی دارد و دو گونه *A. filippii* و *A. atropateneae* دارای هم‌پوشانی بالا با یکدیگرند و صفات ریختی اصلاح شده با سیستم شبکه‌ای تراس نتوانستند این دو گونه را به‌طور کامل از هم جدا کنند و دو گونه اخیر نیز تا حدی گونه *A. mossulensis* را پوشش می‌دهند (شکل ۳).

مطابق با نتیجه حاصل از ترسیم مولفه اول با درصد واریانس ۵۶/۶۸ به مولفه دوم با درصد واریانس ۲۱/۷۱ و با سطح معنی‌داری برابر با $E-124-2/147$ در آزمون تفکیک

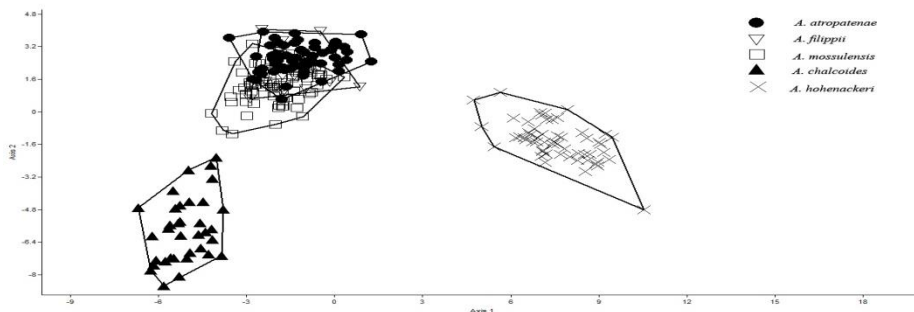


صفات	فاکتور ۱	فاکتور ۲	فاکتور ۳	فاکتور ۴	فاکتور ۵	فاکتور ۶	فاکتور ۷	فاکتور ۸	فاکتور ۹	فاکتور ۱۰	فاکتور ۱۱	فاکتور ۱۲	فاکتور ۱۳	فاکتور ۱۴
۵-۱۴	-۰/۶۸۱													
۵-۱۵	-۰/۷۱۹													
۶-۷	۰/۶۴۴													
۶-۸				۰/۸۱۴										
۶-۹		-۰/۵۳۵	۰/۵۶۱											
۶-۱۰		-۰/۴۷۰	۰/۵۶۷											
۶-۱۱		-۰/۶۲۱	-۰/۴۲۰											
۶-۱۲	-۰/۶۸۹	-۰/۶۴۱												
۶-۱۳	-۰/۸۵۱													
۶-۱۴	-۰/۸۷۴													
۶-۱۵	-۰/۸۶۲													
۷-۸		-۰/۴۱۷	۰/۷۵۷											
۷-۹		-۰/۶۲۸	۰/۵۰۱											
۷-۱۰		-۰/۵۶۵	۰/۴۷۹											
۷-۱۱	-۰/۴۱۶													
۷-۱۲	-۰/۷۱۶	-۰/۶۲۲												
۷-۱۳	-۰/۸۷۱													
۷-۱۴	-۰/۹۰۰													
۷-۱۵	-۰/۸۸۷													
۸-۹	۰/۷۳۸													
۸-۱۰	۰/۵۲۴				۰/۴۶۰	-۰/۴۹۷								
۸-۱۱					۰/۵۰۴	-۰/۴۰۵	-۰/۶۱۵							
۸-۱۲	-۰/۶۳۱	-۰/۴۲۵												
۸-۱۳	-۰/۵۶۳	۰/۴۱۵												
۸-۱۴	-۰/۶۲۹													
۸-۱۵	-۰/۶۶۷													
۹-۱۰	۰/۶۶۵													
۹-۱۱	۰/۸۱۶													
۹-۱۲		-۰/۵۴۳				۰/۴۵۰								
۹-۱۳		۰/۷۲۵												
۹-۱۴	۰/۷۴۸	-۰/۴۴۷												
۹-۱۵	۰/۷۳۰													
۱۰-۱۱	۰/۷۹۸													
۱۰-۱۲	-۰/۴۶۴	-۰/۴۶۱												
۱۰-۱۳	-۰/۶۵۴													
۱۰-۱۴	-۰/۵۳۰													
۱۰-۱۵	-۰/۶۶۸													
۱۱-۱۲	-۰/۵۵۸													
۱۱-۱۳		۰/۶۷۱	۰/۴۷۷											
۱۱-۱۴		۰/۶۶۲												
۱۱-۱۵	-۰/۴۲۷	۰/۶۴۵	۰/۴۸۸											
۱۲-۱۳	-۰/۸۳۷													
۱۲-۱۴	۰/۸۹۲													
۱۲-۱۵	۰/۸۶۷													
۱۳-۱۴	۰/۴۷۸													
۱۳-۱۵														
۱۴-۱۵														





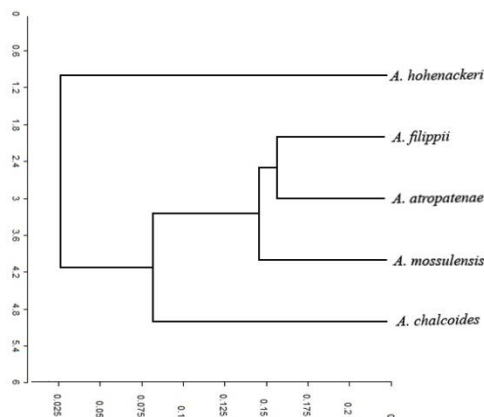
شکل ۳: نمودار حاصل از رسم مولفه ۱ به ۲ در آزمون تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA) برای صفات ریختی اصلاح شده با سیستم شبکه‌ای تراس ۵ گونه از ماهیان جنس *Alburnus* در ایران



شکل ۴: نمودار حاصل از رسم مولفه ۱ به ۲ در آزمون تفکیک متعارف (CVA) برای صفات ریختی اصلاح شده با سیستم شبکه‌ای تراس ۵ گونه از ماهیان جنس *Alburnus* در ایران

جدول ۵: نتایج آزمون لامبدای ویلکس

آزمون معنی‌داری تابع	لامبدای ویلکس	کای دو	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
۱	۰/۰۰۴	۱۲۵۵/۶۹۷	۶۰	۰/۰۰۰
۲	۰/۰۴۷	۷۰۲/۴۸۵	۴۲	۰/۰۰۰
۳	۰/۲۰۵	۳۶۴/۶۰۸	۲۶	۰/۰۰۰
۴	۰/۶۲۹	۱۰۶/۶۷۲	۱۲	۰/۰۰۰



شکل ۵: دندروگرام حاصل از آزمون کلاس تر ۵ گونه از ماهیان جنس *Alburnus* در ایران



بحث

در تحقیق حاضر نتایج حاصل از تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد که تمام ۱۰۵ ویژگی ریخت‌سنجی در بین گونه‌های مورد مطالعه دارای تفاوت معنی‌دار بودند که نشان‌دهنده تفاوت کلی شکل بدن گونه‌های مورد مطالعه می‌باشد. در بیش‌تر مطالعات ریخت‌سنجی فاکتور اندازه بدن ممکن است به میزان ۸۰٪ یا بیش‌تر در وجود تغییرات بین متغیرهای اندازه‌گیری شده تأثیرگذار باشد (Tzeng, ۲۰۰۴). از آن‌جاکه آزمون واریانس یک‌طرفه بر روی ویژگی‌های ریخت‌سنجی اصلاح شده صورت پذیرفت، از این‌رو هر گونه اختلاف معنی‌داری تنها نشان دهنده اختلاف در شکل بدن می‌باشد زمان صید و نمونه‌برداری نیز چندان نمی‌تواند بر روی متغیرهای مورد اندازه‌گیری، اثرات بزرگ ایجاد نماید (Mamuris و همکاران، ۱۹۹۸).

مقایسه فاکتورهای استخراجی تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA) ثابت کرده است که هرچه دامنه تغییرات صفات بیش‌تر باشد تعداد مولفه‌های استخراجی و تعداد مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک در آن دسته از صفات بیش‌تر خواهد بود که قبلاً نیز این موضوع به تأیید رسیده بود (Rahmani, ۲۰۰۶). به عبارت دیگر هرچه میزان واریانس یک مولفه بیش‌تر باشد، ضریب شرکت آن مولفه در تفکیک گونه‌ها بیش‌تر خواهد بود. در تجزیه و تحلیل عاملی برای صفات ریخت‌سنجی، تعداد ۱۴ مولفه با مقادیر ویژه (Eigenvalues) بزرگ‌تر از ۱ انتخاب شدند که ۹۶/۳۳ درصد تنوع صفات ریخت‌سنجی را شامل می‌شود (جدول ۳). در تفکیک جمعیت‌ها به روش تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA)، صفاتی که دارای ضرایب عاملی بزرگ‌تر از ۰/۴ باشند در تفکیک جمعیت‌ها موثرتر می‌باشند (Anvari Far و همکاران، ۲۰۱۱). مؤلفه‌ای که ضرایب آن‌ها همگی دارای یک علامت بوده، یعنی یا مثبت یا منفی باشد، نشان‌دهنده تغییرات اندازه بدن بوده و مؤلفه‌ای که علامت ضرایب آن هم مثبت و هم منفی باشد، نشان‌دهنده تغییرات شکل بدن است (Mosiman و Jolicoeur, ۱۹۶۰).

در این مطالعه تصور این‌که مولفه اصلی اول نشان‌دهنده تغییرات اندازه بدن می‌باشد غلط بوده و نمودار رسم شده براساس مولفه اول و دوم فقط جدایی افراد براساس تغییرات شکل بدن را نشان می‌دهد و این خود تأییدکننده موثر بودن فرمول Elliott در حذف اثر اندازه از داده‌ها است. مطابق با نتیجه آزمون CVA نیز میزان بالایی از تفکیک بین گونه‌های مورد مطالعه را نشان داد (شکل ۳). به‌طورکلی ویژگی‌های ریخت‌شناسی ماهیان در مقایسه با سایر مهره‌داران بیش‌تر دچار

تغییرات درون و بین گونه‌ای شده و نسبت به تغییرات ناشی از محیط حساسیت بیش‌تری دارند بنابراین اثرات بعضی از فاکتورهای محیطی نظیر درجه حرارت، شوری، دسترسی به غذا و یا فاصله مهاجرت می‌تواند به‌طور بالقوه تفکیک ریختی ماهیان را تعیین کند (Turan و همکاران، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۶؛ Turan, ۲۰۰۰؛ Lindsey, ۱۹۹۸؛ Smith, ۱۹۶۶).

به‌علاوه شرایط محیطی متفاوت (دما، کدورت، دسترسی به غذا، عمق آب و جریان آب) سبب جدایی جمعیت‌های رودخانه‌های مختلف می‌شود (Samaee و همکاران، ۲۰۰۶؛ Yamamoto و همکاران، ۲۰۰۴).

Bagherian و Rahmani (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای با استفاده از سیستم شبکه‌ای ترانس به بررسی جمعیت‌های شاه کولی (*C. chalcoides*) در ۶۶ قطعه ماهی پرداختند و توانستند دو جمعیت رودخانه‌های هراز و شیرود را از یکدیگر تفکیک نمایند.

Akbarzadeh و همکاران (۲۰۱۰) ساختار جمعیتی ماهی سوف معمولی در آب‌های ایرانی دریای خزر یعنی سواحل غربی و شرقی گیلان و دریاچه سد ارس با استفاده از ویژگی‌های ریخت‌سنجی به روش ترانس و شمارشی مورد بررسی قرار دادند و تنوع نسبتاً بالای فنوتیپی ماهیان سوف را در سه منطقه مورد مطالعه را گزارش دادند. AnvariFar و همکاران (۲۰۱۱) به تفاوت‌های ریختی با روش ترانس بین جمعیت سیاه ماهیان (*Capotes capoeta gracilis*) بالا و پایین سد شهید رجایی رودخانه تجن پرداختند و تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده کردند.

Turan و همکاران (۲۰۰۴) یکی از دلایل به‌وجود آمدن اختلافات ریخت‌سنجی ماهیان را در متفاوت بودن بسترهای تخم‌ریزی و در نتیجه جدا بودن منشأ آن‌ها دانسته‌اند. بنابراین در مقایسه گونه‌های مورد بررسی در این تحقیق بخشی از تفاوت‌ها را می‌توان مربوط به شرایط محیطی گونه‌های مورد مطالعه نسبت داد هرچند که تفاوت ژنتیکی به‌عنوان یک عامل اصلی جداکننده گونه‌های مورد بررسی در این تحقیق می‌باشد.

مطالعه حاضر توانایی بالقوه روش ترانس را در تفکیک ریختی گونه‌های *Alburnus* در آب‌های ایران نشان داد و اطلاعات پایه پیرامون اختلافات ریخت‌شناسی بین گونه‌های این جنس را ارائه داد. از این‌رو اختلافات ریختی مشاهده شده بین گونه‌ها می‌تواند در شناسایی و مدیریت شیلاتی این گونه‌ها لحاظ گردد.



منابع

- identification, Fisheries Research. Vol. 43, pp: 129-139.
11. **Coad, B.W., 2013.** Freshwater Fishes of Iran. Available from <http://www.briancoad.com> Accessed 27th October 2013.
 12. **Dean, M.N.; Huber, D.R. and Nance, H.A., 2006.** Functional morphology of jaw trabeculation in the lesser electric ray *Narcine brasiliensis*, with comments on the evolution of structural support in the Batoidea. Journal of Morphology. Vol. 267, No. 10, pp: 1137-1146.
 13. **Debowski, P.; Robak, S. and Dobosz, S., 1999.** Estimation of smoltification of hatchery-reared sea trout (*Salmo trutta morpha trutta* L.) based on body morphology. Archives of Polish Fisheries. Vol. 7, No. 2, pp: 257-266.
 14. **Freyhof, J. and Kottelat, M., 2007.** Review of the *Alburnus mento* species group with description of two newspecies (Teleostei: Cyprinidae). Ichthyological Exploration of Freshwaters. Vol. 18, pp: 213-225.
 15. **Hard, J.J.; Winans, G.A. and Richardson, J.C., 1999.** Phenotypic and genetic architecture of juvenile morphometry in Chinook salmon. The Journal of Heredity. Vol. 90, No. 6, pp: 597-606.
 16. **Hubbs, C.L. and Lagler, K.F., 1947.** Fishes of the Great Lakes Region. Bull. Crambrook Inst. Sci., Vol. 26.
 17. **Jolicoeur, P. and Mosiman, J.E., 1960.** Size and shape variation in the painted turtle: a principal component analysis. Growth. Vol. 24, pp: 691-699.
 18. **Jolicoeur, P., 1963.** The generalization of the allometry equation. Biometrics. Vol. 19, pp: 497-499.
 19. **Lindsey, C.C., 1988.** Factors controlling meristic variation. In: Hoar, W.S., Randall, D.J. (Eds.), Fish Physiology, vol. 11-B. Academic Press, San Diego, CA. pp: 197-274.
 20. **Mamuris, Z.; Apostolidis, A.P.; Panagiotaki, P.; Theodorou, A.J. and Triantaphyllidis, C., 1998.** Morphological variation between red mullet populations in Greece. Journal of Fish Biology. Vol. 52, pp: 107-117.
 21. **Meyer, A., 1987.** Phenotypic plasticity and heterochrony in *Cichlasoma managuense* (Pisces, Cichlidae) and their implications for speciation in cichlid fishes. Evolution. Vol. 41, pp: 1357-1369.
 22. **Palma, J. and Andrade, J.P., 2002.** Morphological study of *Diplodus sargus*, *Diplodus puntazzo*, and *Lithognathus*
 1. **Adeli, A., 1999.** Basis of fish biology. Version. Agricultural Sciences. Tehran.
 2. **Adams, D.C.; Rohlf, F.J. and Slice, D.E., 2003.** Geometric morphometrics: ten years of progress following the 'revolution'. Ital.J. Zool. Vol. 71, pp: 5-16.
 3. **Akbarzadeh, A.; Karami, M.; Nezami, S.A.; MojaziAmiri, B.; Khara, H. and Eagderi, S., 2010.** A comparative study of morphometric and meristic characters of pikeperch *Sander lucioperca* Iranian waters of Caspian Sea and Aras Dam Lake. Iranian Journal of Biology. Vol. 22, No. 3, pp: 535-545.
 4. **AnvariFar, H.; Khyabani, A.; Farahmand, H.; Vatandoust, S.; AnvariFar, H. and Jahageerdar, S.H., 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. Vol. 673, pp: 41-52.
 5. **Bagherian, A. and Rahmani, H., 2009.** Morphological discrimination of two populations in shemaya, *Chalcalburnus chalcoides* (Actinopterygii, Cyprinidae) using truss network. Animal Biodiversity and Conservation. Vol. 30, No. 1, pp: 1-8.
 6. **Bogutskaya, N.G.; Kucuk, F. and Unlu, E., 2000.** *Alburnus baliki*, a new species of Cyprinid fish from the Manavgat River system, Turkey. Ichthyological Exploration of Freshwaters. Vol. 11, pp: 55-64.
 7. **Bookstein, F.L., 1996.** Combining the tools of geometric morphometrics. pp. 131-151. In: L.F. Marcus, M. Corti, A. Loy, G. Naylor & D.E. Slice (ed.) Advances in Morphometrics. NATO ASI Series A: Life Sciences, Vol. 284, Plenum Publishing. New York.
 8. **Bronte, C.R. and Moore, S.A., 2007.** Morphological Variation of Siscowet Lake Trout in Lake Superior. Transactions of the American Fisheries Society. Vol. 136, pp: 509-517.
 9. **Bzulug, M. and Freyhof, J., 2007.** Rediagnosis of four species of *Alburnus* from Turkey and description of two new species (Teleostei: Cyprinidae). Ichthyological Exploration of Freshwaters. Vol. 18, pp: 233-246.
 10. **Cadrin, S.X. and Friedland, K.D., 1999.** The utility of image processing techniques for morphometric analysis and stock



- Seas. Turkish Journal of Vertebrate Animal Sciences. Vol. 28, pp: 865-871.
34. **Turan, C.; Oral, zturk, B.O. and Duzgunes, E., 2006.** Morphometric and meristic variation between stocks of Bluefish (*Pomatomus saltatrix*) in the Black, Marmara, Aegean and northeastern Mediterranean Seas. Fisheries Research. Vol. 79, pp: 139-147.
 35. **Tzeng, T.D., 2004.** Morphological variation between populations of spotted mackerel *Scomber australasicus* off Taiwan. Fisheries Research. Vol. 68, pp: 45- 55.
 36. **Yamamoto, S.; Morita, K.; Koizumi, I. and Maekawa, K., 2004.** Genetic differentiation of white-spotted charr (*Salvelinus leucomaenis*) populations after habitat fragmentation: spatial-temporal changes in gene frequencies. Conservation Genetics. Vol. 5, pp: 529-538.
 - mormyrus (Sparidae) in the Eastern Atlantic and Mediterranean Sea. Fisheries Research. Vol. 57, pp: 1-8.
 23. **Rahmani, H., 2006.** Genetic diversity and population dynamics of *Chalcaburnus chalcoides* (Gueldenstadt, 1772) in Hraz, Shiroud and Gzafroud rivers. Phd thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 187 p.
 24. **Rohlf, F.J. and Marcus, L.F., 1993.** A revolution in morphometrics. Trend in ecology and evolution. Vol. 8, pp: 129-133.
 25. **Samaee, S.M.R.; Mojazi-Amiri, B. and Hosseini-Mazinani, S.M., 2006.** Comparison of *Capoeta capoeta gracilis* (Cyprinidae, Teleostei) populations in the south Caspian Sea River basin, using morphometric ratios and genetic markers. Folia Zool. Vol. 55, pp: 323-335.
 26. **Schreck, C.B. and Moyle, P.B., 1990.** Methods for fish biology. American fisheries Society. Bethesda, Maryland, USA. 684 p.
 27. **Shao, Y.; Wang, J.; Qiao, Y.; He, Y. and Cao, W., 2007.** Morphological variability between wild populations and inbred stocks of a Chinese minnow, *Gobiocypris rarus*. Zoolog Sci. Vol. 24, No. 11, pp: 1094-102.
 28. **Smith, G.R., 1966.** Distribution and evolution of the North American catostomid fishes of the subgenus *Pantosteus*, genus *Castostomus*. Miscellaneous publications, Museum of Zoology, University of Michigan. 129 p.
 29. **Struass, R.E. and Bookstein, F.L., 1982.** The Truss: Body form reconstruction in morphometrics. Systematic Zoology. Vol. 31, pp: 113-135.
 30. **Swain, D.P. and Foote, C.J., 1999.** Stocks and chameleons: The use of phenotypic variation in stock identification. Fisheries Research. Vol. 43, pp: 113- 128.
 31. **Turan, C., 2000.** Otolith shape and meristic analysis of Herring (*Clupea harengus*) in the northeast Atlantic. Arch. Fish. Mar. Res. Vol. 48, No. 3, pp: 283-295.
 32. **Turan, C. and Erguden, D., 2004.** Genetic and morphometric structure of *Liza abu* (Heckel, 1834) population from the Rivers Orontes, Euphrates and Tigris. Turkish journal of Veterinary and Animal Sciences. Vol. 28, pp: 729-734.
 33. **Turan, C.; Erguden, D.; Gurlek, M. and Turan, F., 2004.** Morphometric structuring of the Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Black, Aegean and Northeastern Mediterranean

