

ویژگی‌های ریختی فلس در ده گونه از کفال ماهیان ایران

نسیبه فیروزی^۱، جواد قاسم زاده^۲، محمد صادق علوی یگانه^{۳*}

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۵

چکیده

کفال ماهیان از گونه‌های ارزشمند تجاری هستند که در آب‌های شمال و جنوب کشور زیست می‌کنند و از بازارپسندی خوبی برخوردارند. شناخت گونه‌های مختلف کفال ماهیان دارای اهمیتی حیاتی در حفاظت از آنهاست. در این تحقیق صفات ریختی مرتبط با فلس به طور مقایسه‌ای در ۱۰ گونه از کفال ماهیان ایران مورد بررسی قرار گرفته است. نمونه‌برداری طی دو سال از صیدگاه‌های چهار استان ساحلی جنوبی و دو استان ساحلی شمالی کشور جمع‌آوری شدند. شناسایی گونه‌ها با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر موجود انجام شد. فلس‌ها از قسمت پهلوی سمت چپ حداقل ۵ نمونه از هر گونه جدا و پس از شستشو با استفاده از استریومیکروسکوپ مجهز به دوربین عکسبرداری شدند. نتایج نشان داد فلس‌ها در گونه‌های شناسایی شده با استفاده از ویژگی‌های توصیفی و اندازه‌گیری شامل شکل ظاهری، تعداد شعاع‌های فلس، موقعیت کانون، ساختارهای دندان‌های و زبانه‌های شعاعی، مساحت فلس، طول فلس، عرض فلس، فاصله بین کانون تا حاشیه بالایی و پایینی فلس قابل تمایز از یکدیگر می‌باشند. کوچکتر بودن معنی دار ($p \leq 0.05$) مساحت و طول فلس در دو گونه کفال ماهی دریای خزر یعنی کفال طلایی *Chelon aurata* و کفال پوزه باریک *Chelon saliens*، و همچنین طول بزرگتر معنی دار ($p \leq 0.05$) فلس در گونه‌های *Ellochelon vaigiensis*، *Planiliza macrolepis* و *Planiliza subviridis* از جمله اختلافات بارز در مقایسه صورت گرفته بود.

واژه‌های کلیدی: خلیج فارس، ریخت شناسی فلس، کفال ماهیان.

مقدمه

کفال ماهیان از جمله ذخایر مهم شیلاتی هستند که در ایران در هر سه حوزه‌ی شمال، جنوب و آب‌های داخلی کشور صید می‌شوند. این خانواده از جنبه‌های بوم‌شناختی و فیزیولوژیک مورد توجه محققین هستند، زیرا واجد قدرت سازگاری به محدوده‌ی وسیعی از تغییرات دما، شوری و شرایط تغذیه‌ای می‌باشند. از گذشته تاکنون مطالعات ریخت‌شناختی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

۲- استادیار، گروه شیلات، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران

۳- استادیار، گروه زیست شناسی دریا، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران

* (نویسنده مسئول: malavi@modares.ac.ir)

در زیست‌شناسی و شناسایی ماهیان از اهمیت به‌سزایی برخوردار بوده و کاربرد وسیعی در بررسی جمعیت‌ها و مطالعات آرایه‌شناختی داشته است (Coad, 2017). انعطاف ریختی در ماهیان این اجازه را به آن‌ها می‌دهد تا نسبت به تغییرات محیطی پاسخ‌های متناسب فیزیولوژیکی و رفتاری بروز دهند. این پاسخ‌ها منجر به تغییرات ریختی، تولید مثلی و بقا در آن‌ها می‌شوند و به این وسیله آثار تغییرات محیطی را به حداقل می‌رسانند (Kelly et al., 2017).

ویژگی‌های فلس می‌تواند به‌عنوان ابزاری ساده اما مؤثر برای مطالعه‌ی شرایط زیستی ماهی به‌کار رود. فلس‌ها بیانگر تغییرات فیزیولوژیک و منعکس‌کننده‌ی ویژگی‌های بوم‌شناختی و زیستگاهی ماهیان نیز هستند. برای تفکیک گونه‌ها و جمعیت‌های ماهیان از روش‌های گوناگونی مبتنی بر تحلیل شکل فلس، استفاده شده است (Bräger et al., 2017). علاوه بر این در بررسی الگوی رشد، مطالعه تاریخچه زندگی، آلودگی آب و سلامت ماهی و همچنین الگوی مهاجرت ماهی با توجه به ویژگی‌های فلس اطلاعات مفیدی قابل دستیابی می‌باشد (Ibáñez et al., 2017).

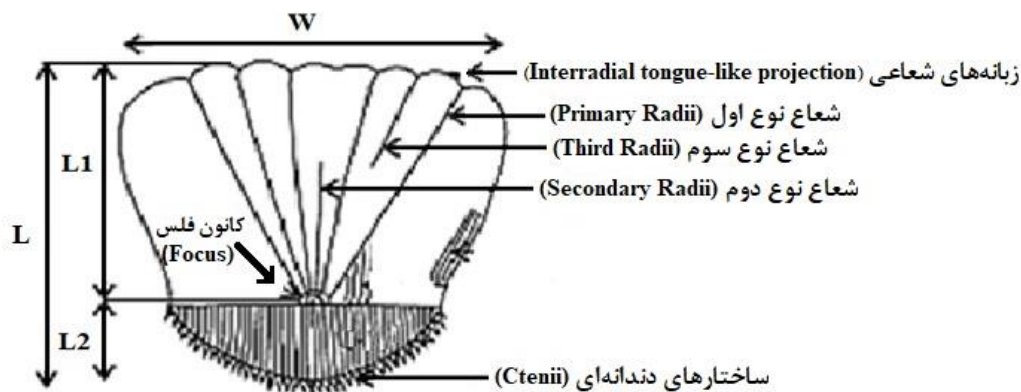
بیشتر گونه‌های خانواده کفال ماهیان از شباهت بالایی به یکدیگر برخوردار هستند که یک عامل محدودکننده در شناسایی کفال ماهیان است (González-Castro & Ghasemzadeh, 2016; Kouhee et al., 2018 Durand et al., 2012;). صفاتی همچون فرم پوزه و استخوان‌های فکی، تعداد فلس بر روی خط جانبی، تعداد و اندازه‌ی زوائد باب‌المعده‌ای از مهمترین صفات مورد استفاده در شناسایی گونه‌های کفال ماهیان محسوب می‌شوند. در این تحقیق کارایی ویژگی‌های ریختی فلس به عنوان صفات آرایه‌شناسی، برای شناسایی گونه‌های تجاری کفال ماهیان در دریای خزر، خلیج فارس و دریای عمان مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های کفال ماهیان با جمع‌آوری نمونه‌ها از بازارهای محلی و صیدگاه‌های واقع در استان‌های بوشهر (بوشهر؛ *Mugil cephalus*)، خوزستان (خرمشهر و آبادان؛ *Planiliza abu*)، هرمزگان (بندرعباس؛ *Planiliza klunzingeri*) و سیستان و بلوچستان (سواحل چابهار و کنارک؛ *Crenimugil seheli*؛ *Ellochelon vaigiensis*؛ *Osteomugil cunesius*؛ *Planiliza*؛ *Planiliza subviridis* و *macrolepis*) در جنوب کشور و مازندران (سواحل شهر نور؛ *Chelon aurata*) و گیلان (سواحل شهر انزلی؛ *Chelon aurata* و *Chelon saliens*) در شمال طی سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ انجام گرفت. شناسایی ریختی نمونه‌ها با استفاده از کلیدهای شناسایی و منابع معتبر موجود انجام شد (Fischer & Bianchi, 1984; Harrison, 2002; González-Castro & Ghasemzadeh, 2016; Coad, 2017). در نتیجه دو گونه شامل *Chelon aurata* و *Chelon saliens* از دریای خزر و هشت گونه شامل *Planiliza klunzingeri*، *Planiliza macrolepis*، *Planiliza subviridis*، *Mugil cephalus*، *Osteomugil cunesius*، *Ellochelon vaigiensis*، *Crenimugil seheli*، *Planiliza* از آب‌های ساحلی خلیج فارس و عمان

شناسایی و جمع آوری گردید. ۵ نمونه ماهی از هر گونه برای مطالعه‌ی ویژگی‌های ریختی فلس انتخاب گردید. طول استاندارد نمونه‌ها با استفاده از ریزسنج عقربه‌ای با دقت یک دهم میلی‌متر اندازه‌گیری شد. حدود ۱۰ الی ۱۵ عدد فلس از سمت چپ و پهلوی نمونه‌ها (بین منشا باله پشتی و خط جانبی) جدا و در محلول KOH با غلظت ۵٪ به مدت سه الی پنج دقیقه شست و شو و تمیز شدند. فلس‌های شستشو شده برای عکسبرداری بین لام و لامل قرار داده شدند (Poulet et al., 2005).

فلس‌ها با توجه به اندازه، با استفاده از استریومیکروسکوپ مجهز به دوربین عکسبرداری شدند. صفات توصیفی مانند شکل ظاهری، تعداد شعاع‌های فلس، موقعیت کانون (Focus) و ساختارهای دندانهای (Ctenii) و زبانه‌های شعاعی (Interradial tongue-like projection) مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین با استفاده از نرم افزار Image Tools Ver. 3.6 اندازه‌گیری‌های روی هر فلس شامل مساحت فلس، طول فلس، عرض فلس، فاصله بین نقطه مرکزی (Focus) تا حاشیه بالایی فلس (L1)، فاصله بین نقطه مرکزی تا حاشیه پایینی فلس (L2) انجام شد (تصویر ۱). برای حذف اثر اندازه ماهی، هر یک از ابعاد اندازه‌گیری شده به نسبت طول استاندارد ماهی مورد مقایسه قرار گرفت. از آنالیز واریانس یک طرفه و نرم افزار SPSS Ver. 16 برای مقایسه‌ی میانگین معیارهای محاسبه شده در هر گونه، و بررسی معنی‌دار بودن اختلافها استفاده گردید. در ساختار فلس کفال ماهیان ۳ نوع شعاع (Radii) با توجه به محل قرارگیری و امتداد مورد بررسی قرار گرفت. شعاع نوع اول (Primary Radii)؛ از Focus تا حاشیه فلس امتداد می‌یابد، شعاع نوع دوم (Secondary Radii)؛ از Focus شروع اما به حاشیه فلس منتهی نمی‌شود و شعاع نوع سوم (Third Radii) از نیمه فلس شروع و تا قبل از حاشیه گسترش دارد (تصویر ۱).



شکل ۱: نمای عمومی از ابعاد و صفات مورد بررسی در فلس ۱۰ گونه از کفال ماهیان ایران

نتایج

فلس‌های ۱۰ گونه شناسایی شده از کفال‌ماهیان در تصویر ۲ و همچنین نتایج اندازه‌گیری صفت اندازه‌گیری نسبی روی فلس‌ها به صورت مقایسه‌ای در جدول ۱ و صفت‌های تشریحی و شمارشی در جدول ۲ ارائه شده است. از نظر ویژگی‌های توصیفی، در گونه‌ی کفال طلایی *Chelon aurata* (دریای خزر)، عموماً شش شعاع نوع اول و دو شعاع نوع سوم مشاهده شد و شعاع نوع دوم مشاهده نشد. زبانه‌های شعاعی در بالای فلس با شکاف‌های بسیار کم عمق از هم جدا می‌شدند به طوری که لبه‌ی بالایی فلس تقریباً به صورت صاف دیده شد. کانون فلس در قسمت میانی قرار داشت. زوائد دندان‌های در حاشیه‌ی پایینی در یک ردیف و به صورت ظریف بود. در کفال پوزه باریک، *Chelon saliens* (دریای خزر)، تعداد شعاع نوع اول به طور میانگین شش، شعاع نوع دوم یک عدد و شعاع نوع سوم دو عدد مشاهده شد. زبانه‌های شعاعی به شکل صاف و شکاف‌های ظریفی در حدفاصل آنها دیده شدند. کانون فلس در قسمت میانی قرار داشت. برای گونه *Crenimugil seheli* تنها ۷ عدد شعاع نوع اول مشاهده شد. زوائد دندان‌های حاشیه‌ی پایینی دولایه و زبانه‌های شعاعی به شکل محدب بود. بخش بالایی فلس به شکل محدب و واجد یک شیار میانی بود. کانون فلس در موقعیتی پایین‌تر از بخش میانی فلس قرار داشت. فلس گونه *Ellochelon vaigiensis* تنها واجد ۵ شعاع نوع اول بود. موقعیت کانون فلس پایین‌تر از بخش میانی فلس بود. زبانه‌های شعاعی کاملاً محدب بودند و شکاف‌های عمیق در فواصل بینابینی آنها وجود داشت. زوائد دندان‌های در حاشیه پایینی فلس بسیار ظریف بود. در گونه کفال خاکستری *Mugil cephalus*، به‌طور میانگین ۹ شعاع نوع اول و یک شعاع نوع سوم مشاهده شد. شیارهای بسیار ظریفی حدفاصل زبانه‌های شعاعی مشاهده شد و عملاً حاشیه بالایی شکلی صاف داشت. کانون فلس پایین‌تر از بخش میانی فلس قرار گرفته است. زوائد دندان‌های حاشیه پایینی بسیار ظریف بودند. فلس در گونه *Osteomugil cunesius* دارای شش شعاع نوع اول و فاقد شعاع نوع دوم و سوم بود. زوائد دندان‌های حاشیه پایینی دو لایه داشتند. زبانه‌های شعاعی با شکاف‌های عمیق از یکدیگر جدا و حاشیه بالایی فلس دارای برجستگی و فرورفتگی‌های واضحی بودند. کانون فلس در موقعیت میانی فلس قرار داشت. فلس گونه *Planiliza abu* عموماً دارای پنج شعاع نوع اول و فاقد شعاع‌های نوع دوم و سوم بود. زوائد دندان‌های در حاشیه پایینی فلس به صورت چند ردیفه دیده شدند و زبانه‌های شعاعی حاشیه بالایی با شکاف‌های کم عمق از یکدیگر جدا بودند و حاشیه بالایی به صورت صاف دیده شد. کانون فلس در موقعیتی پایین‌تر از بخش میانی فلس قرار داشت. متوسط تعداد شعاع نوع اول در گونه *Planiliza* در بخش میانی فلس قرار داشت. فلس‌ها در گونه *Planiliza subviridis* به طور میانگین دارای ۵ شعاع نوع اول، یک شعاع نوع سوم و فاقد شعاع نوع دوم بودند. زوائد دندان‌های در حاشیه پایینی فلس واضح و دو ردیفه بود. زبانه‌های شعاعی با شکاف‌های کم عمق از یکدیگر جدا بودند و حاشیه بالایی فلس به شکل محدب دیده شد. کانون فلس پایین‌تر از بخش میانی فلس قرار داشت.

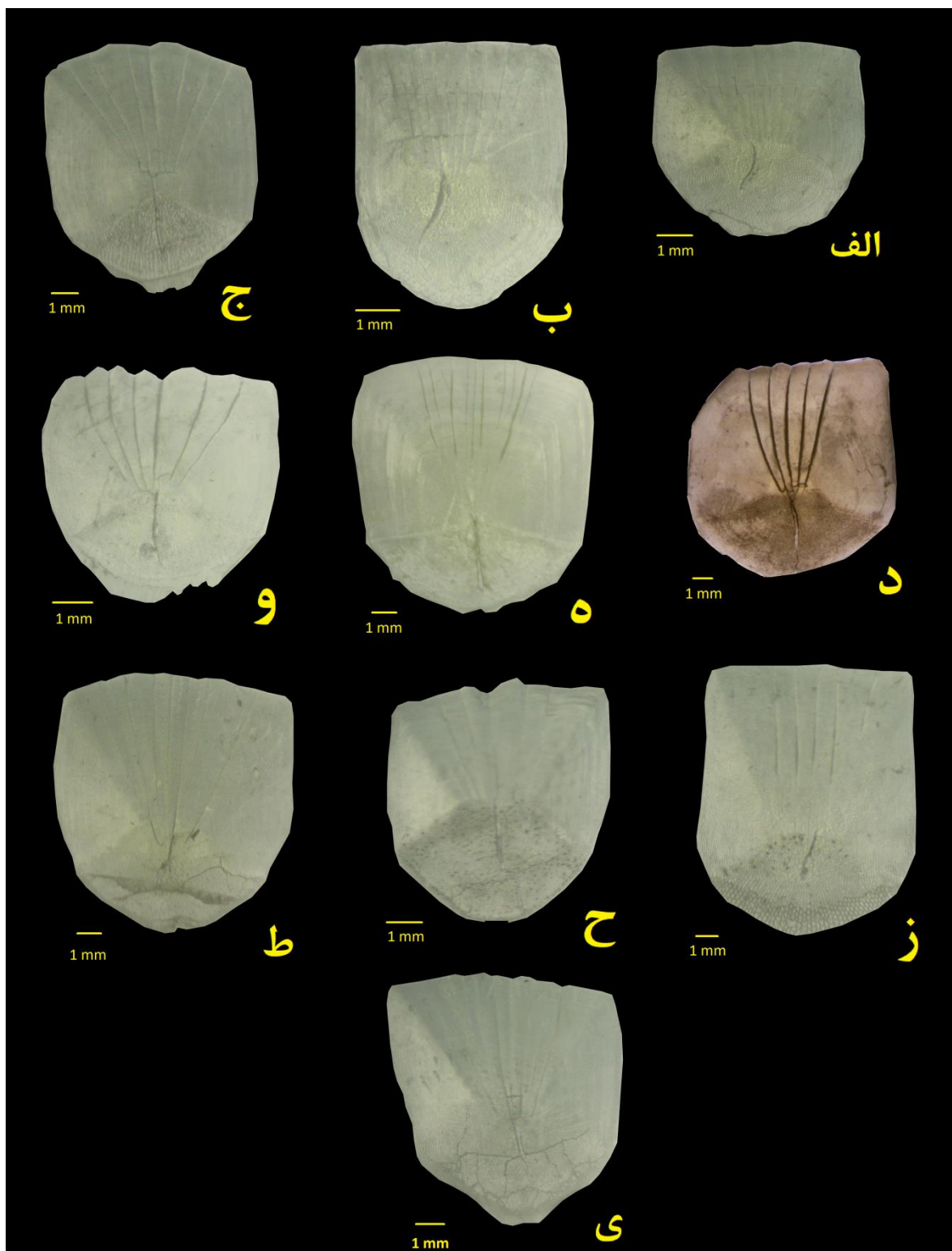
با توجه به نتایج صفت مساحت فلس نسبت به طول استاندارد (AREA/SL)، بزرگترین فلس‌ها در مقایسه بین ۱۰ گونه، با اختلافی معنی دار در دو گونه *E. vaigensis* و *P. macrolepis* مشاهده شد ($p \leq 0,05$) و کوچکترین فلس‌ها با اختلافی معنی دار در گونه‌های دریای خزر یعنی *C. saliens* و *C. aurata* ارزیابی شد ($p \leq 0,05$). با اختلاف معنی داری بیشترین میزان عرض فلس (W) در گونه *P. macrolepis* و کم عرض ترین فلس‌ها در گونه کفال پوزه باریک *C. saliens* مشاهده شد. طولی ترین فلس‌ها نیز با بیشترین مقادیر در سه گونه *E. vaigensis*، *P. macrolepis* و *P. subviridis* مشاهده شد در حالی که دو گونه ساکن دریای خزر *C. saliens* و *C. aurata* از کمترین طول برخوردار بودند. نتایج در ارتباط با طول L1 نسبت به طول فلس L، بیانگر وجود بیشترین مقادیر با اختلافی معنی دار در گونه‌های *E. vaigensis*، *M. cephalus* و *P. abu* نسبت به سایر گونه‌ها بود. لذا نتایج نشان می‌دهد در گونه‌های فوق ارتفاع فلس در قسمت بالایی کانون فلس بیشتر از سایر گونه‌ها می‌باشد. در ارتباط با طول L2 نسبت به طول فلس L، به طور مشابه کمترین مقادیر در سه گونه *E. vaigensis*، *M. cephalus* و *P. abu* مشاهده شد که بیانگر ارتفاع کمتر فلس در قسمت پایین نقطه کانونی بود. در ارتباط با نسبت عرض به ارتفاع فلس کمترین مقادیر به طور معنی دار در دو گونه *C. seheli* و *E. vaigensis* مشاهده شد، در حالی که بیشترین مقدار با اختلافی معنی دار به گونه *C. aurata* تعلق داشت. در بین گونه‌های جنس *Planiliza* کانون فلس تنها در گونه *P. klunzingeri* در بخش میانی قرار داشت همچنین شعاع نوع دوم نیز تنها در فلس‌های این گونه مشاهده شد.

جدول ۱: صفات مورد بررسی ریختی فلس ۱۰ گونه از خانواده کفال ماهیان متعلق به آب‌های ساحلی ایران

صفات						گونه
W/L	L ₂ /L	L ₁ /L	L/SL	W/SL	AREA/SL	
۱/۰۷ ^e	۰/۴۸ ^{de}	۰/۵۱ ^{bc}	۳/۱۸ ^a	۳/۴b ^c	۰/۱۶ ^a	<i>Chelon aurata</i>
۰/۸۶ ^{abc}	۰/۵۳ ^f	۰/۴۶ ^a	۳/۰۳ ^a	۲/۶۴ ^a	۰/۱۳ ^a	<i>Chelon saliens</i>
۰/۷۸ ^a	۰/۴۰ ^b	۰/۵۹ ^d	۳/۹۷ ^b	۳/۰۹ ^{ab}	۰/۲۳ ^b	<i>Crenimugil seheli</i>
۰/۷۷ ^a	۰/۳۶ ^a	۰/۶۳ ^e	۶/۱ ^e	۴/۷۱ ^d	۰/۴۴ ^e	<i>Ellochelon vaigiensis</i>
۰/۸۹ ^{bc}	۰/۳۶ ^a	۰/۶۳ ^e	۳/۷۶ ^b	۴/۳۴ ^{bc}	۰/۳۱ ^c	<i>Mugil cephalus</i>
۰/۹۹ ^{de}	۰/۴۵ ^{cd}	۰/۵۵ ^c	۴/۸۷ ^d	۴/۸۴ ^d	۰/۲۲ ^b	<i>Osteomugil cunesius</i>
۰/۷۹ ^{ab}	۰/۳۷ ^a	۰/۶۳ ^e	۴/۵ ^c	۳/۵۵ ^{bc}	۰/۲۲ ^b	<i>Planiliza abu</i>
۰/۸۳ ^{ab}	۰/۵۰ ^{ef}	۰/۴۹ ^{ab}	۴/۶۳ ^{cd}	۳/۸۹ ^c	۰/۲۴ ^b	<i>Planiliza klunzingeri</i>
۰/۹۳ ^{cd}	۰/۴۶ ^{cde}	۰/۵۲ ^{bc}	۶/۰۹ ^e	۵/۷۲ ^e	۰/۴۵ ^e	<i>Planiliza macrolepis</i>
۰/۸۵ ^{abc}	۰/۴۴ ^{bc}	۰/۵۵ ^c	۵/۸۴ ^e	۵/۱۰۰ ^d	۰/۳۵ ^d	<i>Planiliza subviridis</i>

جدول ۲: صفت‌های تشریحی و شمارشی فلس ۱۰ گونه از خانواده کفال ماهیان متعلق به آب‌های ساحلی ایران

موقعیت کانون فلس	زوائد دندان‌های	صفات	شعاع نوع			گونه
			شعاع سوم	شعاع نوع دوم	شعاع اول	
در قسمت میانی	یک‌ردیفه - ظریف	صاف با شکاف کم عمق	۲	۰	۶	<i>Chelon aurata</i>
در قسمت میانی	بسیار ظریف	صاف با شکاف کم عمق	۲	۱	۶	<i>Chelon saliens</i>
پایین تر از قسمت میانی	دو ردیفه	محدب با شکاف کم عمق	۰	۰	۷	<i>Crenimugil seheli</i>
پایین تر از قسمت میانی	بسیار ظریف	محدب با شکاف عمیق	۰	۰	۵	<i>Ellochelon vaigiensis</i>
پایین تر از قسمت میانی	بسیار ظریف	صاف با شکاف کم عمق	۱	۰	۹	<i>Mugil cephalus</i>
در قسمت میانی	دو ردیفه	محدب با شکاف عمیق	۰	۰	۶	<i>Osteomugil cunesius</i>
پایین تر از قسمت میانی	چند ردیفه	صاف با شکاف کم عمق	۰	۰	۵	<i>Planiliza abu</i>
در قسمت میانی	چند ردیفه	محدب با شکاف کم عمق	۰	۱	۶	<i>Planiliza klunzingeri</i>
پایین تر از قسمت میانی	بسیار ظریف	صاف و یا تحدب اندک با شکاف کم عمق	۱	۰	۶	<i>Planiliza macrolepis</i>
پایین تر از قسمت میانی	دو ردیفه	محدب و شکاف کم عمق	۱	۰	۵	<i>Planiliza subviridis</i>



شکل ۲: نمای عمومی فلس در ۱۰ گونه از کفال ماهیان ایران شامل: *Chelon aurata* (الف)؛ *Chelon saliens* (ب)؛ *Crenimugil seheli* (ج)؛ *Ellochelon vaigiensis* (د)؛ *Mugil cephalus* (ه)؛ *Osteomugil cunesius* (و)؛ *Planiliza abu* (ز)؛ *Planiliza klunzingeri* (ح)؛ *Planiliza macrolepis* (ط)؛ *Planiliza subviridis* (ی). مقیاس در تصویر بیانگر اندازه یک میلیمتر می باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

ماهیان متنوع‌ترین گروه از مهره‌داران به شمار می‌آیند. این تنوع در شکل، اندازه، آناتومی، فیزیولوژی، بوم‌شناسی، رفتار و سایر ویژگی‌های آن‌ها دیده می‌شود و به نحوه‌ی زندگی و شرایط محیط زیست آن‌ها مربوط است (Nelson, 2006). علی‌رغم اهمیت کفال ماهیان از نظر تجاری، با توجه به شناسایی دشوار ظاهری در مطالعات حفاظتی گونه‌های این خانواده مشکلاتی وجود دارد (Durand et al., 2012; Kouhee et al., 2018).

نمونه‌ی فلس ماهیان به سادگی و از جاندار زنده قابل برداشت می‌باشد و فرایند عکس‌برداری و تحلیل ویژگی‌های ریختی آن نیز به راحتی قابل اجرا است. از سوی دیگر تناسب کاربرد این صفات در مطالعات تبارشناسی و آرایه‌شناسی ماهیان در مطالعات متعددی اثبات شده است (Ferrito et al., 2009; González-Castro & Ghasemzadeh, 2016). ویژگی‌های شکل و اندازه فلس می‌توانند در شناسایی ماهیان و گونه‌های این خانواده مورد استفاده قرار گیرند (Johal & Dua, 1994; Johal & Sawhney, 1997). همچنین جایگاه کانون فلس (Focus) در طول زندگی ماهی بدون تغییر باقی می‌ماند (Liu & Shen, 1991); (Miranda et al., 1996). به گزارش‌های مشابه زیادی از کاربرد این صفات در آرایه‌شناسی ماهیان همچون مقایسه سه گونه از کپورماهیان در آب‌های یمن و سودان (Jawad, 2005) و مقایسه شش گونه از جنس Channa (Dey et al., 2014) می‌توان اشاره کرد.

در مقایسه فلس‌های ۱۰ گونه از کفال ماهیان مورد بررسی در این تحقیق، فلس‌های دو گونه *C. aurata* و *C. saliens* با توجه به اختلاف معنی دار در مساحت و ابعاد مختلف همچون طول و عرض نسبت به طول بدن، کوچکتر بودند. در نقطه مقابل دو گونه *E. vaigensis* و *P. macrolepis* از فلس‌های درشت‌تری در مقایسه با سایر گونه‌ها برخوردار بودند. همچنین از دیگر صفات بارز می‌توان به حاشیه بالایی کاملاً صاف در فلس‌های دو گونه *C. saliens* و *P. abu*، زبانه‌های شعاعی کاملاً محذب در فلس‌های دو گونه *Osteomugil cunesius* و *Ellochelon vaigiensis* اشاره کرد.

در یکی از معدود مطالعات مشابه انجام شده در ارتباط با فلس کفال ماهیان، اسماعیلی و همکاران در سال ۲۰۱۴ به مقایسه ویژگی‌های ریختی فلس در سه گونه *P. abu*، *P. klunzingeri* و *C. saliens* پرداختند. در نتایج ایشان وجود زوائد دندان‌های چند ردیفه در گونه *P. klunzingeri*، عدم وجود زوائد دندان‌های در فلس گونه *C. saliens* با نتایج تحقیق حاضر مطابق بود. اما زوائد دندان‌های برای گونه *Planiliza abu* به صورت یک ردیفه گزارش شده است که با مشاهدات این تحقیق مبنی بر وجود زوائد دندان‌های چند ردیفه تطابق نداشت. کشیده‌تر بودن فلس در گونه *P. abu* نیز در مطالعه‌ی فوق مشابه نتایج این تحقیق مورد توجه قرار گرفته است. در ارتباط با تعداد شعاع‌های اول، دوم و سوم نیز نتایج مشابهی در مقایسه این تحقیق و تحقیق فوق مشاهده شد. در مطالعه Zahid و همکاران در سال ۲۰۱۵ و Zobia و همکاران در سال ۲۰۱۵ نیز ویژگی‌های فلس در گونه *M.*

cephalus در سواحل کشور پاکستان مورد توجه قرار گرفت. بر مبنای یافته‌های ایشان تعداد شعاع‌های زیادی بر روی فلس این گونه مشاهده شد که مشابه نتایج تحقیق حاضر بود.

در مجموع در دو گونه کفال ماهی دریای خزر یعنی کفال طلایی *Chelon aurata* و کفال پوزه باریک *Chelon saliens*، فلس‌ها به شکل معنی‌داری از مساحت و طول نسبی کمتری در مقایسه با ۸ گونه بررسی شده از آب‌های جنوبی ایران برخوردار بودند. در مقابل با توجه به طول بزرگتر فلس در گونه‌های *E. vaigensis*، *P. macrolepis* و *P. subviridis* و همچنین تعداد شعاع‌های نوع اول، دوم و سوم، شکل زبانه‌های شعاعی، وضعیت زوائد دندانه‌ای و موقعیت کانون فلس می‌توان با کارایی مناسبی از این صفات در جهت شناسایی گونه‌های مختلف کفال ماهیان در آب‌های ایران استفاده نمود.

منابع

- Bräger, Z., Staszny, Á., Mertzen, M., Moritz, T. and Horváth, G. (2017). Fish scale identification: From individual to species-specific shape variability. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 47(4), 331-338.
- Coad, B.W. (2017). Review of the freshwater mullets of Iran (Family Mugilidae). *Iranian Journal of Ichthyology*, 4(2): 75-130.
- Dey, S., Biswas, S. P., Dey, S., & Bhattacharyya, S. P. (2014). Scanning electron microscopy of scales and its taxonomic application in the fish genus *Channa*. *Microscopy and Microanalysis*, 20(4), 1188-1197.
- Durand, J.D., Shen, K.N., Chen, W.J., Jamandre, B.W., Blel, H., Diop, K., Nirchio, M., Garcia de Leon, F.J., Whitfield, A.K., Chang, C.W. and Borsa, P. (2012). Systematics of the grey mullets (Teleostei: Mugiliformes: Mugilidae): molecular phylogenetic evidence challenges two centuries of morphology-based taxonomy. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 64: 73-92.
- Esmaili, H.R., Khaefi, R., Sayyadzadeh, G., Tahami, M., Parsi, B. and Gholamifard, A. (2014). Scale surface microstructure and scale size in three mugilid fishes (Teleostei, Mugilidae) of Iran from three different habitats. *European Journal of Biology*, 73(1): 31-42.
- Fischer, W. and Bianchi, G. (1984). FAO species identification sheets for fishery purposes: Western Indian Ocean.
- Ferrito, V., Pappalardo, A.M., Fruciano, C. and Tigano, C. (2009). Morphology of scale lepidonts in the genus *Aphanius* (Teleostei, Cyprinodontidae). *Italian Journal of Zoology*, 76(2): 173-178.
- González-Castro, M. and Ghasemzadeh, J. (2016). Morphology and morphometry based taxonomy of Mugilidae. *Biology, ecology and culture of grey mullet (Mugilidae)*. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, 1-21.
- Harrison, I.J. (2002). Order Mugiliformes, Mugilidae. *The living marine resources of the western central Atlantic*, 2: 1071-1085.
- Ibáñez, A.L., Hernández-Fraga, K. and Alvarez-Hernández, S. (2017). Discrimination analysis of phenotypic stocks comparing fish otolith and scale shapes. *Fisheries research*, 185: 6-13.
- Jawad, L. A. (2005). Comparative morphology of scales of four teleost fishes from Sudan and Yemen. *Journal of Natural History*, 39(28), 2643-2660.

- Johal, M.S. and Dua, A. (1994). SEM study of the scales of Fresh water Snake head, *Channa punctatus* (Bloch) upon exposure to endosulfan. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 52: 718-721.
- Johal, M.S. and Sawhney, A.K. (1997). Lepidontal alterations of the circuli on the scales of freshwater snakehead, *Channa punctatus* (Bloch) upon exposure to malathion. *Current Science*, 72: 367-369.
- Kelley, J.L., Davies, P.M., Collin, S.P. and Grierson, P.F. (2017). Morphological plasticity in a native freshwater fish from semiarid Australia in response to variable water flows. *Ecology and evolution*, 7(16): 6595-6605.
- Kouhee, S., Alavi-Yeganeh, M.S. and Ghasemzadeh, J. (2018). Molecular and Morphological Comparison of Two Species of Mugilidae in Southern Coast of The Caspian Sea; Golden grey mullet (*Liza aurata*; Risso, 1810) and leaping mullet (*Liza saliens*; Risso, 1810). *Journal of Fisheries Science and Technology*, 7(3): 1-7. (In Farsi)
- Liu, C.H. and Shen, S.C. (1991). Lepidology of the mugilid fishes. *Journal of Taiwan Museum*, 44: 321-357.
- Miranda, R.C., Escala, M.C. and Campos, F. (1996). Clave de identificacion de las especies de cirprinidos presentes en Navarra a partir de las escamas. In Tomo extraordinario Publicado con motivo del 125 Aniversario de Su Fundacion, Madrid: Real Sociedad Española de Historia Natural, pp. 220-222 (in Spanish).
- Nelson, J.S. (2006). *Fishes of the world*. John Wiley & Sons, Inc., 601 Pp. London.
- Poulet, N., Reyjol, Y., Collier, H. and Lek, S. (2005). Does fish scale morphology allow the identification of populations at a local scale? A case study for rostrum dace *Leuciscus leuciscus* burdigalensis in River Viaur (SW France). *Aquatic Sciences*, 67: 122-127.
- Zahid, H., Bano, N., Masood, Z., Ul-Ain, M., Farooq, R.Y. and Razaq, W. (2015). Scale surface structure of *Mugil cephalus* (Teleostei; Mugilidae) using Scanning Electron Microscopy (SEM). *Biological Forum – An International Journal*, 7(1): 1845-1848.
- Zubia, M., Rehana, Y., Muhammad Samee, H., Lakht, Z., Omer Mukhtar, T., Mussarat, U.A., Hameed, U.R., Asim, U., Ihsan, U.H., Muhammad, B. and Yeamin, H. (2015). Comparative studies of the scale characters in four Mugilid species (Family Mugilidae: Order Mugili formes) from Karachi Coast, Pakistan. *Biological Forum-An International Journal*, 7(1): 410-418.

Morphological characters of Scales in ten Mullet species from Iran

N. Firouzi¹, J. Ghasemzadeh², M.S. Alavi-Yeganeh^{3*}

Received: 2020.3.22

Accepted: 2020.7.26

Abstract

Mullets are commercial species with good marketing condition which inhabit southern and northern coastal waters of Iran. Understanding of the diversity of mullets is a vital for their conservation. In this study, morphological characters of scale in ten mullet species from Iran are investigated. Specimens were collected from southern and two northern provinces of Iran during two years. The species identification verified by available reliable identification keys. Minimum 5 scales were collected from left side of each specimen then photographed by stereomicroscope after rinsing. Results revealed that scales in different ten mullet species are distinguishable by morphometric and meristic characters including general shapes, the number of Radii on scale, position of Focus, Ctenii and Interradial tongue-like projection shape, scale area, scale length, scale width and distance between focus and up or low margin of scale. Among diagnostic characters, two species of the Caspian Sea; *Chelon aurata* and *Chelon saliens* revealed significantly smaller scale area and length ($p \leq 0.05$) while bigger scale length ($p \leq 0.05$) appeared significantly in *Ellochelon vaigiensis*, *Planiliza macrolepis* and *Planiliza subviridis*.

Keywords: Persian Gulf, Scale morphology, Mugilidae.

1-MSc, Fisheries Department, Chabahar Maritime and Marine Science University, Chabahar, Iran.

2-Assistant Professor, Fisheries Department, Chabahar Maritime and Marine Science University, Chabahar, Iran.

3-Assistant Professor, Marine Biology Department, Tarbiat Modare University, Iran.

*(Corresponding Author: malavi@modares.ac.ir)