

توصیف ساختار استخوانی گونه *Squalius cf. orientalis* از حوضه دریاچه ارومیهجلیلی ب.*^۱؛ ایگدری، س.^۱؛ مبارکی، ا.^۲؛ روحانی، م.^۲^۱گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران^۲سازمان حفاظت محیط زیست، تهران، ایران

*Email: pariya.jalili@yahoo.com

مطالعه‌ی استخوان‌شناسی در مطالعات تاکسونومی و شناخت ارتباط فیلوژنی ماهیان اهمیت بالایی دارد. به دلیل فقدان اطلاعات استخوان‌شناسی در مورد گونه *Squalius cf. orientalis* از حوضه دریاچه ارومیه، این پژوهش با هدف بررسی ساختار اسکلتی این گونه به اجرا درآمد. برای این تحقیق نمونه‌ها از رودخانه زرینه‌رود نمونه‌برداری گردیدند. نمونه‌ها پس از بیهوشی در فرمالین ده درصد بافری تثبیت و سپس برای مطالعه استخوان‌شناسی رنگ آمیزی و شفاف‌سازی شدند. سپس ویژگی‌های استخوانی گونه *Squalius cf. orientalis* به تفصیل توصیف گردید.

کلمات کلیدی: آبهای داخلی ایران، *Squalius*، استخوان‌شناسی، ارومیه.

مقدمه:

صفات متعددی شامل ویژگی‌های ریخت‌شناختی، ریخت‌سنجی، شمارشی، الگوهای رنگی و مولکولی جهت آرایه‌شناسی ماهیان مورد استفاده قرار می‌گیرند، که هر کدام از آنها به تنهایی و یا به صورت ترکیبی در شناسایی و رده‌بندی ماهیان کارایی بالای خود را نشان داده‌اند. در این بین، مطالعه‌ی ویژگی‌های استخوان‌شناسی در مطالعات تاکسونومی و شناخت ارتباط ماهیان اهمیت بالایی دارد. امروزه پیکره اصلی رده‌بندی ماهیان براساس صفات استخوانی استوار بوده و در اکثر موارد نتایج حاصله از این نوع داده‌ها با نتایج صفات مولکولی تطابق کامل دارد. اعضای خانواده کپورماهیان از جنبه‌های پرورشی، اقتصادی و علمی بسیار حائز اهمیت می‌باشند (Nelson, 2006) و مطالعات تبارشناسی، بوم‌شناسی، فیزیولوژی و پراکنش آنها دارای اهمیت به‌سزایی است (Chen et al., 2009). جنس *Squalius* با حدود ۲۲ گونه در جهان یکی از جنس‌های خانواده کپورماهیان می‌باشد، که گونه‌های *S. cephalus* و *S. lepidus* از حوضه دجله و گونه *S. orientalis* از حوضه‌های دریای خزر، دریاچه نمک، دریاچه ارومیه و دشت کویر ایران گزارش شده‌اند. در این بین جمعیت مربوط به حوضه دریاچه ارومیه تحت عنوان *Squalius cf. orientalis* گزارش شده است (Ghasemi et al., 2015). به دلیل فقدان اطلاعات در مورد ویژگی‌های استخوان‌شناسی گونه *Squalius cf. orientalis* حوضه دریاچه ارومیه، این پژوهش با هدف بررسی ساختار اسکلتی این گونه به اجرا درآمد. نتایج این تحقیق می‌تواند جهت تعریف حالات صفات استخوان‌شناسی برای مطالعات آتی فیلوژنی این جنس در ایران مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها:

تعداد ده نمونه ماهی *Squalius cf. orientalis* توسط دستگاه الکتروشوکر از رودخانه زرینه‌رود (در محل شهر شاهین دژ) در تابستان ۱۳۹۳ صید شدند. ماهیان پس از صید با گل میخک ۱ درصد بیهوش شده و در فرمالین بافری ۱۰٪ تثبیت شدند.

نمونه های صید شده براساس روش اصلاح شده *Taylor and Van Dyke* (۱۹۸۵) توسط آلسیان بلو و آلیزارین رد شفاف‌سازی و رنگ آمیزی شدند. عکس‌برداری ساختارهای اسکلتی نمونه‌های رنگ آمیزی شده توسط دستگاه اسکنر *Epson v600* مجهز به یک حمام گلیسیرین انجام شد. ترسیم و نامگذاری تصاویر بدست‌آمده در نرم‌افزار *CorelDraw X6* صورت پذیرفت. بررسی ساختار استخوانی نیز توسط یک دستگاه استریومیکروسکوپ *MS5Leica* و نامگذاری ساختارهای استخوانی نیز براساس *Rojo* (۱۹۹۱) و *Jalili* و همکاران (۲۰۱۵، *a*، *b* و *c*) انجام شد.

نتایج و بحث:

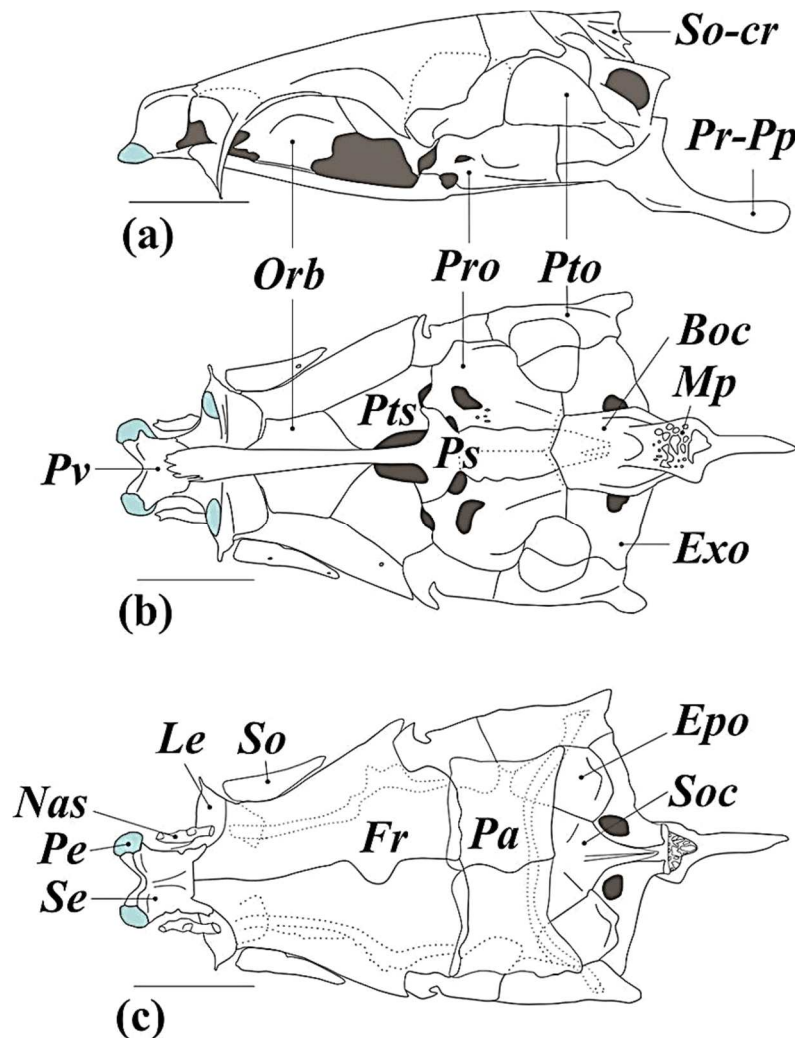
در ناحیه پرویزنی (*ethmoid*)، پنج استخوان اتموئید فوقانی-اتموئید (*supraethmoid-ethmoid*)، اتموئید جانبی (*lateralethmoid*) پیش‌ومر (*pre-vomer*)، بینی (*nasal*) و کین‌اتموئید (*kineethmoid*) وجود دارد. استخوان اتموئید فوقانی-اتموئید دارای دو بخش افقی و عمودی است. بخش قدامی استخوان پیش‌ومر *V* شکل بوده و بخش خلفی آن دنداندار است. استخوان پیش‌اتموئید *I* به بخش قدامی-جانبی پیش‌ومر متصل شده و ممکن است استخوانی یا غضروفی باشد. دو استخوان باریک و دراز بینی در بخش جانبی استخوان اتموئید فوقانی-اتموئید واقع شده‌اند. استخوان منفرد کین‌اتموئید در بخش قدامی استخوان پیش‌ومر و در پشت استخوان فکی واقع شده است.

ناحیه بینایی (*orbital*) شامل استخوان‌های پیشانی (*frontal*)، اطراف‌پروانه‌ای (*parasphenoid*)، بالی‌پروانه‌ای (*ptersphenoid*)، حلقه‌ای‌پروانه‌ای (*orbitosphenoid*) و استخوان‌های دورچشمی (*circumorbitals*) است. حاشیه قدامی پیشانی باریک بوده و بخش خلفی آن شامل دو برآمدگی خلفی-جانبی است. یک جفت کانال فوق چشمی (*supraorbital canal*) از حاشیه جانبی استخوان پیشانی عبور کرده و به استخوان‌های بینی وارد می‌شود. دو استخوان ذوزنقه‌ای شکل حلقه‌ای‌پروانه‌ای در بخش شکمی به یکدیگر متصل شده و یک زائده تیغه‌ای شکل را بوجود آورده که به استخوان اطراف‌پروانه‌ای متصل می‌گردد. در بخش میانی استخوان اطراف‌پروانه‌ای دو جفت زائده بالا رونده وجود دارد و دو فرورفتگی در نزدیکی این زوائد مشاهده می‌شود. زائده داخلی به استخوان بالی‌پروانه‌ای و زائده خارجی به استخوان بالی‌گوشی متصل می‌گردد. بخش قدامی استخوان اطراف‌پروانه‌ای دندان‌های بوده و بخش خلفی آن دو شاخه است. بالی‌پروانه‌ای استخوانی چهارگوش و مقعر بوده و حاشیه شکمی آن مثلثی شکل است.

ناحیه شنوایی (*otic*) از استخوان‌های پیش‌گوشی (*prootic*)، فوق‌گوشی (*epiotic*)، پروانه‌ای (*sphenotic*)، آهیانه (*parietal*) و بالی‌گوشی (*pterotic*) تشکیل شده است. استخوان آهیانه دارای یک جفت کانال فوق گیج‌گاهی در حاشیه پشتی است. استخوان پروانه‌ای کوچک بوده و زائده جانبی آن متمایل به عقب می‌باشد. استخوان بالی‌گوشی تقریباً مثلثی شکل بوده و در بخش میانی آن منافذ مشاهده می‌شود. فوق‌گوشی در سطح پشتی مجموعه عصبی قابل مشاهده است و دارای یک برآمدگی خلفی است. یک برآمدگی گرد و چند حفره بزرگ و کوچک به ترتیب در بخش خلفی و قدامی پیش‌گوشی وجود دارد. استخوان پیش‌گوشی دارای یک زائده تیغه‌ای شکل متمایل به پایین برای اتصال به استخوان اطراف‌پروانه‌ای می‌باشد.

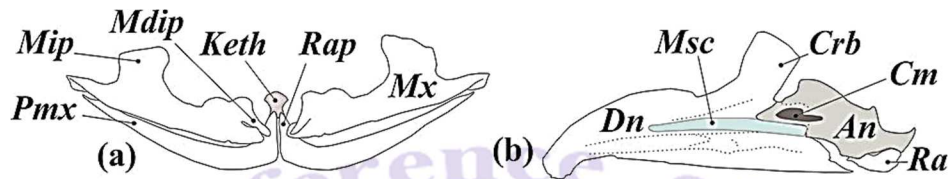
استخوان‌های فوق‌پس‌سری (*supraoccipital*)، پس‌سری خارجی (*exoccipital*) و قاعده‌ای پس‌سری (*basioccipital*) مجموعه استخوان‌های این ناحیه هستند. استخوان فوق‌پس‌سری مثلثی شکل بوده و حاشیه خلفی آن نوک تیز می‌باشد. این استخوان دارای یک ستیغ توسعه یافته است. پس‌سری خارجی دارای دو فورامن پشتی و شکمی است. این جفت استخوان در بخش خلفی به یکدیگر متصل می‌گردند. استخوان قاعده‌ای پس‌سری ذوزنقه‌ای شکل بوده و در بخش خلفی باریک‌تر می‌گردد. بخش خلفی قاعده‌ای پس‌سری دارای یک زائده حلقی-خلفی می‌باشد که در میانه سطح پشتی دارای یک فرورفتگی است. در انتهای بخش قدامی زائده حلقی-خلفی، صفحه خردکننده شکمی واقع شده است و پهنای آن کمتر از استخوان قاعده‌ای پس‌سری است (شکل b۱).

فک بالا (*upper jaw*) شامل استخوان‌های فکی (*maxillae*) و پیش‌فکی (*premaxillae*) است. فک دارای یک برآمدگی بالارونده در بخش میانی پشتی است که متمایل به جلو است. این استخوان همچنین دارای یک زائده باریک پایین رونده در بخش قدامی است. استخوان پیش‌فکی *L* شکل بوده و بخش افقی آن بزرگتر از بخش عمودی است. فک پایین (*lower jaw*) شامل استخوان‌های دندانانی (*dentary*)، مفصلی (*angular*)، رتروارتیکولار (*retroarticular*) و کروئومکلین (*coronomeckelian*) می‌باشد. زائده کروئوئید (*coronoid process*) استخوان دندانانی کوتاه بوده و اندکی متمایل به عقب می‌باشد. بخش خلفی استخوان دندانانی پهن‌تر از بخش قدامی آن بوده و با استخوان مفصلی هم‌پوشانی دارد. در حاشیه خلفی-شکمی استخوان مفصلی یک قطعه استخوان مثلثی شکل به نام رتروارتیکولار وجود دارد. یک استخوان کوچک و دراز کروئومکلین در حاشیه جانبی داخلی استخوان مفصلی مشاهده می‌شود (شکل ۲).



شکل ۱: نمای جانبی (a)، شکمی (b) و پشتی (c) جمجمه عصبی گونه *Squalius cf. orientalis*.

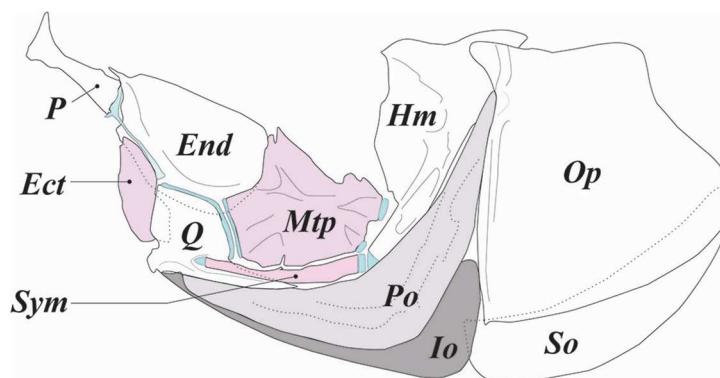
Abbreviations: Boc: basioccipital; Epo: epiotic; Exo: exoccipital; Fr: frontal; Le: lateral ethmoid; Mp: masticatory palate; Nas: nasal; Orb: orbitosphenoid; Pa: parietal; Pe: preethmoid I; Pr-Pp: posterior pharyngeal process; Pro: prootic; Ps: parasphenoid; Pts: pterosphenoid; Pto: pterotic; So-cr: supraoccipital crest; So: supraorbital; Soc: supraoccipital; Sp: sphenotic; Se: supraethmoid; Pv: prevomer. (Scale bar = 3 mm).



شکل ۲: نمای داخلی فک بالا (a) و فک پایین (b) در گونه *Squalius cf. orientalis*

Abbreviations: An: Angular; Crb: coronoid process; Cm: coronomeckelian; Dn: dentary; Keth: kinethmoid; Ra: retroarticular; Mx: maxillary; Pmx: premaxillary; Mdip: maxillary descending process; Mip: maxillary mid-lateral ascending process; MSC: Mandibular Sensory Canal Rap: rostral ascending process. (Scale bar = 3 mm)

در مجموعه استخوان‌های سرپوش آبششی (*operculum series*)، حاشیه خلفی سرپوش آبششی (*opercle*) مقعر بوده و زائده قدامی-پشتی آن به خوبی توسعه یافته است. بخش شکمی پیش سرپوش آبششی (*preopercle*) درازتر از بخش عمودی آن است. استخوان زیر سرپوش آبششی (*subopercle*) هلالی شکل بوده و بخش قدامی آن اندکی پهن‌تر از بخش خلفی می‌باشد. استخوان‌های فک‌آویز (*suspensorium*) شامل استخوان‌های مربعی (*quadrate*)، ساده (*symplectic*)، فکی‌لامی (*hyomandibular*)، رجلي داخلی (*endopterygoid*)، رجلي خارجی (*ectopterygoid*)، رجلي پشتی (*metapterygoid*) و کامی (*palatine*) می‌باشد. حاشیه قدامی استخوان فکی-لامی گرد و نازک است. استخوان ساده از بخش شکمی فکی‌لامی شروع شده و در بخش میانی-خلفی استخوان مربعی جای می‌گیرد. مربعی دارای یک بخش تیغه‌ای شکل عمودی و یک بخش شکمی قطور و دراز است. رجلي داخلی در بخش خلفی مثلثی شکل و نوک تیز شده و در حاشیه میانی-جانبی دارای برآمدگی‌هایی است. این استخوان در بخش خلفی پهن‌تر از بخش قدامی است و بخش شکمی آن دارای ضخامت بیشتری نسبت به بخش پشتی است. گوشه قدامی-پشتی این استخوان دارای یک زائده نوک تیز می‌باشد. استخوان کامی در بخش میانی باریک شده و در دو طرف قدامی و خلفی پهن می‌باشد. این استخوان در بخش قدامی دارای سه زائده نوک تیز است. رجلي خارجی نیز استخوانی دراز بوده که به صورت عمودی در بخش شکمی استخوان رجلي داخلی واقع شده است (شکل ۳).



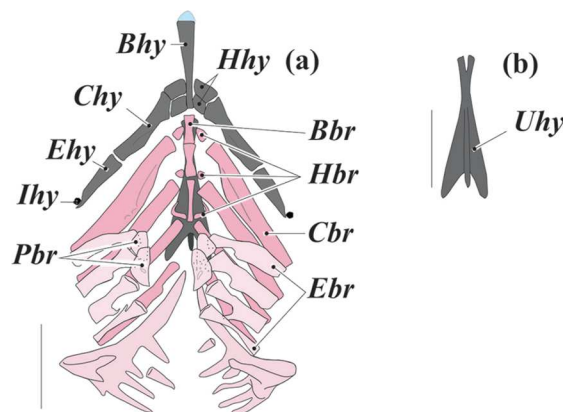
شکل ۳: مجموعه استخوان‌های فک‌آویز و سرپوش آبششی در گونه *Squalius cf. orientalis*

Abbreviations: Ect: ectopterygoid; End: endopterygoid; Hy: hyomandibulare; Iop: interopercle; Mtp: metapterygoid; Op: opercle; Opp: opercular prominent process; Opj: opercular joint; P: palatine; Pop: preopercle; Q: quadrate; Sj: spine and socket joint; Sop: subopercle; Sym: symplectic. (Scale bar = 3 mm)

کمان آبششی (*branchial apparatus*) شامل سه استخوان منفرد قاعده‌ای آبششی (*basibranchial*)، سه جفت استخوان زیرآبششی (*hypobranchial*)، پنج جفت غضروفی آبششی (*ceratobranchial*)، چهار جفت فوق آبششی (*epibranchial*) و دو جفت حلقی آبششی (*inpharyngobranchial*) می‌باشد (شکل ۴).

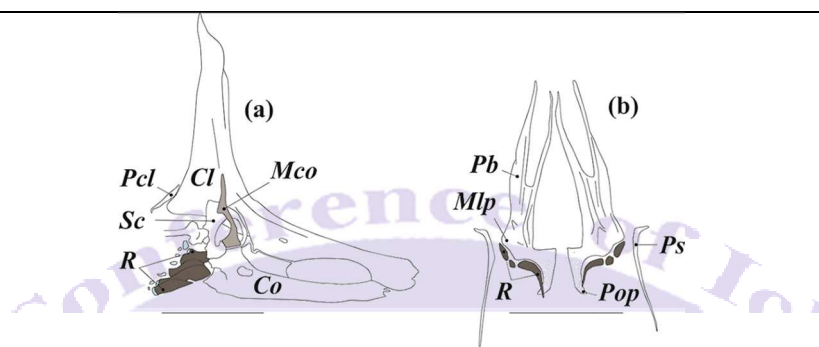
مجموعه استخوان‌های کمان لامی شامل استخوان‌های منفرد قاعده‌ای لامی (*basihyal*) و اوروهیال (*urohyal*) و جفت استخوان‌های فوق لامی (*epihyal*)، غضروفی لامی (*ceratohyal*)، تحت لامی (*hypohyal*)، بین لامی (*interhyal*) و سه جفت شعاع پایه آبششی می‌باشد. استخوان اوروهیال شامل یک بخش پشتی تیغه‌ای شکل و عمود بر بخش شکمی است. بخش شکمی این استخوان در قسمت خلفی پهن تر از بخش قدامی بوده و دارای دو برآمدگی است. حاشیه قدامی بخش شکمی این استخوان دارای یک شیار باریک می‌باشد. استخوان قاعده‌ای لامی در بخش قدامی پهن بوده و در بخش خلفی باریک می‌گردد. در بخش قدامی این استخوان یک برآمدگی غضروفی مشاهده می‌شود. استخوان تحت لامی دارای دو بخش پشتی و شکمی است که بر روی یکدیگر واقع شده‌اند (شکل ۴).

کمر بندسینه‌ای (*pectoral girdle*) شامل استخوان‌های غرابی (*clithrum*)، فوق غرابی (*supracleithum*)، غرابی پشتی (*postxclithrum*)، ترقوه (*coracoid*)، ترقوه میانی (*mesocoracoid*)، کتف (*scapula*)، پشتی گیجگاهی (*posttemporal*)، فوق گیجگاهی (*supratemporal*) و رادیال‌ها (*radials*) می‌باشد. استخوان غرابی L شکل بوده و بخش شکمی آن دارای یک برآمدگی جانبی-داخلی است. بخش عمودی این استخوان نیز دارای یک برآمدگی توسعه یافته در بخش خلفی است (شکل ۵a). حاشیه پشتی بخش عمودی باریک شده و دارای یک زائده می‌باشد، که استخوان فوق غرابی در آن جای می‌گیرد. در بخش قدامی استخوان پشتی گیجگاهی استخوان کوچکی به نام فوق گیجگاهی مشاهده می‌شود که به استخوان پتراتیک متصل می‌گردد. استخوان ترقوه در بخش پشتی پهن تر شده و دارای یک برآمدگی است که به ترقوه میانی متصل می‌گردد. ترقوه میانی استخوانی دراز بوده و دو استخوان ترقوه و کتف را به استخوان غرابی متصل می‌کند. جفت استخوان شکمی (*pelvic bone*)، استخوان استیلوئید (*styloid*) و رادیال‌ها (*radials*)، مجموعه استخوان‌های کمر بند شکمی (*pelvic girdle*) را تشکیل می‌دهند. استخوان شکمی در بخش قدامی توسط یک فرورفتگی عمیق کاملاً به دو شاخه تقسیم می‌شود. بخش خلفی این استخوان دارای یک زائده متمایل به عقب در بخش جانبی داخلی است و یک برآمدگی توسعه نیافته در بخش میانی خلفی آن مشاهده می‌شود (شکل ۵b).



شکل ۴: نمای پشتی مجموعه استخوان‌های کمان لامی و کمان آبششی گونه *Squalius cf. orientalis*

Abbreviation: Bhy: basihyal; Chy: ceratohyal; Epy: epihyal; Hhy: dorsal and ventral hypohyal; Ihy: interhyal; Uhy: urohyal; Bbr: basibranchial; Cbr: ceratobranchial; Ebr: epibranchial; Hbr: hypobranchial; Pbr: inpharyngobranchial. (Scale bar = 3 mm).



شکل ۵: نمای داخلی کمر بند سینه ای (a) و لگنی (b) در گونه *Squalius cf. orientalis*

Abbreviations: Cl: cleithrum; Co; coracoid; Mco: mesocoracoid; Mlp; mid-lateral process; Pb: pelvic bone; Pcl; postcleithrum; Pop: posterior process; Ps: pelvic splint; R: radials; Sc: scapula. (Scale bar = 3 mm)

اسکلت محوری (axial skeleton) دارای ۴۲ جسم مهره می‌باشد. چهار مهره اول ستون مهره به همراه استخوانچه‌های *tripus* *claustrum* *scaphium* *intercalarium* در تشکیل دستگاه وبر شرکت دارد. باله پشتی (*dorsal fin*) دارای ۳ شعاع غیرمنشعب، ۸ و ۱/۲ شعاع منشعب، ۹ سری استخوان پتریگیوفور و استخوان *stay* می‌باشد. استخوان *stay* در بخش پشتی باریک و دو شاخه می‌گردد. ابتدای باله پشتی بر روی چهاردهمین جسم مهره قرار دارد. باله مخرجی (*anal fin*) دارای ۳ شعاع غیرمنشعب، ۹ و ۱/۲ شعاع منشعب، ۱۰ سری استخوان پتریگیوفور و استخوان *stay* می‌باشد. باله مخرجی از مهره ۲۱ شروع می‌شود.

باله دم (*caudal fin*) شامل ۶ استخوان هیپورال و استخوان‌های منفرد ایپورال، پاره‌پیورال، پلئوراستیل و یک جفت استخوان اورونئورال می‌باشد. این باله دارای ۱۰ شعاع حمایت کننده پشتی و ۹ شعاع حمایت کننده شکمی و ۱۹ شعاع اصلی است.

منابع:

- 1- Chen, W.J., Miya, M., Saitoh, K., Mayden, R.L., 2008. Phylogenetic utility of two existing and four novel nuclear gene loci in reconstructing tree of life of ray-finned fishes: the order Cypriniformes (Ostariophysi) as a case study. *Journal of Gene*, 423: 125-134.
- 2- Ghasemi, H., Jouladeh Roudbar, A., Eagderi, S., Abbasi, K., Vatandoust, S. and Esmaili H.R., 2015. Ichthyofauna of Urmia basin: Taxonomic diversity, distribution and conservation. *Iranian Journal of Ichthyology*, 2(3): 177-193
- 3- Jalili, P., Eagderi, S., Azimi, H. and Mousavi-Sabet H. 2015a. Osteological description of the southern king fish, *Alburnus mossulensis* from Iranian part of the Tigris River drainage. *Animal Biology & Animal Husbandry*. Volume 7(2) 113-121.
- 4- Jalili, P., Eagderi, S., Nasri, M. and Mousavi-Sabet, H., 2015b. Descriptive osteology of *Alburnus amirkabiri* (Cypriniformes: Cyprinidae), a newly described species from Namak Lake basin, Central of Iran. *Bulletin of the Iraq Natural History Museum*, 13 (4): 51-62
- 5- Jalili, P., Eagderi, S. and Nikmehr, N. 2015c. Descriptive osteology of *Barbus cyri* (Teleostei: Cyprinidae) from southern Caspian Sea basin. *Iranian Society of Ichthyology*. 2 (2): 105-112.
- 6- Jalili, P., Eagderi, S. and Zamani, M. 2015d. Comparative osteological study of *Waspi* (*Aspidoparia morar* Hamilton, 1822) in Mashkil and Makran basins. *Journal of Applied Ichthyological Research*. (Accepted). In persian