[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.7.8]

[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.56]

ساختار استخوانی کولی‌کورا گونهٔ *Alburnus filippii* (Kessler, 1877) در حوضهٔ جنوبی دریای خزر

نسرین نیک‌مهر، سهیل ایگدری* و پریا جلیلی

دریافت: ۱۳۹٤/۱۱/۲۲/ پذیرش: ۱۳۹٦/۱/۲۷/ چاپ: ۱۳۹٦/۳/۳۱

گروه شیلات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
*مسئول مکاتبات: soheil.eagderi@ut.ac.ir

چکیده. ماهی کولی‌کورا، *Alburnus filippii*، از خانوادهٔ کپورماهیان است و از رودخانه‌های ارس و سفیدرود و تالاب انزلی دیده شده‌است. با توجه فقدان اطلاعات کافی در باب ویژگی‌های استخوان‌شناسی، گونهٔ *A. filippii* این تحقیق با هدف توصیف ساختار اسکلتی آن به اجرا درآمد. برای این پژوهش تعداد ۲۰ قطعه ماهی به‌وسیلهٔ دستگاه الکتروشوکر از رودخانهٔ اهرچای صید و پس از تثبیت در فرمالین ۱۰ درصد بافری، برای انجام مطالعات استخوان‌شناسی رنگ‌آمیزی و شفاف‌سازی شدند. سپس، ویژگی‌های استخوانی گونهٔ *A. filippii* به تفصیل توصیف و با ساختارهای اسکلتی توصیف‌شدهٔ دیگر گونه‌های جنس *Alburnus* مقایسه شد. براساس نتایج، گونهٔ *A. filippii* یافته‌ها نشان داد مجموعه‌ای از ویژگی‌های استخوانی شامل تیزبودن زائدهٔ میانی استخوان فکی، وجود تمایل به بالا در زائدهٔ کورونوئید، برآمده‌بودن حاشیهٔ قدامی استخوان فکی لامی، بادبزنی‌شکل‌بودن بخش قدامی استخوان قاعده‌ای لامی، تیزبودن بخش خلفی استخوان پیش‌ومر، کوچک‌بودن چهارمین قطعه استخوان زیرچشمی و وجود تعداد ۱۱ استخوان پتریگیوفور در ساختار بالهٔ پشتی از دیگر گونه‌های این جنس در ایران تشخیص‌پذیر است.

واژه‌های کلیدی. مروارید ماهی، استخوان‌شناسی، اهرچای، کپورماهیان، اسکلت

Skeletal structure of Kura bleak, *Alburnus filippii* (Kessler, 1877), in South Caspian Sea basin

Nasrin Nikmehr, Soheil Eagderi* & Pariya Jalili

Received 11.02.2016/ Accepted 16.04.2017 / Published 21.06.2017

Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
*Correspondent author: soheil.eagderi@ut.ac.ir

Abstract. Kura bleak, *Alburnus filippii*, a member of the family Cyprinidae, is found in the rivers of Aras and Sefidrud, and the Anzali lagoon of Iran. The current study was conducted to provide a detailed osteological description of this species since there was not adequate information in this regard. In order to attain this goal, 20 specimens were collected from the Ahar Chay River by electrofishing device, and fixed in 10% buffered formalin. The specimens were cleared, stained with alizarin red S and alcian blue for osteological examination and a detailed description of its skeletal structure was provided. The results showed that this species can be distinguished from other members of this genus in Iran by a combination of osteological characters, including having pointed process of the maxillae, dorsal tilting of the coronoid process, protruding of the anterior margin of the hyomandibular, fan-shaped anterior part of the basihyal, pointed end of the pre-vomer posteriorly, small fourth infraorbital and 11 pterygiophors in the dorsal fin.

Keywords. Kura bleak, osteology, Ahar Chay, Cyprinidae, skeleton

مقدمه

جنس *Alburnus*، متعلق به خانوادهٔ کپورماهیان (Cyprinidae)، با حدود ۳۸ گونه، در اروپا و بخش‌های شمالی جنوب غرب آسیا یافت می‌شود (Bogutskaya *et al*., 2000; Kottelat & Freyhof, 2007). تاکنون هشت گونه از این جنس در ایران یافت شده که عبارت‌اند از *Alburnus ami-rkabiri* (Mousavi-Sabet *et al*., 2015) از حوضهٔ دریاچهٔ نمک، *A. atropatenae* (Berg, 1925) از حوضهٔ دریاچهٔ ارومیه، *A. caeruleus* (Heckel, 1843) و *A. zagrosensis* (Coad, 2009) از حوضهٔ دجله، *A. chalcoides* (Güldenstaedt, 1772) و *A. filippii* (Kessler, 1877) از حوضهٔ دریای خزر، *A. hohenackeri* (Kessler, 1877) از بیشتر حوضه‌های آب‌های داخلی ایران و *A. mossulensis* (Heckel, 1843) از حوضه‌های دجله، اصفهان، رودخانه کر، دریاچه مهارلو، هرمزگان و خلیج فارس (Jouladeh-Roudbar *et al*., 2015). اعضای این جنس به‌واسطهٔ داشتن بدن کشیده و

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.7.8]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.56]

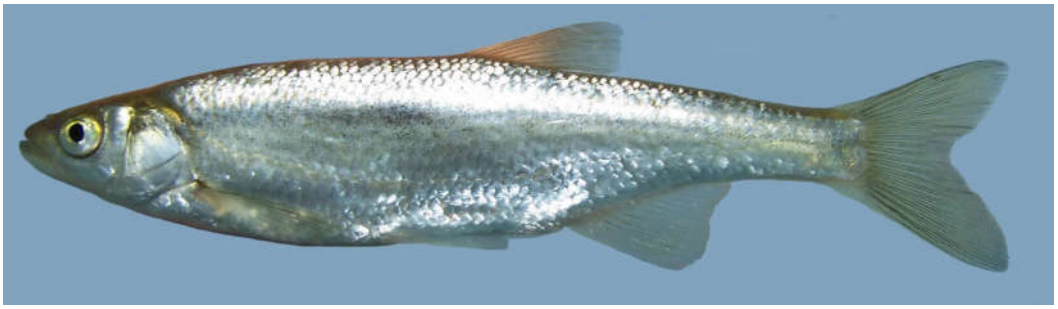
فشرده از طرفین، اندازهٔ کوچک تا متوسط، دهان انتهایی و فاقد سبیلک، فلس‌هایی با اندازهٔ متوسط، دندان حلقی دو ردیفی با فرمول ۲,۵-۵,۲ یا ۴۰۲-۲۰۵ با سر قلابی‌شکل و معمولاً مضرس، بالهٔ پشتی کوتاه بدون شعاع ضخیم، بالهٔ مخرجی بلند، یک کیل گوشتی (بدون استخوان) بین پایهٔ باله‌های شکمی و مخرج از دیگر کپورماهیان شناسایی (Coad, 2015) می‌شود.

Alburnus filippii (شکل ۱) با نام کولی کورا در ایران از رودخانه‌های ارس، سفیدرود و تالاب انزلی گزارش شده‌است (Abbasi *et al*., 1999; Kiabi *et al*., 1999; Abdoli & Naderi, 2009)، ازجمله ویژگی‌های این گونه می‌توان به ۳ شعاع غیرمنشعب و ۷ شعاع منشعب در بالهٔ پشتی، ۳-۲ شعاع غیرمنشعب و ۱۳-۹ شعاع منشعب در بالهٔ مخرجی، ۱۶-۱۲ شعاع منشعب در بالهٔ سینه‌ای و ۸-۶ شعاع منشعب در بالهٔ شکمی، ۶۴-۴۶ فلس در خط جانبی (فلس‌های بخش قدامی موج‌دار است و فلس‌های بخش شکمی بیضی شکل است)، کیل شکمی برهنه یا فلس‌دار که معمولاً از برآمدگی مخرج تا بالهٔ شکمی ادامه دارد، ۴۳-۳۸ ستون مهره و کیسهٔ شنای گرد اشاره کرد (Coad, 2015). جنس *Alburnus* ازنظر آرایه‌شناختی پیچیده است و حتی احتمال پارافیلتیک‌بودن اعضای آن مطرح است (Esmaeili, 2013). به‌علاوه، این جنس به‌همراه جنس‌های *Capoeta*، *Barbus* و *Squalius* در بین کپورماهیان پراکنش وسیعی در آب‌های داخلی کشور ایران دارد و احتمالاً دارای تعدادی گونهٔ ناشناخته نیز هست. بنابراین، وضعیت آرایه‌شناسی آنها نیازمند بازنگری است (Jouladeh-Roudbar *et al*., 2015). تفاوت شکل بدن در بین جمعیت‌های اعضای این گونه به‌واسطهٔ انعطاف‌پذیری ریختی، اساسی‌ترین گام در روند شکل‌گیری گونه‌های جدید مطرح شده‌است (Mohadasi *et al*., 2013) و به‌همین‌دلیل مطالعات متعددی که تاکنون برای تعیین وضعیت آرایه‌شناسی اعضای متعلق به این جنس *Alburnus* که بیشتر براساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی ظاهری و ریخت‌سنجی است، نتوانسته است مشکل وضعیت پیچیدهٔ آرایه‌شناسی اعضای این جنس را برطرف کند، بنابراین، به‌نظر می‌رسد که در این مسیر استفاده از صفات غیرریختی می‌تواند راهکار بهتری فراهم آورد. اخیراً، ویژگی‌های استخوان‌شناسی، درکنار مطالعات ملکولی در مطالعهٔ رده‌بندی بسیاری از ماهی‌ها به‌مثابهٔ صفات، مقبول متخصصان رده‌بندی قرار گرفته است (Coad, 2015). شناخت ساختار اسکلتی، علاوه‌بر کمک به مطالعات فسیل‌شناسی ماهیان، در بررسی‌های زیست‌شناسی آنها ازجمله تغذیه، تنفس و شنا نیز دارای اهمیت است. بنابراین، برای شناخت زیست یک گونه، شناخت کامل ساختار استخوانی آن ضروری به‌نظر می‌رسد (Helfman, 2009). به‌ویژه، ویژگی‌های استخوان‌شناسی یک ابزار مفید برای مطالعهٔ طبقه‌بندی و تبارشناسی روابط بین ماهیان است (Nasri, 2013; Eagderi *et al*., 2010 a, b). بنابراین، استفاده از ساختار اسکلتی ممکن است به روشن‌شدن وضعیت این گروه از ماهیان کمک کند. اخیراً، مطالعاتی درباب ساختار استخوان برخی گونه‌های متعلق به جنس *Alburnus* صورت گرفته‌است (Jalili *et al*., 2015a, b) اما در مورد ویژگی‌های اسکلتی گونهٔ *A. filippii* اطلاعاتی در دسترس نیست. باتوجه به اهمیت نقش استخوان در رده‌بندی و آرایه‌شناسی ماهیان و همچنین با توجه فقدان اطلاعات کافی در بارهٔ ویژگی‌های استخوانی گونهٔ ماهی کولی کورا، این تحقیق به‌منظور توصیف ساختار اسکلتی کامل آن به اجرا درآمد. نتایج این پژوهش می‌تواند پایه‌ای برای مطالعات آتی آرایه‌شناسی این جنس براساس صفات معتبر استخوانی باشد.

مواد و روش‌ها

برای این تحقیق ۲۰ عدد ماهی کولی کورا (شکل ۱) از رودخانهٔ اهرچای (شاخهٔ فرعی رودخانهٔ ارس) توسط دستگاه الکتروشوکر نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها، پس از بیهوشی در محلول گل میخک، در فرمالین ۱۰ درصد بافری تثبیت شدند. تعداد ۱۲ قطعه ماهی به‌منظور مطالعهٔ استخوان‌شناسی انتخاب و براساس روش اصلاح‌شده (Taylor & Van Dyke, 1985) به‌وسیلهٔ آلسیان‌بلو و آلیزارین‌رد شفاف‌سازی و رنگ‌آمیزی شدند. ساختارهای استخوانی توسط دستگاه اسکنر Epson v600 که به یک حمام گلیسیرین مجهز شده بود عکس‌برداری شد (شکل ۲). ویژگی‌های استخوانی نمونه‌ها نیز با یک دستگاه استریو میکروسکوپ Leica (MS5) بررسی و توصیف شد. ترسیم و نام‌گذاری تصاویر به‌دست‌آمده در نرم‌افزار CorelDraw و نام گذاری قطعات استخوانی براساس Rojo (1991) و Jalili (2015) صورت گرفت.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.7.8]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.56]



شکل ۱- نمای جانبی گونهٔ *Alburnus filippii*

Fig. 1. Lateral view of *Alburnus filippii*

نتایج

نتایج نشان داد که جمجمهٔ عصبی (Neurocranium) در بخش خلفی پهن است و در بخش میانی و قدامی کمی باریک می‌شود. ناحیهٔ اتموئید (Ethmoid) شامل پنج استخوان اتموئید فوقانی(Supra-ethmoid)، اتموئید جانبی (Lateral ethmoid)، ومر (Vomer)، کین‌اتموئید (Kin-ethmoid) و پیش‌اتموئید (Pre-ethmoid) است (شکل A۲، B و C). استخوان اتموئید فوقانی کوتاه و پهن است و دو برآمدگی قدامی کوچک در بخش میانی دارد. بخش قدامی استخوان ومر V شکل است و بخش خلفی آن به استخوان‌های اطراف پروانه‌ای و اتموئید جانبی متصل می‌شود (شکل A۲). قسمت میانی استخوان ومر باریک‌تر از قسمت قدامی و خلفی آن است. دو قطعه استخوان کوچک پیش-اتموئید در لبهٔ قدامی-جانبی این استخوان واقع شده است. اتموئید جانبی در حاشیهٔ خلفی مقعر است و در بخش شکمی مسطح می-شود. این استخوان دیوارهٔ قدامی حدقهٔ چشم را تشکیل می‌دهد. استخوان کوچک کین‌اتموئید بین استخوان‌های فکی واقع شده-است (شکل A۳). ناحیهٔ بینایی (Orbital) شامل استخوان‌های پیشانی (Frontal)، حدقه‌ای‌پروانه‌ای (Orbitosphenoid)، اطراف پروانه‌ای (Parasphenoid)، بالی پروانه‌ای (Ptersp-henoid) و استخوان‌های دورچشمی (Circumorbital) است. جفت استخوان پیشانی (Frontal) متقارن است و در بخش قدامی باریک و در بخش خلفی پهن می‌شود. این استخوان در محل اتصال با استخوان آهیانه (Parietal) مضرس است (شکل B۲). استخوان حدقه‌ای پروانه‌ای در لبهٔ خلفی اتموئید جانبی واقع شده، پنج‌وجهی است، و از بخش شکمی به استخوان اطراف پروانه‌ای متصل می‌شود (شکل A۲ و C). استخوان بالی پروانه‌ای در بخش خلفی استخوان حدقه‌ای پروانه‌ای قرار دارد و در بخش شکمی مقعر است (شکل A۲). استخوان دراز و باریک اطراف پروانه‌ای در بخش خلفی پهن‌تر از بخش قدامی است. بخش میانی این استخوان پهن و دو برآمدگی جانبی است که متمایل به بالا هستند. در بخش خلفی این برآمدگی‌ها دو فرورفتگی مثلثی‌شکل مشاهده می‌شود که به‌همراه استخوان پرواتیک یک حفره در زیر جمجهٔ عصبی تشکیل می‌دهد (شکل A۲). بخش خلفی استخوان اطراف پروانه‌ای دوشاخه شده و با استخوان پایهٔ پس‌سری هم‌پوشانی دارد. استخوان‌های دورچشمی شامل یک استخوان فوق‌چشمی (Supraorbital) و چهار استخوان زیرچشمی (Infraorbital) است (شکل D۲). استخوان‌های حمایت‌کنندهٔ چشم (Sclerotic) نیز در جوانب کرهٔ چشم قرار دارند. اولین استخوان زیر چشمی، اشکی (Lacrimal)، بزرگ و پنج وجهی است و در قسمت شکمی یک زائدهٔ نوک‌تیز دارد. این استخوان زیر استخوان کامی واقع شده‌است. ناحیهٔ شنوایی (Otic) شامل پنج قطعه استخوان آهیانه (Parietal)، اپی‌اتیک (Epiotic)، پروانه‌ای (Sphe-notic)، پتراتیک (Pterotic) و پرواتیک (Prootic) است. حاشیهٔ جانبی استخوان آهیانه فروفتگی‌های نامنظمی دارد که به استخوان-های پتراتیک و پروانه‌ای متصل می‌شود (شکل B۳). اپی‌اتیک در بخش خلفی آهیانه قرار دارد و در حاشیهٔ خلفی دارای یک برآمدگی مثلثی شکل است. استخوان پروانه‌ای در حاشیهٔ زیرین بخش خلفی پیشانی واقع شده‌است و برآمدگی قدامی جانبی آن متمایل به عقب است (شکل B۳). این استخوان از لبه‌های قدامی و شکمی به‌ترتیب به استخوان‌های بالی پروانه‌ای و پرواتیک اتصال دارد. جفت استخوان پرواتیک در بخش شکمی به یکدیگر متصل شده‌اند و در بخش میانی دارای دو حفره هستند. سه استخوان پس-

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.7.8]

[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.56]

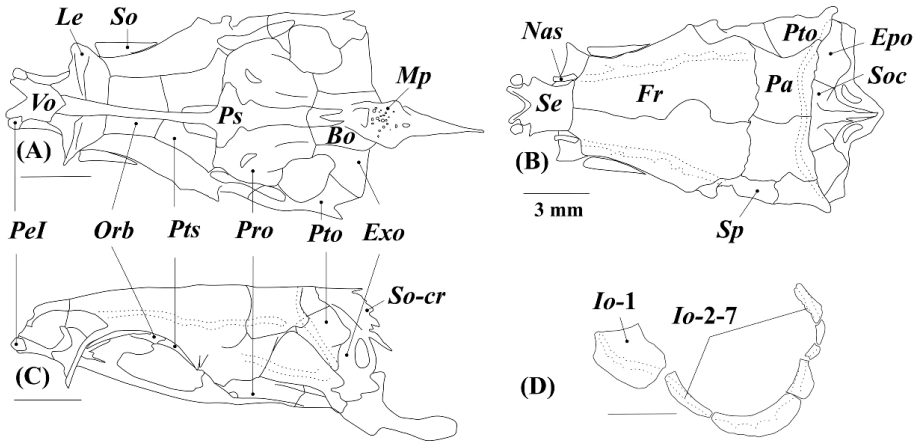
سری فوقانی (Supraoccipital)، پس‌سری خارجی (Exoc-cipital) و پس‌سری قاعده‌ای (Basioccipital) ناحیهٔ پس‌سری (Occipital) را تشکیل می‌دهند. استخوان فوق پس‌سری در بخش قدامی پهن‌تر از بخش خلفی و دارای یک ستیغ (Suprao-ccipital crest) است (شکل B۲ و C). این استخوان در بخش قدامی به استخوان آهیانه متصل می‌شود. هریک از استخوان‌های پس‌سری خارجی یک حفره شکمی دارند. استخوان قاعده‌ای پس‌سری در بخش خلفی دارای زائدهٔ حلقی خلفی است که در انتها یک تیغهٔ عمودی دارد (شکل C۲) و از نمای شکمی نوک‌تیز به‌نظر می‌رسد (شکل A۲). استخوان قاعده‌ای پس‌سری همچنین دارای یک صفحه خردکنندهٔ شکمی (Masticatory plate) در بخش میانی است. در بخش جانبی جمجمهٔ عصبی دو فرورفتگی مفصلی برای اتصال به استخوان فکی لامی (Hyomandibular) وجود دارد. فرورفتگی مفصلی قدامی از استخوان پروانه‌ای و بالی پروانه‌ای و فرورفتگی مفصلی خلفی از استخوان‌های پتراتیک و پرواتیک تشکیل می‌شود. در جمجمهٔ احشایی (Branchiocr-anium)، فک بالا شامل جفت‌استخوان فکی (Maxilla) و پیش-فکی (Premaxilla) است (شکل A۳). استخوان پیش‌فکی در بخش قدامی و میانی پهن، و در بخش خلفی باریک و کمی روبه بالا است. بخش افقی این استخوان درازتر از بخش عمودی است. بخش قدامی استخوان فکی یک برآمدگی دارد که در قسمت داخلی آن یک زائدهٔ روبه‌پایین وجود دارد. بخش میانی این استخوان نیز دارای یک برآمدگی است که پهن‌ترین بخش آن را به خود اختصاص می‌دهد، این استخوان در قسمت خلفی باریک و سپس پهن است.

استخوان‌های فک پایین شامل دندانی (Dentary)، رتروآرتیکولار (Retroarticular)، کورونومکلین (Coronom-ekelian) و مفصلی (Angular) است (شکل B۴). استخوان دندانی در بخش قدامی باریک و متمایل به داخل است. بخش خلفی این استخوان، به‌دلیل وجود زائدهٔ کورونوئید، پهن‌تر است و در قسمت میانی با استخوان مفصلی هم‌پوشانی دارد. بخش میانی استخوان مفصلی ضخیم و پهن است. لبهٔ خلفی این استخوان به استخوان مربعی (Quadrate) مفصل می‌شود. یک قطعه استخوان کوچک و نازک کورونومکلین در حاشیهٔ داخلی استخوان مفصلی وجود دارد (شکل B۳). در لبهٔ شکمی-خلفی استخوان مفصلی، استخوان کوچک و مثلثی‌شکل رتروآرتیکولار واقع شده‌است. استخوان‌های فک‌آویز شامل استخوان‌های مربعی (Quadrate)، ساده (Symplectic) و فکی لامی (Hyomandibular)، رجلی - پشتی (Metaptrygoid)، رجلی خارجی (Ectoptrygoid)، رجلی داخلی (Endoptrygoid) و کامی (Palatine) است (شکل A۴). استخوان فکی لامی تقریباً مثلثی شکل و دارای دو برآمدگی پشتی است که به جمجمهٔ عصبی متصل می‌شود. حاشیهٔ قدامی این استخوان برآمده و گرد است (شکل A۴). مفصل سرپوش آبششی (Operclar condyle) توسعه یافته و گرد است و در حاشیهٔ خلفی-پشتی این استخوان واقع شده است. بخش شکمی فکی لامی با استخوان بین لامی مفصل می‌شود. استخوان مربعی دارای دو بخش پشتی و شکمی است. بخش پشتی این استخوان صفحه‌ای شکل و دارای یک برآمدگی پشتی است. لبهٔ پشتی بخش شکمی، استخوان مربعی نازک شده و به لبهٔ قدامی استخوان میان سرپوش آبششی (Interopercle) متصل می‌شود. در بخش خلفی استخوان مربعی، استخوان ساده واقع شده که دراز و دارای دو برآمدگی پشتی است. لبهٔ پشتی این استخوان با بخش شکمی رجلی پشتی هم‌پوشانی دارد. استخوان رجلی پشتی در نیمه شکمی نیم‌دایره‌ای شکل است و در نیمه پشتی مثلثی شکل می-شود. در حاشیهٔ داخلی این استخوان یک برآمدگی تیغه‌ای‌شکل مورب وجود دارد. استخوان رجلی‌داخلی حاشیهٔ شکمی کاسهٔ چشم را تشکیل می‌دهد. این استخوان در قسمت پشتی استخوان رجلی خارجی واقع شده‌است. حاشیهٔ خلفی استخوان رجلی خارجی با حاشیهٔ قدامی استخوان مربعی هم‌پوشانی دارد. رجلی خارجی تقریباً مثلثی‌شکل است و در قسمت خلفی گرد است. استخوان کامی دارای یک زائده در بخش میانی-خارجی و دو فرورفتگی در قسمت پشتی و شکمی بخش قدامی است. این استخوان در بخش خلفی از طریق رجلی خارجی به مجموعهٔ فک-آویز و در بخش قدامی به بخش قدامی جمجمهٔ عصبی متصل می-شود. سرپوش آبششی (Opercle)، پیش‌سرپوش آبششی (Preopercle)، زیرسرپوش آبششی (Su-bopercle) و میان-سرپوش آبششی (Interopercle) مجموعهٔ استخوان‌های سرپوش آبششی را تشکیل می‌دهند (شکل B۴). سرپوش آبششی در بخش

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12]

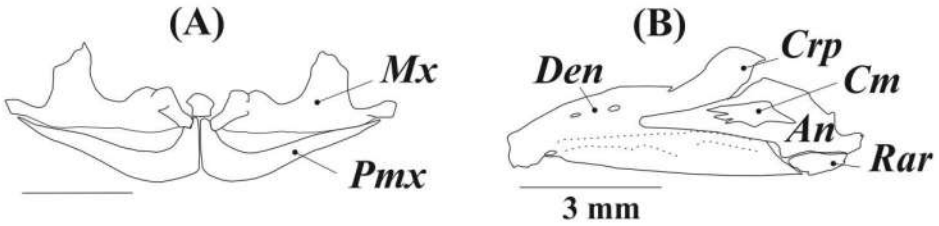
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.7.8]

[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.56]



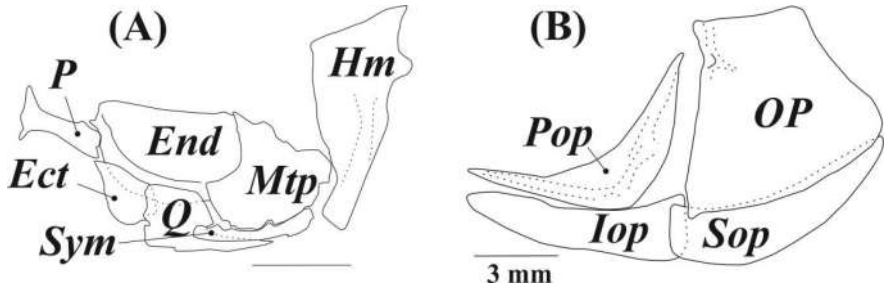
شکل ۲– A: نمای شکمی، **B:** نمای پشتی، **C:** نمای جانبی جمجمهٔ عصبی و مجموعهٔ استخوان‌های دورچشمی گونهٔ *Alburnus filippii*

Fig. 2. A: Ventral, **B:** dorsal and **C:** lateral views of neurocranium, and circumorbital bones in *Alburnus filippii.*
Abbreviations: Bo: basioccipital; Epo: epiotic; Exo: exoccipita; Fr: frontal; Io: Infraorbital element; Le: lateral ethmoid; Mp: ventral masticatory plate; Nas: nasal; Orb: orbitosphenoid; Pa: parietal; PeI: preethmoid I; Pro: prootic; pr-Pp: posterior pharyngeal process; Ps: parasphenoid; Pto: pterotic; Pts: pterosphenoi; Se: supraethmoid-ethmoid; Soc: supraoccipital; So-cr; supraoccipital crest; Spo: sphenotic; Vo: vomer.



شکل ۳ – مجموعهٔ استخوان‌های **A:** فک بالا و **B:** فک پایین گونهٔ *Alburnus filippii*.

Fig. 3. A: Upper and lower **B:** jaws of *Alburnus filippii.*
Abbreviations: An: angular; Crp: coronoid process; Cm: coronomekelian; Den: dentary; Mx: maxillae; Pmx: pre-maxillae; Rar: retroarticulare.



شکل ٤– مجموعه استخوان‌های **A:** فک‌آویز و **B:** سرپوش آبششی در گونهٔ *Alburnus filippii*

Fig. 4. A: Suspensorium and **B:** opercular series of *Alburnus filippii*.
Abbreviations: Ect: ectopterygoid; End: endopterygoid; Hm: hyomandibulare; Iop: interopercle; Mtp: metapterygoid; Op: opercle; P: palatine; Pop: praeopercle; Q: quadrate; Sop: subopercle; Sym: symplecic.

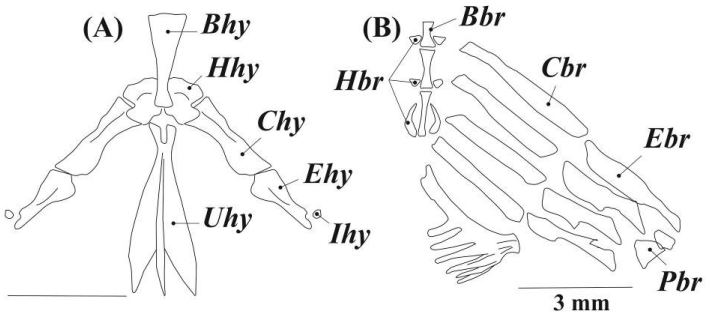
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.7.8]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.56]

قدامی صاف و در حاشیهٔ خلفی مقعر است. در لبهٔ قدامی-پشتی این استخوان، یک فرورفتگی مفصلی برای اتصال با کندیل فکی-لامی وجود دارد. این استخوان از لبهٔ شکمی با بخش پشتی زیرسرپوش آبششی هم‌پوشانی دارد. استخوان زیرسرپوش آبششی تقریباً بیضی‌شکل است و در قسمت قدامی پهن و در بخش خلفی باریک و متمایل به بالا است. استخوان پیش‌سرپوش آبششی دو بازوی تقریباً عمودبرهم دارد که محل اتصال دو بازو، پهن‌ترین بخش استخوان را تشکیل می‌دهد. این استخوان در تمام طول خود دارای کانال حسی است. استخوان میان‌سرپوش آبششی دراز است و در بخش خلفی پهن‌تر از بخش قدامی است و تا بخش میانی استخوان مربعی امتداد دارد.

مجموعهٔ کمانی لامی (Hyoid arch) شامل استخوان‌های منفرد اوروهیال (Urohyal) و قاعده‌ای لامی (Basihyal)، جفت استخوان‌های تحت لامی (Hypohyal)، غضروفی لامی (Cera-tohyal)، فوق لامی (Epihyal) و بین لامی و سه جفت شعاع پایه‌آبششی (Branchiostegal rays) است (شکل A۵). استخوان قاعده‌ای لامی استخوانی دراز و در بخش قدامی پهن‌تر از بخش خلفی است. استخوان اوروهیال دو بخش افقی و عمودی دارد که بخش افقی در قسمت قدامی باریک و دوشاخه است و در قسمت خلفی پهن و دوشاخه می‌شود. بخش پشتی تیغه‌ای‌شکل و عمود بر بخش افقی است. استخوان تحت لامی دو جفت استخوان پشتی و شکمی دارد که به یکدیگر متصل می‌شوند. استخوان غضروفی لامی در بخش میانی باریک و دارای یک فرورفتگی میانی-پشتی است. استخوان فوق لامی در قسمت قدامی پهن و مثلثی‌شکل است و در بخش خلفی باریک می‌شود. استخوان بین‌لامی کوچک و گرد است و در بخش خلفی-پشتی فوق لامی واقع شده‌است. خارجی‌ترین شعاع پایهٔ آبششی بزرگ‌ترین شعاع و پهن‌تر از بقیه است که به محل اتصال استخوان‌های غضروفی آبششی و فوق آبششی متصل می‌شود. مجموعهٔ استخوان‌های کمان‌آبششی (Branchial apparatus) شامل پنج‌جفت استخوان غضروفی آبششی (Ceratobranchial)، چهارجفت استخوان فوق‌آبششی (Epibranchial)، سه‌جفت استخوان زیرآبششی (Hypobr-anchial)، دوجفت استخوان حلقی آبششی (Inphraph-aryngobranchial) و سه استخوان منفرد قاعده‌ای آبششی (Ba-sibranchial) است (شکل B۵). خلفی‌ترین استخوان حلقی - آبششی نیم‌دایره‌ای، و بزرگ‌تر از قطعهٔ قدامی است. اولین و دومین جفت استخوان قاعده‌ای آبششی تقریباً گرد و سومین جفت باریک و دراز است. این گونه دارای دندان حلقی با فرمول ۵,۲-۲,۵ است. کمربند سینه‌ای (Pectoral girdle) شامل استخوان-های غرابی (Cleithrum)، فوق‌غرابی (Supracleithrum)، غرابی پشتی (Postcleithrum)، ترقوه (Coracoid)، ترقوهٔ میانی (Mesocoracoid)، کتف (Scapula)، پشتی گیجگاهی (Posttemporal)، فوق گیجگاهی (Supratemporal) و رادیال‌ها (Radials) است (شکل A۶). استخوان غرابی بزرگ-ترین استخوان این مجموعه، تقریباً L شکل است. برآمدگی خلفی بازوی افقی این استخوان توسعه‌یافته و مثلثی‌شکل است و یک قطعه استخوان غرابی پشتی به آن متصل می‌شود (شکل A۶). در بخش خلفی بازوی عمودی استخوان غرابی، یک فرورفتگی وجود دارد که استخوان فوق‌غرابی در آن جای می‌گیرد. فوق‌غرابی تیغه-ای‌شکل و تقریباً دراز است و به فوق‌گیجگاهی متصل می‌شود. ترقوه در بخش داخلی-جانبی استخوان غرابی واقع شده، از دو بخش قدامی و خلفی به این استخوان متصل، و در بخش میانی فاقد اتصال است. استخوان ترقوه در قسمت خلفی یک برآمدگی مفصلی دارد. کتف استخوانی پهن، و در بخش میانی دارای یک حفره است. این استخوان در محل اتصال به ترقوه دارای یک برآمدگی است. استخوان ترقوه میانی دراز است و در بخش شکمی به برآمدگی‌های مفصلی دو استخوان ترقوه و کتف و در بخش پشتی به بازوی عمودی استخوان غرابی اتصال دارد. یک کانال حسی از سه استخوان فوق‌غرابی، پشتی گیجگاهی و فوق گیجگاهی عبور می‌کند (شکل A۶). کمربند سینه‌ای ۵ رادیال دارد که یک شعاع غیر منشعب و ۱۲ شعاع منشعب بالهٔ سینه‌ای را حمایت می‌کند.

کمربند لگنی (Pelvic girdle)، شامل جفت استخوان‌های لگنی (Basipterygium)، استخوان Splint و رادیال‌ها (meta-pterygium, Radials) است (شکل B۶). استخوان لگنی (Basipterygium) در بخش خلفی پهن است و در بخش قدامی دوشاخه می‌شود، فاصله بین این دوشاخه زیاد بود و تقریباً نیم دایره‌ای‌شکل است.

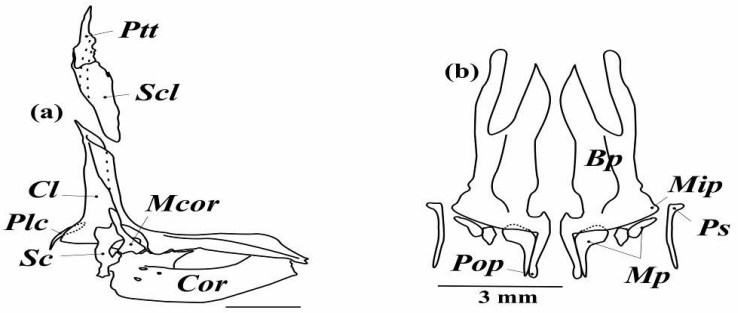
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.7.8]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.56]



شکل ۵- مجموعهٔ استخوان‌های **A:** کمان لامی و **B:** کمان آبششی در گونهٔ *Alburnus filippii*

Fig. 5. A: Hyoid arch **B:** and branchial apparatus in *Alburnus filippii.*

Abbreviations: Bhy: basihyal; Chy: ceratohyale;Epy: epihyal; Hhy: dorsal and ventral hypohyal; Ihy: interhyal; Uhy: urohyal; Bbr: basibranchial; Cbr: ceratobranchial; Ebr: epibranchial; Hbr: hypobranchial; Pbr: inphrapharyngobranchial.



شکل ٦- استخوان‌های **A:** کمربند سینه‌ای و B: کمربند لگنی در گونهٔ *Alburnus filippii*

Fig. 6. A: Pectoral and **B:** pelvic girdles in *Alburnus filippii.*

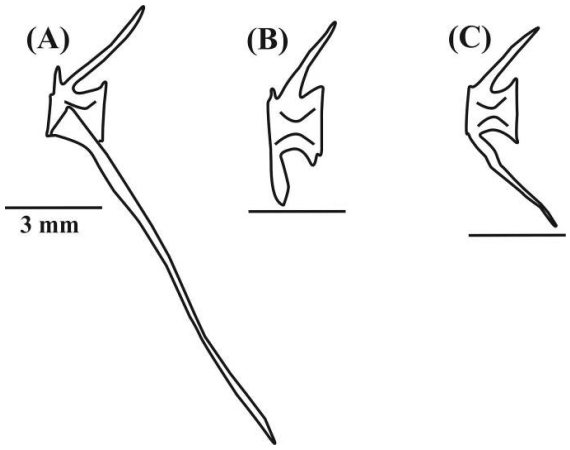
Abbreviations: Bp: basipterygium; Cl: cleitherum; Cor: coracoid; Ps: pelvic splint; Mcor: mesocoracoid; Mip: mid lateral process of basipterygium; Mp: meta-pterygium (Radials); Plc: postcleithrum; PoP: posterior process of basipterygium; Ptt: posttemporal; Sc: scapula; Scl: supracleithrum.

در حاشیهٔ جانبی-داخلی این استخوان، یک فرورفتگی و در حاشیهٔ جانبی-خارجی آن یک برآمدگی مشاهده می‌شود (شکل B۶). کمربند لگنی دارای سه جفت رادیال است، رادیال میانی کوچک‌تر از بقیه است و داخلی‌ترین رادیال تقریباً L شکل و منفرد است. جفت استخوان Splint در بخش خارجی اولین شعاع غیرمنشعب بالهٔ شکمی واقع شده است که باریک و طویل است. این باله دارای یک شعاع غیرمنشعب و ۸ شعاع منشعب است. اسکلت محوری (Axial skeleton) این گونه در نمونه‌های تحت بررسی ۳۸ جسم مهره (شکل ۷) داشت که مهرهٔ اول تا چهارم به‌همراه استخوانچه‌های Tripus، Scaphium، Intercalarium و Claustrum در تشکیل دستگاه وبر مشارکت دارند. دنده‌های جانبی دومین جسم مهره به سمت خلفی بدن قرار گرفته‌اند دنده‌های جانبی مهرهٔ سوم وجود ندارد و به Tripus تبدیل شده است. دنده‌های شکمی مهرهٔ چهارم طویل است و به‌سمت پایین بدن متمایل است. ناحیه جمجمه‌ای (Cranial) دارای ۲۰ جسم مهره و ناحیهٔ دمی (Caudal) دارای ۱۸ جسم مهره است (شکل ۸). زائدهٔ زایگاپوفیز، شعاع خونی و عصبی مهره‌های شکمی و سینه‌ای بلندتر از مهره‌های دمی است. بالهٔ منفرد پشتی دارای سه شعاع غیرمنشعب، ده شعاع منشعب، یازده سری استخوان پتریگیوفور (Pterygiophor) و یک استخوان Styloid است و از مهرهٔ چهارده شروع می‌شود. اولین استخوان پتریگیوفور بزرگ است و دو شعاع غیرمنشعب بالهٔ پشتی را حمایت می‌کند. استخوان دیستال در دیگر پتریگیوفورها به‌صورت جفت است (شکل A۸). بالهٔ مخرجی نیز دارای سه شعاع غیرمنشعب و هشت تا نه شعاع منشعب

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12]

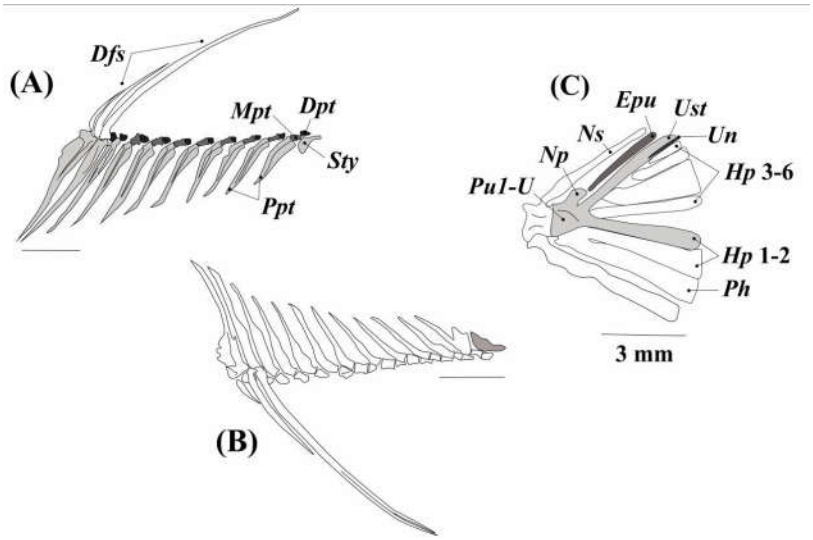
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.7.8]

[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.56]



شکل ۷- A: مهرهٔ شماره ۱۴، **B:** ۲۱ و **C:** ۲۹ ستون فقرات گونهٔ *Alburnus filippii*.

Fig. 7. A: The 14th, **B:** 21st and **C:** 29th vertebra of *Alburnus filippii*.
Abbreviations: HPo: Hemal Postzygapophyses; HPr: Hemal Prezygapophyses; NPo: Neural Postzygapophyses; NPr: Neural Prezygapophyses.



شکل ۸- استخوان‌های **A:** بالهٔ پشتی، **B:** بالهٔ مخرجی و **C:** بالهٔ دمی در گونهٔ *Alburnus filippii*.

Fig. 8. A: Dorsal, **B:** anal and **C:** caudal fins in *Alburnus filippii*.
Abbreviations: Dfs: Dorsal Fin Spine; Dpt: Distal Petrigiophore; Mpt: Median Petrigiophore; Ppt; Proximal; Epu:epural; Hp1–6:hypural plates 1–6; Ns: neural spine; Np: neural process; Ph: parhypural; Pu1+u: compouned centrum; Ust: pleurostyle; Un: uroneural, Sty: styloid.

دوازده سری استخوان پتریگیوفور و یک استخوان استیلویید (Styloid) دارد و از مهرهٔ هیجدهم شروع می‌شود.اولین پتریگیوفور دو شعاع ابتدایی را حمایت می‌کند. استخوان دیستال مانند بالهٔ پشتی در دیگر پتریگیوفورها جفت است (شکل B۸). اسکلت بالهٔ دمی متشکل از آخرین جسم مهره، شعاع‌های اصلی و Procurrent و مجموعه‌ای از زوائد استخوانی است که شامل پنج استخوان هیپورال (Hypral)، استخوان‌های منفرد ایپورال (Epural)، پارهیپورال (Parhypural)، پلئوراستیل (Pleurostile) و اورونئورال (Uroneural) است (شکل C۸). در بخش قدامی-شکمی استخوان پارهیپورال، یک زائدهٔ زایگ‌آپوفیز

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.7.8]

[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.56]

مشاهده می‌شود. این باله شش شعاع Procurrent پشتی و چهار تا پنج شعاع Procurrent شکمی و چهارده-شانزده شعاع اصلی دارد.

بحث

مقایسهٔ ساختار استخوانی ماهی کولی کورا، *A. filippii*، با گونه‌های *A. amirkabiri*، *A. mossulensis*، *A. chalcoides*، *A. atropatena* تفاوت‌هایی را در ساختار فک بالا و پایین، استخوان‌های فک‌آویز، قاعده‌ای لامی، جمجمهٔ عصبی و باله‌ها نشان داد. زائدهٔ میانی استخوان فکی در گونه‌های *A. filippii*، *A. mossulensis* و *A. chalcoides* تیز است درحالی‌که در گونه‌های *A. amirkabiri* و *A. atropatena* کوتاه و پهن است (Jalali, 2013; Jalili *et al*., 2015 a, b). در گونهٔ *A. filippii* تقریباً مشابه گونه‌های *A. mossulensis* و *A. amirkabiri* (Jalili *et al*., 2015)، زائدهٔ کورونوئید استخوان دندانی اندکی متمایل به بالا است، اما در گونه‌های *A. chalcoides* و *A. atropatenae* این زائده به عقب متمایل است. حاشیهٔ قدامی استخوان فکی لامی در گونه‌های *A. filippii*، *A. mossulensis* (Jalili *et al*., 2015a) و *A. amirkabiri* (Jalili *et al*., 2015) برآمده است، ولی در گونه‌های *A. atropatena* و *A. chalcoides* حاشیهٔ قدامی این استخوان صاف است (Jalali, 2013). حاشیهٔ خلفی و پشتی استخوان سرپوش‌آبششی در گونهٔ *A. filippii* مانند گونهٔ *A. atropatena* مقعر است، درحالی‌که در گونه *A. mossulensis* این بخش از استخوان صاف است. این صفت در اعضای متعلق به جنس *Alburnus* دارای تنوع بین‌گونه‌ای است (Jalili *et al*., 2015). استخوان قاعده‌ای لامی نیز تفاوت‌هایی در بین گونه‌های این جنس نشان داد، به‌طوری‌که در گونهٔ *A. filippii* این استخوان در بخش خلفی باریک، و در قسمت قدامی پهن و بادبزنی‌شکل می‌شود، اما در گونه‌های *A. mossulensis* و *A. amirkabiri* این استخوان دراز است و تقریباً در تمام طول خود عرض یکسان دارد (Jalili *et al*., 2015). تفاوت‌های مشاهده‌شده در شکل استخوان پیش-ومر جمجمهٔ عصبی و ساختار باله‌های پشتی و دمی گونه‌های تحت مطالعه شامل موارد زیر است: بخش خلفی استخوان پیش‌ومر در *A. filippii* و *A. mossulensis* کوتاه است درحالی‌که در *A. amirkabiri*، *A. atropatena* و *A. chalcoides* نوک‌تیز است. در گونه‌های *A. amirkabiri* و *A. atropatena* دومین مهرهٔ بالهٔ دمی دو خار عصبی دارد (Jalili, 2015)، حال آنکه در گونهٔ تحت مطالعه فقط یک خار عصبی مشاهده شد. به‌علاوه، زائدهٔ زایگ‌آپوفیز استخوان پار هیپورال تنها در گونه‌های *A. mossulensis* و *A. atropatena* توسعه‌یافته‌است. در گونهٔ تحت مطالعه، تعداد یازده استخوان پتریگیوفور و یک استخوان استیلویید در بالهٔ پشتی وجود دارد، اما در دیگر گونه‌های متعلق به این جنس نه سری استخوان پتریگیوفور و یک استخوان استیلویید در این باله مشاهده می‌شود (Jalili *et al*., 2015a, b). تعداد استخوان‌های دورچشمی ازجمله صفاتی است که در این جنس دارای تنوع بین‌گونه‌ای و جمعیتی است و بین چهار تا هفت عدد متغیر است (Mousavi-Sabet *et al*., 2014) اما تفاوت مشاهده‌شده در شکل استخوان‌های دورچشمی در بین گونه‌های این جنس درخور توجه است. چهارمین قطعهٔ استخوان زیرچشمی در گونهٔ تحت مطالعه کوچک است درحالی‌که در دیگر گونه‌های این جنس مانند *A. mossulensis* و *A. amirkabiri* این قطعه بزرگ و پهن است (Jalili *et al*., 2015a, b).

در نتیجه‌گیری کلی، می‌توان بیان داشت که گونهٔ *A. filippii* براساس مجموعه‌ای از ویژگی‌های استخوانی، شامل تیزبودن زائدهٔ میانی استخوان فکی، وجود تمایل به بالا در زائدهٔ کورونوئید استخوان دندانی، برآمده‌بودن حاشیهٔ قدامی استخوان فکی لامی، بادبزنی‌شکل‌بودن بخش قدامی استخوان قاعده‌ای لامی، تیزبودن بخش خلفی استخوان پیش‌ومر، کوچک‌بودن چهارمین قطعهٔ استخوان زیرچشمی و وجود تعداد یازده استخوان پتریگیوفور در ساختار بالهٔ پشتی، از دیگر گونه‌های این جنس در ایران قابل تشخیص است و دو ویژگی آخر مختص گونهٔ *A. filippii* هستند که می‌تواند صفات استخوان‌شناختی اختصاصی این گونه تلقی شود.

سپاسگزاری

از دانشگاه تهران به‌واسطهٔ حمایت مالی این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.7.8]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.56]

REFERENCES

Abbasi, K., Valipour, A., Talebi Haghighi, D., Sarpanah, A. and Nezami, Sh. 1999. Atlas of Iranian Fishes, Guilan Inland Waters. – Guilan Fisheries Research Centre, Rasht. 113 pp.

Abdoli, A. and Naderi, M. 2009. Biodiversity of fishes of the southern basin of the Caspian Sea. – Abzian Scientific Publications, Tehran. 243 pp.

Berg, L.S. 1925. Opisanie novogo vida roda *Alburnus* (Pisces) iz basseina Oz. Urmii [Description of a new species of the genus *Alburnus* (Pisces) from the basin of Lake Urmia]. – Ezhegodnik Zoologischekogo Instituta Akademii Nauk SSSR, 26: 213-214.

Bogutskaya, N.G., Kucuk, F. and Unlu, E. 2000. *Alburnus baliki*, a new species of cyprinid fish from the Manavgat River system, Turkey. – Ichthyol. Explor. Freshw. 11: 55-64.

Coad, B.W. 2009c. *Alburnus zagrosensis* n. sp., a new species of fish from the Zagros Mountains of Iran (Actinopterygii: Cyprinidae). – Zool. Middle. East. 48: 63-70.

Coad, B. 2015. Fresh water fishes of Iran. – Retrieved from http://www.briancoad.com.

Eagderi, S. and Adriaens, D. 2010a. Head morphology of the duckbill eel, *Hoplunnis punctata* (Regan, 1915; Nettastomatidae: Anguilliformes) in relation to jaw elongation. – Zool. 113: 148-157.

Eagderi, S. and Adriaens D. 2010b. Cephalic morphology of *Pythonichthys macrurus* (Heterenchelyidae: Anguilliformes): specializations for head-first burrowing. – J. Morphol. 271: 1053-1065.

Helfman, G.S., Collette, B.B., Facey, D.E. and Bowen, B.W. 2009. The diversity of fishes: biology, evolution, and ecology. – Blackwell Publishing. UK, Oxford. 736 pp.

Heckel, J.J. 1843a Abbildungen und beschreibungen der fische syriens nebst einer neuen classification und characteristik sämmtlicher gattungen der cyprinen. – Stuttgart 109 pp. In German.

Heckel, J.J. 1843b In: Reisen in europa, asien und afrika, mit besonderer Rücksicht auf die naturwissenschaftlichen Verhältnisse der betreffenden Länder, unternommen in den Jahren 1835 bis 1841. Russegger, J. (ed), Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung. – Stuttgart 1: 991-1099.

Jalali Roshan, S., 2013. Taxonomic study of three species of the genus *Alburnus* (*A.chalcoides, A. atropatenae, A. mossulensis*) in Iran using geometric morphometric and osteological methods. – M.Sc. thesis, University of Tehran, Karaj, Iran.

Jalili, P., Eagderi, S. and Azimi, H. and Mousavi-Sabet, H. 2015a. Osteological description of the southern king fish, *Alburnus mossulensis* from Iranian part of the Tigris River drainage. – ABAH Bioflux. 7: 113-121.

Jalili, P., Eagderi, S., Nasri, M. and Mousavi-Sabet, H. 2015b. Descriptive osteology of *Alburnus amirkabiri* (Cypriniformes: Cyprinidae), a newly described species from Namak Lakebasin. Central of Iran. – Bull. Iraq Nat. Hist. Mus. 13: 51-62.

Jalili, P. 2015. Phylogeny of the genus of Iranian Cyprinids using osteological charactrestics. – MSc Thesis, University of Tehran, Iran.

Jouladeh-Roudbar, A. Vatandous S., Eagderi, S., Jafari-Kenari S. and Mousavi-Sabet, H. 2015. Freshwater fishes of Iran; an updated checklist. – AACL Bioflux. 8: 855-909.

Kessler, K.F. 1877. Ryby, vodyashchiesya i vstrechayushchiesya v Aralo-kaspiisko-pontiiskoi ikhtiologicheskoi oblasti [Fishes of the Aral-Caspian-Pontic Ichthyological Region]. – Trudy Aralo-kaspiiskoi ekspeditsii, Sankt-Peterburg, 4: 1-360, pls. I-VIII.

Kiabi, B.H., Abdoli, A. and Naderi, M. 1999. Status of the fish fauna in the South Caspian Basin of Iran. – Zool. Middle. East. 18: 57-65.

Kottelat, M. and Freyhof, J. 2007. Handbook of European freshwater fishes. – Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany. 646 pp.

Mohadasi, M., Shabanipour, N. and Eagderi, S. 2013. Habitat-associated morphological divergence in four Shemaya, *Alburnus chalcoides* (Actinopterygii: Cyprinidae) populations in the southern Caspian Sea using geometric morphometrics analysis. – Int. J. Aquat. Biol. 1: 82-92.

Mohammadian-Kalat, T., Aliabadian, M. and Esmaeili H.R. 2013. Biosystematics of *Alburnus* in Iran using morphologic and molecular methods. – The First Iranian Conference of Ichthyology, Isfahan University of Technology, 81 pp.

Mousavi-Sabet, H., Vatandoust, S., Khataminejad, S., Eagderi, S., Abbasi, K., Nasri, M., Jouladeh, A. and Vasil'eva E.D. 2015. *Alburnus amirkabiri* (Teleostei), a New Species of Shemaya from the Namak Lake Basin, Iran. – J. Ichthyol. 55: 40-52.

Nasri, M., Keivany, Y. and Dorafshan, S. 2013. Comparative Osteology of Lotaks, *Cyprinion kais* and *C.* macrostomum (Cypriniformes, Cyprinidae), from *Godarkhosh* River, Western Iran. – J. Ichthyol. 53: 455-463.

Rojo, A.L. 1991**.** Dictionary of Evolutionary Fish Osteology. – CRC Press. 280 pp.

Taylor, W.R. and Van Dyke, G.C. 1985. Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. – Cybium. 9: 107-119.

*****

How to cite this article:

Nikmehr, N., Eagderi, S. and Jalili, **P.** 2017. Skeletal structure of Kura bleak, *Alburnus filippii* (Kessler, 1877), in South Caspian Sea basin. – Nova Biol. Rep. 4: 55-64.

نیک‌مهر، ن.، ایگدری، س. و جلیلی، پ.۱۳۹۶. ساختار استخوانی کولی‌کورا گونهٔ *Alburnus filippii* (Kessler, 1877) در حوضهٔ جنوبی دریای خزر. – یافته‌های نوین در علوم زیستی ۴: ۶۴-۵۵.