Archive of SID

ریخت‌شناسی مقایسه‌ای گاوماهی عمق‌زی (Gobiidae: *Ponticola bathybius* (Kessler, ۱۸۷۷) در سواحل جنوبی دریای خزر با استفاده از سیستم تراس

- **فاطمه تاج‌بخش**: گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، صندوق‌پستی: ۱۹۸۳۹۶۳۱۱۳
- **اصغر عبدلی**: گروه تنوع‌زیستی، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، صندوق‌پستی: ۱۹۸۳۹۶۳۱۱۳
- **حسن رجبی‌مهام**: گروه جانورشناسی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، صندوق‌پستی: ۱۹۸۳۹۶۳۱۱۳
- **ایرج هاشم‌زاده‌سقرلو***: گروه شیلات و محیط زیست، دانشکده منابع‌طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، صندوق پستی: ۳۴۱۴۱۸۸۱۸۶
- **بهرام کیابی**: گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهیدبهشتی، تهران، صندوق‌پستی: ۱۹۸۳۹۶۳۱۱۳

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۴

چکیده

در این مطالعه که به‌منظور مقایسه ریخت‌شناسی گاوماهی عمق‌زی (Gobiidae: *Ponticola bathybius*) در سواحل جنوبی دریای خزر انجام شده است، در مجموع ۱۸۵ قطعه ماهی از سه منطقه بندر انزلی (٦٤ عدد)، سلمان‌شهر (٦١ عدد) و میانکاله (٦٠ عدد) به‌وسیله صید پره در اسفند ۱۳۹۲ و فروردین ماه سال ۱۳۹۳ جمع‌آوری گردید. ۱۷ نقطه نشانه (Landmark) روی سمت چپ بدن ماهی انتخاب شد و ۱۳۵ فاصله بین نقاط به‌روش تراس مورد ارزیابی قرار گرفت. تعداد نه صفت شمارشی نیز شمارش شدند. آزمون DFA بر روی صفات ریخت‌شناسی نشان داد که افراد سه نمونه جمعیتی از هم مجزا می‌باشند (P<۰/۰۵)، به‌طوری‌که در روش گروه‌بندی Jacknifed، افراد به‌طور میانگین با صحت ٦٨٪ به جمعیت‌های خود منتسب شدند. آزمون NPMANOVA بر روی صفات شمارشی نیز بیان‌گر جدایی سه نمونه جمعیت از یکدیگر می‌باشد (P>۰/۰۵). براساس تجزیه خوشه‌ای به‌روش UPGMA، جمعیت میانکاله جدایی بیش‌تری را نسبت به دو جمعیت دیگر نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: گاوماهی عمق‌زی، صفات ریخت‌شناسی، نقطه نشانه، سیستم تراس، دریای خزر

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: ihashem@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گاوماهیان، ماهیان کوچک کفزی از خانواده Gobiidae هستند که یکی از بزرگ‌ترین خانواده ماهیان به‌لحاظ تعداد گونه به‌شمار می‌روند (Gill و Mooi، ۲۰۱۲). این ماهیان به‌علت تنوع گونه‌ای و جمعیت زیادشان نقش مهمی را در تولیدات غذایی دریای خزر ایفا می‌کنند، به‌طوری‌که از طرفی جزو مصرف کنندگان اصلی بی‌مهرگان و از طرف دیگر طعمه مهمی برای ماهیان خاویاری به‌شمار می‌روند (Abdoli و همکاران، ۲۰۱۲). از جمله گونه‌های گاوماهیان که فراوانی بسیار زیادی در دریای خزر دارند، گاوماهی عمق‌زی (*Ponticola bathybius* ۱۸۷۷ ,Kessler) است که پیش‌تر تحت جنس‌های *Neogobius* و *Chasar* قرار داشت و هم‌اکنون تحت جنس *Ponticola* طبقه‌بندی می‌گردد (Neilson و Stepien، ۲۰۰۹). تاکنون مطالعات اندک و پراکنده‌ای در مورد این گونه صورت گرفته است که از جمله آن‌ها می‌توان به بررسی رژیم غذایی و ساختار سنی آن در مکان‌های مختلف سواحل جنوبی دریای خزر اشاره کرد (Kalantarian و همکاران، ۲۰۱۳؛ مقیمی، ۱۳۹۲؛ جوشن، ۱۳۹۱؛ قلیچی، ۱۳۷۷).

همان‌طورکه شناخت از تنوع گونه‌ای یک اکوسیستم برای بررسی پویایی آن لازم است، شناخت جمعیت‌های هر گونه نیز یکی از راهکارهای مهم برای مدیریت منابع و بهره‌برداری پایدار می‌باشد، زیرا که جمعیت یا ذخایر مختلف یک گونه، پاسخ‌های متفاوتی نسبت به بهره‌برداری می‌دهند (Abuanza و همکاران، ۲۰۰۸؛ Campana و Casselman، ۱۹۹۳). بیش‌تر روش‌های ارزیابی مربوط به جمعیت‌ها، با فرض بسته بودن جمعیت و همگنی خصوصیات زیستی آن‌ها صورت می‌گیرد، که چنین مدل‌سازی‌هایی می‌تواند به نتایج اشتباهی منجر شود (National Research Council، ۱۹۹۴). برای مثال در مورد ماهی سفید *Rutilus frisii kutum* شناخت فرم پاییزه و بهاره آن حائز اهمیت است (Fazli و همکاران، ۲۰۱۳) چرا که هر کدام خصوصیات زیستی مخصوص به‌خود را دارد و عدم توجه به این موضوع، نتیجه مطلوبی را در مبحث مدیریت این ذخایر در پی نخواهد داشت.

ماهیان نسبت به سایر مهره‌داران، بیش‌تر تحت تاثیر تغییرات شرایط محیطی قرار می‌گیرند، که حتی منجر به تغییرات بین و درون گونه‌ای در آن‌ها می‌شود (Murta، ۲۰۰۰؛ Wimberger، ۱۹۹۲؛ Thompson، ۱۹۹۱). این تاثیرپذیری در اوایل دوران رشد بیش‌تر از سایر دوران‌ها است، به‌طوری‌که ماهیان محیط‌های مشابه، به‌لحاظ ریختی وضعیت مشابهی را دارند (Pinheiro و همکاران، ۲۰۰۵). با توجه به شرایط اکولوژیکی متفاوت (فیزیکی، شیمیایی و نوع بستر) حاکم بر سواحل ایرانی دریای خزر و با نظر به این مسئله که گاوماهیان، ماهیان کم‌تحرکی هستند و مهاجرت آن‌ها به‌صورت عمقی است (Polačik و همکاران، ۲۰۱۲)، انتظار می‌رود تفاوت‌های ریختی در میان گاوماهیان عمق‌زی میان مناطق مختلف دیده شود.

روش‌های متعددی برای تعیین جدایی گونه‌ها در سطح جمعیت وجود دارد که در بین آن‌ها روش ریخت‌سنجی به‌عنوان ابزاری مهم، کاربرد گسترده‌ای دارد (Poulet و همکاران، ۲۰۰۴؛ Murta، ۲۰۰۰). سیستم جدیدی که بعد از ریخت‌شناسی سنتی معرفی شد، سیستم شبکه تراس Truss network system نام دارد که شامل مجموعه‌ای از فواصل میان نقاط از پیش طراحی شده به‌نام نقطه نشانه (Landmark) است که در اطراف جسم مورد بررسی قرار گرفته‌اند (Bookstein و Strauss، ۱۹۸۲). در این روش براساس فضای دو بعدی عمل می‌کند، به‌طوری‌که کل بدن به‌طور کامل تحت پوشش قرار می‌گیرد و برخلاف روش سنتی مدل خوبی را از شکل واقعی نمونه ارائه می‌دهد (Ibanez و همکاران، ۲۰۰۷؛ Turan، ۱۹۹۹). تحقیقات متعددی به‌منظور بررسی تفاوت‌های جمعیتی ماهیان با استفاده از روش شبکه تراس انجام شده است. حقیقی و همکاران (۱۳۹۱) بر پایه روش تراس توانستند تفاوت‌های ریخت‌شناسی خیاطه (*Alburnoides eichwaldii*) سه رودخانه گرگان‌رود و چالوس را نشان داده و سه جمعیت جداگانه را تعریف کند. Hashemzadeh و همکاران (۲۰۱۲) جمعیت ماهی قزل‌آلای خال قرمز (*Salmo trutta*) حوضه ارومیه را از جمعیت حوضه دریای خزر متمایز نمودند. Mohaddasi و همکاران (۲۰۱۳) نیز با استفاده از این روش، جمعیت‌های ماهی شاه کولی (*Alburnus chalcoides*) در چهار منطقه لیسار، شیرود، بابلرود و انزلی را مقایسه کردند. Ghanbarifardi و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که ماهی گل‌خورک (*Periophthalmus waltoni*) ساکن در خلیج فارس و عمان دو جمعیت متمایز هستند. Turan و همکاران (۲۰۰۴) از طریق روش شبکه‌ای تراس، ماهیان آنچووی (Anchovies) ساکن در سه منطقه دریای اژه، سیاه و مدیترانه را از هم جدا نمودند. Kocovsky و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از روش تراس و هم‌چنین نشانگرهای ژنتیکی، جمعیت‌های متمایزی از سوف‌حاجی‌طرخان (*Perca flavenscens*) را در دریاچه Erie تعریف نمودند.

با توجه به تحرک کم گاوماهی عمق‌زی و هم‌چنین رژیم مهاجرتی آن‌ها که بیش‌تر عمود بر خط ساحلی است، انتظار می‌رود به‌واسطه فواصل جغرافیایی قابل توجه در طول سواحل جنوبی دریای خزر، جمعیت‌های گونه یادشده دارای

www.SID.ir

Archive of SID

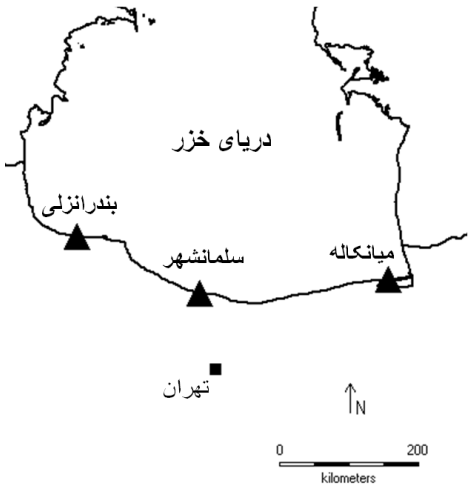
مهاجرت بین منطقه‌ای محدودی بوده و در هر منطقه با شرایط محیطی متفاوتی مواجه شوند. معمولاً ویژگی‌های ریختی مثل صفات قابل اندازه‌گیری به‌عنوان صفات کمی، به‌ویژه در ماهیان حالت پلاستیک داشته و بسته به ماهیت صفت مورد مطالعه، انتظار می‌رود مقادیر متفاوتی از پاسخ به شرایط محیطی و در نتیجه تفاوت‌های ریختی در بین گاوماهیان مناطق مورد بررسی ملاحظه شود. برای اثبات فرضیه این تحقیق از سیستم شبکه‌ای تراس به‌منظور بررسی ریخت‌شناسی گاوماهی عمق‌زی در سه منطقه از سواحل ایرانی دریای خزر استفاده شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و ایستگاه‌های مورد بررسی: نمونه‌برداری از آب‌های ساحلی مناطق بندرانزلی (N ۳۷° ۲۸' و E ۴۹° ۲۷')، سلمان‌شهر (N ۳۶° ۴۲' و E ۵۱° ۱۱') و میانکاله (N ۳۶° ۵۱' و E ۵۳° ۳۴) در اسفند سال ۱۳۹۲ و فروردین سال ۱۳۹۳جمع‌آوری گردید (شکل ۱). ایستگاه بندرانزلی و سلمان‌شهر دارای بستری با شیب تند و جریانات آبی شدید می‌باشد، قطر سنگریزه‌های بستر در بندرانزلی، ریز تا متوسط و در سلمان‌شهر، متوسط تا درشت است. درحالی‌که ایستگاه میانکاله دارای بستری گلی با شیب ملایم و جریانات آبی کند می‌باشد.

روش نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه: در این بررسی تعداد ۶۴ قطعه ماهی از منطقه بندرانزلی، ۶۱ قطعه از سلمان شهر و ۶۰ قطعه از میانکاله به‌ترتیب با میانگین طولی ۲۵/۴۷، ۲۴/۵۶ و ۲۷/۵۶ سانتی‌متر توسط تور پره صید شدند. از آن جاکه در اوایل بهار، جنس نر گاوماهی عمق‌زی برای تولیدمثل وارد آب‌های ساحلی می‌شود، نمونه‌های جمع‌آوری شده همگی نر بودند (عبدلی و نادری، ۱۳۸۷). ماهیان توسط ماده MS۲۲۲ بی‌هوش شدند (Popovic Topic و همکاران، ۲۰۱۲). درهمان محیط نمونه‌برداری، نمونه به‌صورت تازه از سمت چپ بدن روی یونولیت قرار داده شد. برای افزایش دقت عملیات نشانه‌گذاری تعداد ۱۷ نقطه نشانه به‌وسیله سوزن تشریح بر روی نقاط از پیش تعیین شده قرار گرفت و سپس به‌وسیله دوربین سونی مدل SDC-HX۱۰ V از آن‌ها عکس‌برداری شد (شکل ۲، جدول ۱).

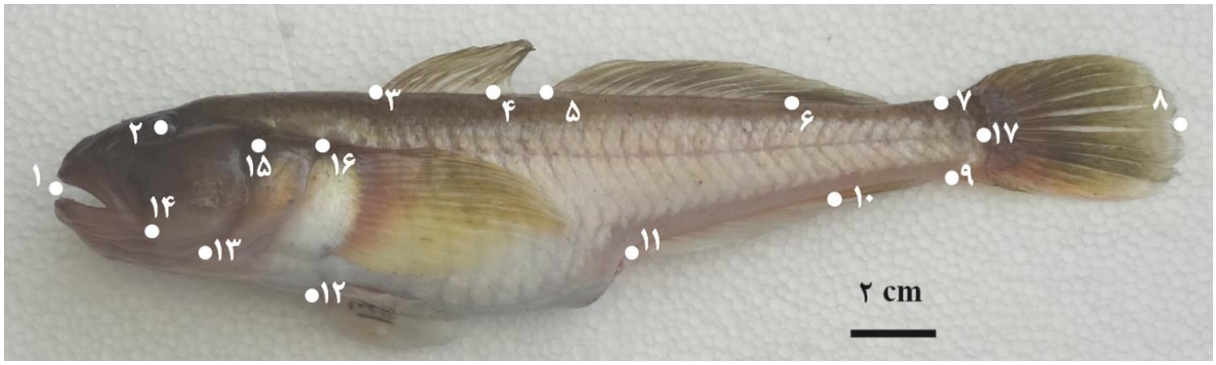
روش‌های آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها: عملیات نشانه‌گذاری بر روی تصاویر با استفاده از نرم‌افزار TPS Dig v۲/۱۰ انجام شد و مختصات نقاط آن‌ها به‌صورت طول (x) و عرض (y) در قالب یک فایل متنی تهیه گردید (Rohlf، ۲۰۰۶). فواصل خطی بین نقاط با استفاده از فرمول فیثاغورث ($x = \sqrt{a^2 + b^2}$) محاسبه شد (Hashemzadeh و همکاران، ۲۰۱۲). در فرمول یاد شده x تفاضل بین طول دو نقطه و y تفاضل بین عرض دو نقطه نشان در صفحه مختصات است. در مجموع ۱۳۵ متغیر به‌دست آمد. برای حذف اثر اندازه، نسبت میان فواصل به‌دست آمده بر طول استاندارد هر نمونه محاسبه شد (Turan، ۱۹۹۹). اختلافات ریخت‌شناسی بین گروه‌های مورد بررسی، تحت آزمون تحلیل تابع تشخیص (DFA) قرار گرفت و وضعیت گروه‌بندی افراد به جمعیت‌های مبداء از طریق روش گروه‌بندی Jacknifed بررسی شد. در تحلیل تابع تشخیص میزان آماره F، ۳/۹ در نظر گرفته شد و متغیرهای دارای مقادیر بالاتر از ۳/۹ به‌عنوان متغیرهای موثر در جدا کردن جمعیت‌های مورد بررسی انتخاب شدند (Hashemzadeh و همکاران، ۲۰۱۲). هم‌چنین تعداد نه صفت قابل شمارش شامل تعداد شعاع‌های نرم اولین باله پشتی، شعاع‌های نرم دومین باله پشتی، شعاع‌های باله دمی، شعاع‌های باله مخرجی، شعاع‌های باله شکمی، شعاع‌های باله سینه‌ای، تعداد فلس‌های بالای خط میانی، تعداد فلس‌های پایین خط میانی، تعداد فلس‌های روی خط میانی شمارش شدند. معنی‌داری اختلاف در صفات شمارشی گروه‌ها به‌علت عدم پیروی داده‌ها از توزیع نرمال، توسط آزمون Non Parametric MANOVA (NPMANOVA) بررسی و صفات تاثیرگذار در جدایی گروه‌ها توسط آزمون Mann-Whitney تعیین شدند (Cullen و همکاران، ۲۰۰۷). سپس دارنگاره مربوطه برای صفات شمارشی و ریخت‌شناسی به‌روش UPGMA ترسیم گردید (Tabatabaei و همکاران، ۲۰۱۲). آنالیزها با استفاده از نرم‌افزارهای PAST v۵، SYSTAT v۹ و Excel v۲۰۰۷ انجام شد.



شکل ۱: نقشه مناطق نمونه‌برداری از ماهی *P. bathybius* در سواحل جنوبی دریای خزر، سال ۹۳-۱۳۹۲

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲: ۱۷ نقطه‌نشانه بکار رفته در سمت چپ بدن ماهی *P. bathybius* نمونه‌برداری شده ازمنطقه بندرانزلی، سال ۹۳-۱۳۹۲

جدول ۱: محل قرارگیری نقاط‌نشانه در سمت چپ ماهی *P. bathybius* نمونه‌برداری شده ازمنطقه بندرانزلی، سال ۹۳-۱۳۹۲

شماره نقطه‌نشانه	محل قرارگیری نقطه‌نشانه
۱	نوک پوزه
۲	مرکز چشم
۳	ابتدای اولین باله پشتی
۴	انتهای اولین باله پشتی
۵	ابتدای دومین باله پشتی
۶	انتهای دومین باله پشتی
۷	ابتدای بالایی باله دمی
۸	انتهای باله دمی
۹	ابتدای پایینی باله دمی
۱۰	انتهای باله لگنی
۱۱	ابتدای باله لگنی
۱۲	ابتدای باله شکمی
۱۳	ابتدای چین خوردگی پایینی سرپوش آبششی
۱۴	انتهای دهان
۱۵	ابتدای چین خوردگی بالایی سرپوش آبششی
۱۶	انتهای سرپوش آبششی
۱۷	انتهای ساقه دمی

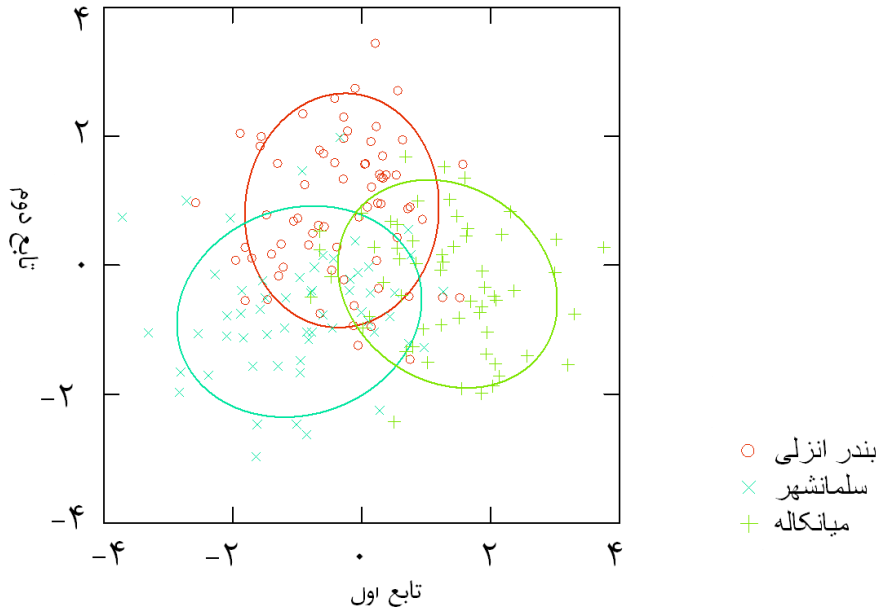
نتایج

نتایج حاصل از آزمون آنالیز تابع تشخیص (DFA) اختلاف معنی‌داری را میان سه نمونه جمعیتی نشان داد ($P<0/05$) (شکل ۳)، به‌طوری‌که افراد هر جمعیت به‌طور میانگین با صحت ۶۸٪ به جمعیت‌های خود منتسب شدند (جدول ۲). در این میان فواصل ۶-۱، ۸-۱، ۱۵-۲، ۱۲-۳ و ۱۷-۱۳ با مقادیر بالاتر از ۳/۹ در جدایی نسبی گروه‌ها به‌عنوان مهمترین صفات نقش داشتند (جدول ۳).

آنالیز آماری بر روی صفات شمارشی نشان داد که در رابطه با صفات یادشده تفاوت معنی‌دار میان سه جمعیت مورد مطالعه وجود دارد ($P<0/05$) که از میان صفات بررسی شده صفاتی مانند تعداد شعاع‌های نرم باله پشتی دوم، دمی، سینه‌ای و تعداد فلس‌های بالا، زیر و روی خط میانی صفات موثر در ایجاد این تمایز بودند (جدول ۴). تجزیه خوشه‌ای به‌روش UPGMA بر روی صفات شمارشی و ریخت‌شناسی، بیان‌گر جدایی بیش‌تر جمعیت میانکاله نسبت به دو منطقه دیگر می‌باشد (شکل۴، الف و ب).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳: نمودار جداسازی جمعیت‌ها بر پایه تحلیل تابع تشخیص (DFA) صفات ریخت‌شناسی ماهی *P. bathybius* نمونه‌برداری شده از سه منطقه بندر انزلی، سلمان‌شهر و میانکاله در سال ۹۳-۱۳۹۲

جدول ۲: انتساب افراد به جمعیت‌ها به روش گروه‌بندی Jacknifed (ردیف‌ها به ستون‌ها نسبت داده شده‌اند)

نمونه جمعیتی	ایستگاه			مجموع	درصد همخوانی صحیح
	بندرانزلی	سلمان‌شهر	میانکاله		
بندر انزلی	۴۴	۱۰	۱۰	۶۴	۶۴
سلمانشهر	۱۷	۳۹	۵	۶۱	۶۷
میانکاله	۸	۹	۴۳	۶۰	۷۴
				۱۸۵	۶۸

جدول ۳: مقادیر F و رتبه‌بندی صفات مورد بررسی در ماهی *P. bathybius* از لحاظ قدرت جداسازی آن‌ها در بررسی تابع تشخیص

App. F*	تعریف فاصله	فاصله اندازه‌گیری شده
۲۸/۴۹	نوک پوزه تا انتهای باله پشتی دوم	۱-۶
۴/۴۴	طول کل بدن	۱-۸
۶/۶۷	مرکز چشم تا چین خوردگی بالایی سرپوش آبششی	۲-۱۵
۱۱/۷۴	ابتدای باله پشتی اول تا ابتدای باله شکمی	۳-۱۲
۱۰/۳۳	چین خوردگی پایینی سرپوش آبششی تا انتهای ساقه دمی	۱۳-۱۷

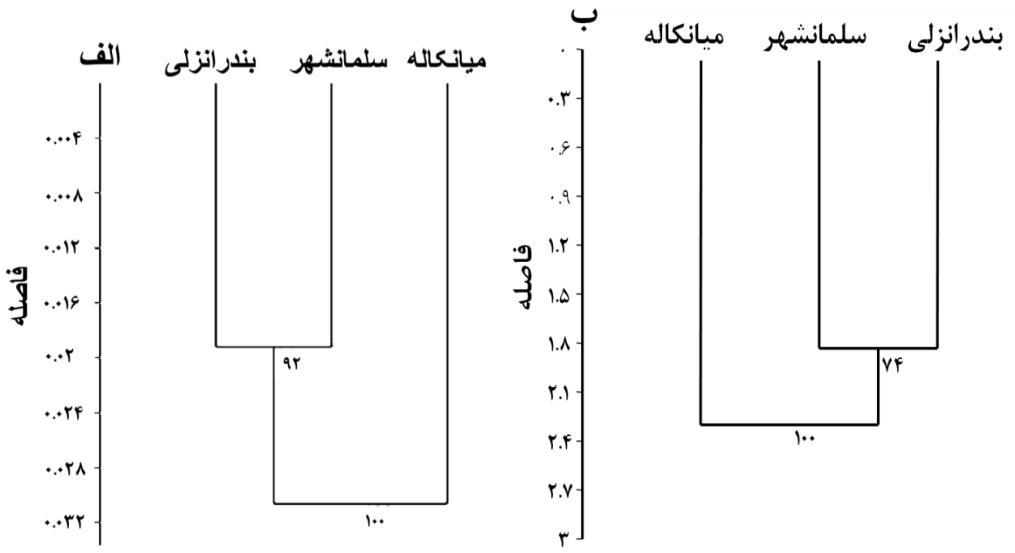
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴: نتایج آزمون Mann-Whitney بر روی صفات شمارشی ماهی *P. bathybius* نمونه‌برداری شده از سه منطقه بندرانزلی، سلمان‌شهر و میانکاله در سال ۹۳-۱۳۹۲

صفات شمارشی	بندرانزلی- سلمان‌شهر	بندرانزلی- میانکاله	سلمان‌شهر- میانکاله
شعاع‌های نرم اولین باله پشتی	۰/۳۲	۰/۱۶	۰/۵۶
شعاع‌های نرم دومین باله پشتی	۰/۲۶	۰/۱۰	*۰/۰۱
شعاع های باله دمی	۰/۹۵	*۰/۰۰	*۰/۰۰
شعاع‌های باله مخرجی	۰/۵۸	۰/۵۲	۰/۲۱
شعاع‌های باله شکمی	۰/۱۶	۰/۱۶	۱/۰۰
شعاع‌های باله سینه ای	۰/۳۴	*۰/۰۵	*۰/۰۰
تعداد فلس‌های بالای خط میانی	*۰/۰۰	۰/۳۲	*۰/۰۰
تعداد فلس‌های پایین خط میانی	*۰/۰۰	۰/۱	*۰/۰۰
تعداد فلس‌های روی خط میانی	۰/۱۷	*۰/۰۰	*۰/۰۰

*P<۰/۰۵



شکل ۴: دارنگاره به‌دست آمده از روش UPGMA بر روی صفات شمارشی (الف) و ریخت‌شناسی (ب) ماهی *P. bathybius* نمونه‌برداری شده از سه منطقه بندرانزلی، سلمان‌شهر و میانکاله در سال ۹۳-۱۳۹۲

بحث

ماهیان نسبت به سایر مهره‌داران نسبت به تغییرات شرایط محیطی، سازش پذیرترند و تنوع‌ریختی بیش‌تری از خود نشان می‌دهند (Hossain و همکاران، ۲۰۱۰؛ Wimberger، ۱۹۹۲). 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 (Hossain و همکاران، ۲۰۱۰؛ Stearns، ۱۹۸۳). برای مثال تغییرات در فاکتورهایی نظیر دما، شوری، دسترسی به مواد غذایی، الگوهای شنا، نور و گازهای محلول به‌خصوص در دوران تکوینی یا در زمان پیش یا پس از نشست لارو می‌تواند باعث تمایز ریختی شود. بنابراین صفات ریخت‌شناسی می‌تواند انعطاف‌پذیری بالایی در پاسخ به چنین فاکتورهایی داشته باشد (Santos و Quilang، ۲۰۱۲). فاصله جغرافیایی می‌تواند به‌عنوان عاملی

www.SID.ir

Archive of SID

مهم در جدایی جمعیت‌ها عنوان شود، برای مثال حقیقی و همکاران (۱۳۹۱) دلیل اصلی جدایی جمعیت‌های ماهیان خیاطه در دو رودخانه گرگان‌رود و چالوس را به‌علت جدایی جغرافیایی و تا حدودی شرایط اکولوژیکی حاکم بر آن‌ها دانستند. هم‌چنین Turan و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که ماهیان آنچووی ساکن در دریای سیاه، اژه و مدیترانه به‌علت فاصله زیاد از هم و عدم ارتباط، جمعیت‌های مجزایی را تشکیل داده‌اند. تمایزات ریختی و ژنتیکی در جمعیت‌ها، در یک زیستگاه که دارای مکان‌هایی با شرایط فیزیکوشیمیایی متفاوت است نیز دیده می‌شود. مطالعه بر روی ماهیان سوف حاجی طرخان در دریاچه Erie براساس سیستم تراس و استفاده از نشانگرهای ژنتیکی، نشان داد که علی‌رغم حضور این ماهیان در یک اکوسیستم، جمعیت‌های متعدد تولیدمثلی در فواصل جغرافیایی کم (۹۴-۱۷ کیلومتر) دیده می‌شوند، که عواملی مانند شرایط لیمنولوژی و وجود سد (عمق آب به‌عنوان یک سد و عامل محدودکننده در حرکت ماهی) بر این جدایی تاثیر دارند (Kocovsky و همکاران، ۲۰۱۳).

گاوماهیان از جمله ماهیانی هستند که قابلیت تحرک کمی دارند و به‌شدت وابسته به بستر هستند به‌طوری‌که قادر به عوض کردن شیوه زندگی بین محیط‌های پلاژیک و بنتیک نیستند (Robinson و همکاران، ۲۰۰۷؛ Poulet و همکاران، ۲۰۰۴). پس حتی اگر موانع فیزیکی بر سر راه جمعیت‌های این ماهیان وجود نداشته باشد احتمال وجود جمعیت‌های مجزا با توجه به شرایط فیزیکوشیمیایی مناطق نمونه‌برداری دور از انتظار نیست. تجزیه و تحلیل آماری بر پایه تحلیل تابع تشخیص (DFA) روی صفات ریختی بر اساس روش تراس، تفاوت معنی‌داری را در جمعیت‌های مورد مطالعه نشان داد به‌طوری‌که افراد هر گروه به‌طور میانگین با صحت ۶۸٪ به جمعیت‌های خود منتسب شدند. براساس Friedland و Reddin (۱۹۹۴)، صحت گروه‌بندی بیش‌تر از ۷۵٪، اطمینان قابل قبولی را در تایید جدایی گروه‌ها به‌وجود می‌آورد. مطالعاتی نیز وجود دارد که جدایی جمعیت‌ها را براساس نتایج به‌دست آمده از تحلیل تابع تشخیص، درسطح متوسط (Tuset و همکاران، ۲۰۰۳ (۶۸/۸-۶۳/۸٪) و ضعیف (Stransky، ۲۰۰۵ (۵۸-۳۹٪)؛ Me´rigot و همکاران، ۲۰۰۷ (۶۰٪)) مطرح می‌کند. جدا نشدن کامل جمعیت‌های مورد مطالعه را می‌توان در عوامل مختلفی جست‌وجو کرد. مثلاً ممکن است تاحدی مهاجرت دربین جمعیت‌ها وجود داشته باشد که تفاوت‌های بین جمعیتی یا بین منطقه‌ای را کم‌رنگ‌تر می‌کند، زیرا با افزایش ضریب مهاجرت اختلافات بین جمعیت‌ها کاهش می‌یابد (Hallerman، ۲۰۰۳) به هرحال تنها با استفاده از صفات ریختی نمی‌توان این فرض را تأیید کرد. شاید مهاجرت یادشده را بتوان با ویژگی‌های زیستی لاروهای گاوماهیان توجیه نمود. گاوماهیان علی‌رغم کم تحرکی، دارای لاروهای آزاد و شناگرند که می‌توانند توسط جریان‌های آبی جابجا شوند و از این طریق ارتباط و انتقال ژنی میان جمعیت‌های ساکن در مناطق دور از هم شکل بگیرد و از جدایی جمعیت‌ها جلوگیری کند (Lima-Filho و همکاران، ۲۰۱۲؛ Salles و همکاران، ۲۰۰۶). برای مثال Ghanbarifardi و همکاران با بررسی هفت جمعیت از ماهی گل‌خورک (*Periophthalmus waltoni*) زیستگاه‌های گلی و مانگروی سواحل جنوبی کشور توانستند دو جمعیت مجزای ساکن در خلیج فارس و ساکن در خلیج عمان را تعریف کنند. علت اصلی تفاوت‌های مشاهده شده میان جمعیت‌های این ماهیان کم تحرک، تفاوت در میزان فاکتورهای فیزیکوشیمیایی (شوری، دما) ایستگاه‌ها عنوان شد. از طرف دیگر اختلاط جمعیتی از طریق لاروهای آزاد و شناگر این ماهی و در نتیجه اختلاط ژنتیکی آن‌ها، نیز به‌عنوان عاملی مهمی در عدم رویت تفاوت شکلی میان جمعیت‌های سایر ایستگاه‌ها بیان شد.

بررسی صفات شمارشی حاکی از وجود سه جمعیت مجزا از گاوماهیان عمق‌زی در مناطق نمونه‌برداری می‌باشد. دارنگاره UPGMA در مورد صفات شمارشی، بیان‌گر جدایی بیش‌تر جمعیت میانکاله از دو جمعیت دیگر می‌باشد. صفات شمارشی بیش‌تر از این‌که تحت تاثیر عوامل محیطی باشند، متاثر از عوامل ژنتیکی هستند. بنابراین انتظار می‌رود که در اوایل دوران تکوینی نهادینه شده و در طول زندگی ثابت بمانند (Smaeili و همکاران، ۲۰۱۱؛ Winfield و Nelson، ۱۹۹۱)، منتهی در اوایل دوران رشد ماهی، تغییرات عوامل محیطی می‌تواند در بروز تغییرات در صفات ریخت‌سنجی موثر باشد (Begg و Waldman، ۱۹۹۹).

سه منطقه نمونه‌برداری در این تحقیق در برخی فاکتورهای فیزیکوشیمیایی با هم متفاوتند که این اختلافات می‌توانند به‌ویژه در دوران تکوینی و رشد ماهی در شکل‌گیری صفات ریخت‌شناسی و شمارشی موثر باشد. از جمله این اختلافات می‌توان به‌موارد زیر اشاره کرد:

بستر ایستگاه بندرانزلی دارای شیبی تند است که از سنگریزه‌های ریز تا متوسط تشکیل شده است و جریان آبی این منطقه تند می‌باشد. از ویژگی‌های ایستگاه سلمان‌شهر، وجود بستری با شیب تند به‌همراه سنگریزه‌هایی با قطر متوسط تا

www.SID.ir

Archive of SID

درشت و جریان آبی تند است. ایستگاه میانکاله برخلاف دو ایستگاه دیگر، دارای بستری گلی با شیب ملایم و جریان آبی کند است. به‌طورکلی قطر ذرات از غرب به شرق سواحل جنوبی دریای خزر کاهش می‌یابد (خوشروان و همکاران، ۱۳۹۰) و میزان شوری آب از غرب به شرق آن از ۱۲/۶ به ۱۳/۵ افزایش می‌یابد (Aubrey و همکاران، ۱۹۹۴). که این تغییر ویژگی می‌تواند عاملی در ایجاد تغییرات ریختی باشد. از نقطه نظر توپوگرافی، سه منطقه در عمق‌های مشابه دارای تفاوت‌هایی در بستر هستند و برای مثال سوراخ‌های زیستی به‌عنوان مکانی برای سکنی گزیدن بی‌مهرگانی مانند دوکفه‌ای‌ها و شکم‌پایان، در ایستگاه میانکاله در عمق کم‌تری (۷ متری) نسبت به دو ایستگاه دیگر (۲۰ متری در بندرانزلی و ۳۰ متری در سلمان‌شهر) یافت می‌شوند (خوشروان و همکاران، ۱۳۹۰). از آن‌جایی‌که گاوماهی عمق‌زی در اوایل دوران زندگی در آب‌های ساحلی زندگی می‌کند، بنابراین بستر گلی و نرمی مانند منطقه میانکاله که دارای سوراخ‌های زیستی در نزدیکی ساحل است می‌تواند غذای بهتری را برای گاوماهی فراهم کند. نوع غذای در دسترس می‌تواند تغییرات ریخت‌شناسی به‌خصوص در شکل سر ایجاد کند (Culle و همکاران، ۲۰۰۷).

تغییرات در سرعت جریان آب هم می‌تواند روی اندازه و شکل ماهیان تاثیرگذار باشد (Ohlberger و همکاران، ۲۰۰۶)، به طوری‌که ماهیان ساکن در آب‌هایی با جریان تند تمایل به باریک شدن و در آب‌هایی با جریان کند تمایل به عریض‌تر شدن دارند (Grünbaum و همکاران، ۲۰۰۷). از طرفی سرعت جریان آب هم که تحت تاثیر عمق بستر است نیز با ایجاد تغییراتی در رفتار شنای ماهیان می‌تواند باعث تغییراتی در شکل بدن شود (Rincón و همکاران، ۲۰۰۷).

در مطالعه حاضر، تفاوت‌های مشاهده شده به‌خصوص در صفات ریخت‌شناسی در مناطق مطالعه شده که از نظر جغرافیایی به‌هم مرتبط هستند، ممکن است نشان‌دهنده ویژگی‌های خاص زیستگاه باشند که موجود نسبت به آن سازش پیدا کرده است. اما در مجموع تنها با استناد به ویژگی‌های ریخت‌شناسی نمی‌توان حوادث بوم‌شناسی و ارتباط‌های میان جمعیت‌ها را مشخص نمود. استفاده از سایر روش‌های شناسایی جمعیت‌ها به‌ویژه استفاده از نشانگرهای ژنتیکی نظیر ریزماهواره‌ها می‌تواند در فهم و درک بهتر ژنتیک جمعیت گاو-ماهی عمق‌زی موثر بوده و ابعاد بوم شناختی جمعیت‌های آن را روشن کند.

منابع

۱. **جوشن، ز.، ۱۳۹۱.** بررسی رژیم غذایی، سن و رشد برخی از گاوماهیان در مناطق جنوب‌شرقی دریای خزر. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد زیست‌شناسی جانوران دریا، دانشگاه شهید بهشتی. ۷۱صفحه.

۲. **حقیقی، ا.؛ ستاری، م.؛ درافشان، س.؛ کیوانی، ی.؛ خوش‌خلق، م. و موسوی، س.ح.، ۱۳۹۱.** ریخت‌سنجی مقایسه‌ای خیاطه (Cyprinidae: *Alburnoides eichwaldii*)، در رودخانه‌های گرگان‌رود و چالوس با استفاده ار سیستم شبکه-ای تراس. مجله پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی. شماره ۱، صفحات ۴۱ تا ۵۲.

۳. **خوشروان، ه.؛ روحانی‌زاده، س.؛ ملک، ج. و قاسم‌نژاد، قلی.، ۱۳۹۰.** ناحیه‌بندی سواحل جنوبی دریای خزر بر اساس شواهد مورفودینامیک رسوبی. مجله فیزیک زمین و فضا. دوره ۳۷، شماره ۳، صفحات ۱ تا ۱۵.

۴. **عبدلی، ا. و نادری، م.، ۱۳۸۷.** تنوع زیستی ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر. انتشارات علمی آبزیان. ۲۴۲ صفحه.

۵. **قلیچی، ا.، ۱۳۷۷.** بررسی سن و رشد، تغذیه و زادآوری گاوماهیان در سواحل شرقی میانکاله. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی شیلات. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۶۳صفحه.

۶. **مقیمی، ب.، ۱۳۹۲.** بررسی تنوع گونه‌ای و برخی پارامترهای پویایی جمعیت گاوماهیان سواحل بندرانزلی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد زیست‌شناسی دریا. دانشگاه شهید بهشتی. ۸۵ صفحه.

7. **Abaunza, P.; Murta, A.G.; Campbell, N.; Cimmaruta, R.; Comesaña, A.S.; Dahle, G.; García-Santamaría, M.T.; Gordo, L.S.; Iversen, S.A.; MacKenzie, K.; Magoulas, A.; Mattiucci, S.; Molloy, J.; Nascetti, G.; Pinto, A.L.; Quinta, R.; Ramos, P.; Sanjuan, A.; Santos, A.T.; Stransky, C. and Zimmermann, C., 2008.** Stock identity of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Northeast Atlantic and Mediterranean Sea: Integrating the results from different stock identification approaches. Fish. Res. Vol. 89, No. 2, pp: 196-209.

8. **Abdoli, A.; Allahyari, S.; Patimar, R. and Kiabi, B.H., 2012.** Feeding strategies of three *Neogobius* species in the Gomishan Wetland of Iran, South-east Caspian Sea. Zool. Middle East. Vol. 56, pp: 49-54.

9. **Aubrey, D.G.; Glushko, T.A. and Ivanov, V.A., 1994.** North Caspian Basin: Environmental status and oil and gas operational issues. Report for Mobil-oil. 650 p.

10. **Begg, G.A. and Waldman, J.R., 1999.** A holistic approach to fish stock identification. Fish. Res. Vol. 43, pp: 3-44.

11. **Campana, S.E. and Casselman, J.M., 1993.** Stock discrimination using otolith shape analysis. Can. J. Aquat. Sci. Vol. 50, pp: 1062-1083.

www.SID.ir

Archive of SID

frillfin goby *Bathygobius soporator* (Gobiidae, Perciformes). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. Vol. 434. No. 43, pp: 63-70.

25. **Me´rigot, B.; Letourneur, Y. and Lecomte-Finiger, R., 2007.** Characterization of local populations of the common sole *Solea solea* (Pisces, Soleidae) in the NW Mediterranean through otolith morphometrics and shape analysis. Mar Biol. Vol. 151, pp: 997-1008.
26. **Modaddasi, M.; Shabanipour, N. and Abdolmaleki, S., 2013.** Morphometric variation among four populations of Shemaya (*Alburnus chalcoides*) in the south of Caspian Sea using truss network. JOBAZ. Vol. 66, pp: 87-92.
27. **Murta, A.G., 2000.** Morphological variation of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the Iberian and North African Atlantic: implications for stock identification. ICES Journal of Marine Science. Vol. 57, pp: 1240-1248.
28. **National Research Council (NRC). 1994.** An Assessment of Atlantic Bluefin Tuna. National Academy Press, Washington DC. 148 p.
29. **Neilson, M.E. and Stepien, C.A., 2009.** Escape from the Ponto-Caspian: evolution and biogeography of an endemic goby species flock (Benthophilinae: Gobiidae: Teleostei). Mol. Phylogenet. Evol. Vol. 52, pp: 84-102.
30. **Ohlberger, J.; Staaks G. and Holker, F., 2006.** Swimming efficiency and the influence of morphology on swimming costs in fishes. Journal of Comp Physiol. Vol. 176, pp: 17-25.
31. **Pinheiro, A.; Teixeira, C.M.; Rego, A.L.; Marques, J.F. and Cabral, H.N., 2005.** Genetic and morphological variation of *Solea lascaris* (Risso, 1810) along the Portugese coast. Fish. Res. Vol. 73, pp: 67-78.
32. **Polačik, M.; Janăč, M.; Vassilva, M. and Trichcova, T., 2012.** Morphometric comparison of native and nonnative populations of round goby *Neogobius melanostomus* from the River Danube. Folia Zool. Vol. 61, No. 1, pp: 1-8.
33. **Poulet, N.; Berrebi, P.; Crivelli, A.J.; Lek, S. and Argillier, C., 2004.** Genetic and morphometric variation in the pikeperch (*Sander lucioperca* L.) of a fragmented delta. Archiv fuer Hydrobiologie. Vol. 159, No. 4, pp: 531-554.
34. **Rinćon, P.A.; Bastir, M. and Grossman, G.D., 2007.** Form and performance: body shape and prey-capture success in four drift-feeding minnows. Oecologia. Vol. 152, pp: 345-355.
35. **Robinson, B.W. and Parsons K.J., 2002.** Changing times, spaces, and faces: tests and implications of adaptive morphological plasticity in the fishes of northern postglacial lakes. Can. J. Fish. Aquat. Sci. No. 59, pp: 1819-1833.
36. **Salles, R.; Fonteles, F.; Antonio, A.; Furtado-Neto, M.A.A.; Carr, S.M. and Freitas, S.M., 2006.** Morphometric and mitochondrial DNA nalysis of the Caribbean red snapper, *Lutjanus purpureus* (Teleostei, Lutjanidae), in western Atlantic off northern Brazil. B. Inst. Pesca, São Paulo. Vol. 32, No. 2, pp: 115-125.
37. **Rohlf, F.J., 2006.** TpsDig Version 2.10. Story Brook, NY: Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook. 328 p.
38. **Santos, B.S. and Quilang, J.P., 2012.** Geometric Morphometric Analysis of *Arius manillensis* and *Arius dispar* (Siluriformes: Ariidae) populations in Laguna de Bay, Philippines. Philippine Journal of Science. Vol. 141, No. 1, pp: 1-11.
12. **Cullen, P.; Mccarthy T.K. and Doherty, D., 2007.** The Coomasaharn char, a morphometrically highly specialized form of *Salvelinus alpinesin* Ireland. Ecol. Freshw. Fish. Vol. 16, pp: 41-47.
13. **Fazli, H.; Afraei Bandpei, M.A.; Pourgholam, R. and Roohi, A., 2013.** Long-term changes in fecundity of the Kutum, *Rutilus frisii kutum* Kamensky, 1901, in the Caspian Sea (Osteichthyes: Cyprinidae). Zool Middle East. Vol. 59, No. 1, pp: 51-58.
14. **Ferrito, M.C.; Mannini, A.M.; Pappalardo, A.M. and Tigano, C., 2007.** Morphological variation among populations of *Aphanius fasciatus* Nardo, 1827 (Teleostei, Cyprinodontidae) from the Mediterranean. J. Fish Biol. Vol. 70, pp: 1-20.
15. **Ghanbarifardi, M.; Aliabadian, M.; Esmaeili, H.R. and Polgar, G., 2014.** Morphological divergence in the Walton's Mudskipper, *Periophthalmus waltoni* Koumans, 1941, from the Persian Gulf and Gulf of Oman (Gobioidei: Gobiidae). Zool. Middle East. Vol. 60, No. 2, pp: 133-143.
16. **Gill, A. and Mooi, R., 2012.** Thalasseleotrididae, new family of marine gobioid fishes from New Zealand and temperate Australia, with a revised definition of its sister taxon, the Gobiidae (Teleostei: Acanthomorpha). Zootaxa. Vol. 3266, pp : 41-52.
17. **Grünbaum, T.; Cloutier, R. ; Mabee, P.M. and François, N.R.L., 2007.** Early developmental plasticity and integrative responses in Arctic charr (Salvelinus alpinus): Effects of water velocity on body size and shape. J. Exp. Zool (Mol Dev Evol). Vol. 308B, pp: 396-408.
18. **Hallerman, E., 2003.** Methods and principals of population genetics for fisheries scientists. AFS. Publications. 275 p.
19. **Hashemzadeh, I.; Farahmand, H.; Abdoli, A.; Bernatchez, L.; Primmer, C.R.; Swatdipong, A., Karami, M. and Khalili, B., 2012.** Phylogenetic status of brown trout *Salmo trutta* populations in five rivers from the southern Caspian Sea and two inland lake basins, Iran: a morphogenetic approach. J. fish Biol. Vol. 81, pp: 1479-1500.
20. **Hossain, M.A.R.; Nahiduzzaman, M.D.; Saha, D.; Mst, U. Khanam, H. and Alam M.D.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. Zool Stud. Vol. 49, No. 4, pp: 556-563.
21. **Ibanez, A.L.; Cox, I.G. and O'Higgins, P., 2007.** Geometric morphometric analysis of fish scales for identifying genera, species, and local populations within the Mugilidae. Canadian J. A. Sci. Vol. 64, pp: 1091-1100.
22. **Kalantarian, S.M.; Abdoli, A. and Kiabi, B.H., 2013:** Feeding strategy of the deepwater goby, *Chasar bathybius*, in the Southern Caspian Sea (Osteichthyes: Gobiidae). Zool. Middle East. Vol. 59, No. 3, pp: 245-252.
23. **Kocovsky, P.M.; Sullivan, T.J.; Knight, S. and Stepien, C.A., 2013.** Genetic and morphometric differences demonstrate fine-scale population substructure of the yellow perch *Perca flavescens*: need for redefined management units. J. Fish Biol. Vol. 82, pp: 2015-2030.
24. **Lima-Filho, P.A.D.; Cioffi, M.D.B.; Bertollo, L.A.C. and Molina, W.F., 2012.** Chromosomal and morphological divergences in Atlantic populations of the

www.SID.ir

Archive of SID

39. **Smaeili, H.R.; Nazari, N.; Saifali, M. and Golamhosseini, A., 2011.** Morphometric and meristic comparisons of populations of Qanat tailor fish, *Alburnoides qanati* Coad & Bogutskaya, 2009. (Actinopterygii: Cyprinidae) in Kor River basin Iran. IJAB. Vol. 7, No. 1, pp: 1-11.

40. **Stearns, S.C., 1983.** The evolution of life-history traits in Mosquitofish since their introduction to Hawaii in 1905: Rates of evolution, heritabilities, and developmental plasticity. American Zoology. Vol. 23, pp: 65-75.

41. **Stransky, C.H., 2005.** Geographic variation of golden redfish (*Sebastes marinus*) and deep-sea redfish (*S. mentella*) in the North Atlantic based on otolith shape analysis. ICES J Mar Sci. Vol. 62, pp: 1691-1698.

42. **Strauss, R.E. and Bookstein, F.L., 1982.** The truss: body form reconstruction in morphometrics. Syst. Zool. Vol. 31, pp: 113-135.

43. **Tabatabaei Yazdi, F.; Adrians, D. and Darvish, J., 2012.** Geographic pattern of cranial differentiation in the Asian Midday Jird *Meriones meridianus* (Rodentia: Muridae: Gerbillinae) and its taxonomic implications. J. Zool. Syst. Evol. Res. Vol. 50, No. 2, pp: 157-164.

44. **Thompson, J.D., 1991.** Phenotypic plasticity as a component of evolutionary change. Trends in Ecology and Evolution. Vol. 6, pp: 246-249.

45. **Topic Popovic, N.; Strunjak-Perovic, I.; Coz-Rakovac, R.; Barisic, J.; Jadan, M.; Persin Berakovic, A. and Sauerborn Klobucar, R., 2012.** Tricaine methane-sulfonate (MS-222) application in fish anaesthesia. J. Appl. Ichthyol. Vol. 28, pp: 553-564.

46. **Turan, C., 1999.** A note on the examination of morphometric differentiation among Fish Populations: The Truss System. Turk. J. Zool. Vol. 23, pp: 259-263.

47. **Turan, C.; Erguden, D.; Gurlek M. and Turan, F., 2004.** Morphometric structuring of the Anchovy *Engraulis encrasicolusin* the Black, Aegean and Northeastern Mediterranean Seas. Turk. J. Vet. Anim. Sci. Vol. 28, pp: 865-871.

48. **Tuset, V.M.; Lozano, I.J.; Gonza´lez, J.A.; Pertusa, J.F. and Garcı´a-Dı´az, M.M., 2003.** Shape indices to identify regional differences in otolith morphology of comber, *Serranus cabrilla* (L., 1758). J. Appl. Ichthyol. Vol. 19, pp: 88-93.

49. **Ujjania, N.C. and Kohli, M.P.S., 2011.** Landmark-based morphometric analysis for selected species of Indian major carp (*Catla catla*, Ham. 1822). International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences. Vol. 1, No. 1, pp: 64-74.

50. **Wimberger, P.H., 1992.** Plasticity of fish body shape - the effects of diet, development, family and age in two species of *Geophagus* (Pisces: Cichlidae). BIOL J LINN SOC. Vol. 45, pp: 197-218.

51. **Winfield, I.G. and Nelson, J.S., 1991.** Cyprinid Fishes. Systematics, Biology and Eploitation. First edition. Chapman and Hall. 667 p.

www.SID.ir