

توصیف ساختار استخوان‌شناسی سگ‌ماهی پارس (Oxynoemacheilus persa)

پروین مفاخری^۱، سهیل ایگدري*^۱، حمید فرحمنند^۱ و سید حامد موسوی ثابت^۲
^۱ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
^۲ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران

چکیده

سگ‌ماهیان جویباری زیرخانواده *Nemacheilinae* به دلیل مشکل بودن استخراج داده‌های ریخت‌شناختی، از جمله گروه‌های پیچیده از لحاظ آرایه‌شناختی هستند. امروزه بنیان رده‌بندی اعضای این زیرخانواده بر اساس ویژگی‌های استخوان‌شناسی و مولکولی است. این زیرخانواده در ایران ۸ جنس دارد که جنس *Oxynoemacheilus* با ۱۲ گونه دارای بیشترین تعداد گونه است. با توجه به فقدان اطلاعات در مورد ویژگی‌های استخوان‌شناسی اعضای جنس *Oxynoemacheilus* در ایران، پژوهش حاضر با هدف فراهم آوردن اطلاعات پایه استخوان‌شناسی ساختار اسکلتی این جنس در ایران با انتخاب گونه بومی سگ‌ماهی جویباری پارس (*O. persa*) انجام شد. برای این مطالعه تعداد ۳۲ قطعه سگ‌ماهی پارس از رودخانه قره‌آقاج (حوضه رودخانه مند) استان فارس نمونه‌برداری و ۵ قطعه از آنها جدا و پس از رنگ آمیزی و شفاف‌سازی به منظور مطالعه استخوان‌شناختی مورد توصیف قرار گرفت. با توجه به مقایسه ویژگی‌های استخوان‌شناسی سگ‌ماهی جویباری پارس با دو گونه *O. bergianus* و *O. angorae* وجود ساختار متفاوت در نحوه اتصال آنتی‌مُرهای استخوان پیشانی و رشد کمتر نوار جانبی آن، نحوه اتصال استخوان پیشانی به آهیانه، توسعه یافتگی زائده خلفی-شکمی استخوان حلقه‌ای پروانه‌ای و وجود ۵ هیپورال در گونه *O. persa*، می‌تواند به عنوان ویژگی‌های اختصاصی استخوان‌شناختی این گونه در نظر گرفته شود. با توجه به ناکارایی صفات ریخت‌سنجی، شمارشی و الگوهای رنگی در مطالعات آرایه‌شناختی، نتایج تحقیق حاضر می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای مطالعات آتی اعضای این آرایه مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: لوچ ماهی، سگ‌ماهی پارس، استخوان‌شناسی، ریخت‌شناسی

مقدمه

جمله پیچیده‌ترین گروه فوق‌خانواده *Cobitoidea* است که هنوز روابط فیلوژنی آن به طور کامل مشخص نشده است (Prokofiev, 2010). زیرخانواده *Nemacheilinae* دارای ۷۲ جنس و ۷۹۳ گونه است که به طور مداوم گونه‌های جدید در حال معرفی شدن

سگ‌ماهیان جویباری زیرخانواده *Nemacheilinae*، ماهیانی کوچک هستند که بیشتر در آب‌های شیرین آسیا، اروپا و شمال شرقی آفریقا (اتیوپی) پراکنش دارند (Coad, 2014). این زیرخانواده از نظر آرایه‌شناسی از

* soheil.eagderi@ut.ac.ir

بازنگری است. این امر مستلزم بررسی‌های دقیق‌تر با استفاده از ویژگی‌های قابل اعتمادتر از جمله استخوان‌شناسی و بررسی‌های مولکولی است (Eagderi 2013; Shafee et al., 2013). امروزه پیکره اصلی رده‌بندی آرایه Nemacheilinae در دنیا بر اساس صفات استخوانی استوار است و جدیدترین کار جامع موجود در زمینه مطالعه فیلوژنی اعضای این زیرخانواده مربوط به دو مطالعه Prokofiev در سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ است که رده‌بندی جنس‌های این زیرخانواده را با استفاده از ویژگی‌های استخوان‌شناسی آرایه داده است و امروزه توسط بسیاری از پژوهشگران دنبال می‌شود (Esmaeili et al., 2010).

شناخت ساختار استخوانی و سازوکار ارتباط آن با سیستم ماهیچه‌ای می‌تواند اطلاعات با ارزشی را در مورد نحوه حرکت، تغذیه و شنای ماه در اختیار ما قرار دهد. افزون بر این، ویژگی‌های استخوان‌شناسی، جهت تشخیص و طبقه‌بندی ماهیان در سطح گونه و بالاتر مهم هستند و مرحله‌ای مقدماتی در بررسی‌های سیستماتیک و طبقه‌بندی ماهیان به شمار می‌آید (Helfman et al., 2009). بنابراین، پژوهش حاضر با هدف فراهم آوردن اطلاعات پایه پیرامون ویژگی‌های استخوان‌شناسی ساختار اسکلتی گونه بومی سگ‌ماهی جویباری پارسی *O. persa* انجام شد. از آنجا که اطلاعاتی در مورد ویژگی‌های استخوان‌شناسی اعضای جنس *Oxynoemacheilus* در ایران موجود نیست، نتایج بررسی حاضر می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای مطالعات آتی آرایه‌شناسی اعضای جنس *Oxynoemacheilus* مورد استفاده قرار گیرد و به شناخت بهتر ویژگی‌های زیست‌شناختی این گونه بومی کمک نماید.

در این خانواده هستند (Nelson, 2006; Berra, 2001; Eschmeyer and Fong, 2011). خانواده Nemacheilidae در ایران دارای ۸ جنس است که در این بین، جنس *Oxynoemacheilus* Bănărescu & Nalbant, 1966 با ۱۲ گونه، بیشترین تعداد گونه را دارد که البته هنوز وجود برخی از این گونه‌ها در آب‌های ایران تأیید نشده است (Coad, 2014).

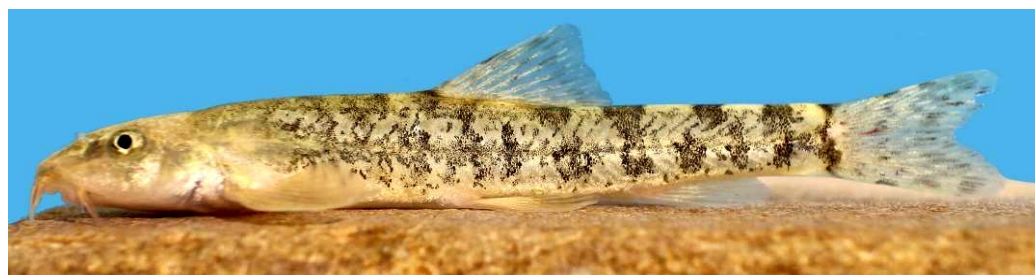
از بین اعضای جنس *Oxynoemacheilus*، گونه بومی سگ‌ماهی جویباری پارسی *O. persa* (شکل ۱) در سال ۱۸۴۷ توسط Heckel با عنوان *Cobitis persa* در ایران معرفی گردید که در سال ۲۰۱۱ این گونه به جنس *Oxynoemacheilus* منتقل شد (Coad, 2014). این گونه دارای باله‌های زوج بلند، ساقه دم کوتاه، عمیق و فشرده است. در این گونه، لب و سیلک‌ها دارای برجستگی‌های کوچک و شیاردار هستند. خط جانبی آن به طور مستقیم روی سطح جانبی امتداد دارد و باله دمی آن اندکی چنگالی با حاشیه نامنظم است. رنگ آنها نیز مایل به زرد با لکه‌های قهوه‌ای تا سیاه است. این گونه به عنوان *O. farsicus* (Nalbant & Bainco, 1998) در حوضه دریاچه نمک (در قم)، حوضه رودخانه کر (در نزدیکی پرسپولیس) و حوضه خلیج (رودخانه شور نزدیک دشت ارژن در زهکش رودخانه مند) نیز گزارش شده است (Coad, 2014). البته گزارش Bănărescu و Nalbant (۱۹۶۶) در مورد حضور این گونه در حوضه دریاچه ارومیه درست نبوده است (Coad, 2014).

آرایه‌شناسی گونه‌های این جنس در ایران بر اساس ویژگی‌های ریختی شامل ویژگی‌های ریخت‌سنجی و مرستیک و همچنین بر اساس الگوهای رنگی استوار است. از این رو، به نظر می‌رسد که وضعیت آرایه‌شناسی گونه‌های این جنس در ایران نیازمند یک

مواد و روش‌ها

در مجموع، تعداد ۳۲ قطعه سگ‌ماهی جویباری فارسی (*Oxynoemacheilus persa*) از رودخانه قره‌آقاج (حوضه رودخانه مند) ($51^{\circ} 51'E$ و $29^{\circ} 45'N$) در استان فارس با دستگاه الکتروشوکر نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها با استفاده از محلول گل میخک بیهوش و در فرمالین ۴ درصد بافری تثبیت شد، سپس برای مطالعات بعدی به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها پس از یک هفته به الکل ۷۲ درصد منتقل شدند. از ۳۲ قطعه ماهی، ۵ قطعه از آنها با طول‌های استاندارد: $40/8$ ، 38 ، $43/4$ ، $41/8$ و $40/2$ میلی‌متر برای رنگ‌آمیزی و شفاف‌سازی جدا شدند. برای مطالعه استخوان‌شناسی از روش رنگ‌آمیزی و شفاف‌سازی بر اساس پروتکل Taylor و Van Dyke (۱۹۸۵) استفاده شد. در این روش از رنگ آلسیان بلو برای رنگ‌آمیزی ساختارهای غضروفی، رنگ آلیزارین قرمز برای

رنگ‌آمیزی ساختارهای استخوانی، آنزیم تریپسین برای هضم بافت و گلیسرین برای شفاف‌سازی نمونه‌های تثبیت شده استفاده گردید. پس از شفاف‌سازی، قطعات استخوانی جدا و توسط دستگاه اسکنر Epson v700 مجهز به حمام گلیسرین اسکن شد. برای ترسیم ساختارهای استخوانی از روی عکس‌های اسکن شده از نرم‌افزار گرافیکی CorelDrawX6 استفاده گردید. نامگذاری ساختارهای استخوانی نیز بر اساس Prokofiev (۲۰۰۹ و ۲۰۱۰) انجام شد. ساختار استخوانی نمونه‌ها نیز توسط استریومیکروسکوپ (مدل Leica MS5، آلمان) بررسی و ویژگی‌های استخوان‌شناختی ساختار اسکلتی این گونه توصیف شد. سپس بر اساس نتایج توصیف استخوان‌شناسی *O. persa*، ویژگی‌های استخوان‌شناسی این گونه با گونه‌های *O. angorae* (Prokofiev, 2010) و *O. bergianus* (Jalili, 2013) که ویژگی‌های استخوان‌شناسی آنها در دسترس بود، مقایسه شدند.



شکل ۱- سگ‌ماهی جویباری *O. persa*

نتایج

جمع‌جمعه عصبی (neurocranium) در بخش قدامی باریک و کشیده و در بخش خلفی پهن و بیضی‌شکل است (شکل ۲). حداکثر عرض جمع‌جمعه عصبی ۵۳ درصد و حداکثر ارتفاع جمع‌جمعه عصبی ۲۶/۹ درصد حداکثر طول آن است. ناحیه اتموئید (ethmoid) ۲۵ درصد جمع‌جمعه عصبی را تشکیل می‌دهد. استخوان‌های

این ناحیه شامل استخوان‌های زوج اتموئید جانبی (lateral-ethmoid)، دو استخوان منفرد اتموئید فوقانی-اتمئید (supraethmoid-ethmoid)، پیش‌وُمر (prevomer) (شکل ۲)، استخوان پیش‌کامی (prepalatine)، پیش‌اتمئید II (preethmoid II)، سزاموئید (sesamoid) و کین اتموئید (kinethmoid) است (شکل ۳). استخوان پیش‌وُمر تقریباً مستطیلی‌شکل

بخش خارجی آن برابر و بر آن عمود است. استخوان کین اتموئید استوانه‌ای شکل است و به صورت عمودی در یک فضای رباطی قوی بین استخوان‌های فکی (maxilla) و پیش فکی (premaxilla) قرار گرفته است (شکل ۳). این استخوان در بخش میانی خود دارای دو زایده نوک تیز است. استخوان‌های زوج پیش اتموئید II نیز استوانه‌ای شکل بوده و مانند یک پل ارتباطی بین استخوان‌های فکی و پیش وُمر واقع شده است، به هر دو استخوان مفصل می‌شوند. همچنین، حاشیه خارجی پیش اتموئید II توسط استخوان پیش کامی احاطه شده است (شکل ۳). سزاموئید استخوانی شده در رباط لبی قرار گرفته است. این استخوان به صورت دو دایره کوچک با فاصله از هم در ناحیه قدامی مجموعه دیده می‌شود (شکل ۳).

ناحیه حدقه‌ای (orbital) مجموعه عصبی شامل: استخوان‌های پیشانی، حدقه‌ای پروانه‌ای، پیرامون پروانه‌ای، بالی پروانه‌ای (ptersphenoid) و اسکروتیک (sclerotic) است (شکل ۲). استخوان پیشانی، بزرگ‌ترین استخوان مجموعه عصبی است و حداکثر عرض آن ۸۸/۵ درصد حداکثر طول آن است. این استخوان در بخش قدامی باریک و در ناحیه خلفی، در محل اتصال به استخوان بالی پروانه‌ای پهن تر می‌شود (شکل ۲-A). دو آنتی‌مُر پیشانی در بخش خلفی از یکدیگر جدا می‌شوند و در تشکیل بخش قدامی ملاج (fontanelle) شرکت دارند و در قسمت میانی همپوشانی دارند (شکل ۲-A). در ناحیه اتصال استخوان پیشانی به استخوان آهیانه، یک استخوان کوچک به شکل تقریباً دایره‌ای وجود دارد که به صورت آزاد بین دو استخوان قرار گرفته است (شکل ۲-A). این استخوان تنها در یک طرف وجود دارد و در برخی در سمت چپ و برخی دیگر در سمت راست استقرار دارد.

و دارای دو لوب قدامی و دو لوب خلفی است که لوب‌های قدامی بزرگتر از لوب‌های خلفی هستند. این استخوان در قسمت جانبی خود به بال‌های اتوپالاتین (autopalatine) و در ناحیه خلفی به استخوان حدقه‌ای-پروانه‌ای (orbitosphenoid) متصل است (شکل‌های ۲-C و ۳-C). استخوان‌های سزاموئید، کین اتموئید، پیش کامی (prepalatin) و پیش اتموئید II در بخش قدامی پیش وُمر واقع شده‌اند (شکل ۳). استخوان پیرامون پروانه‌ای (parasphenoid) به ناحیه شکمی پیش وُمر متصل می‌گردد و تقریباً بیش از نیمی از سطح پیش وُمر را در بر می‌گیرد (شکل ۲-C). استخوان اتموئید فوقانی-اتمئید (supraethmoid) در بخش قدامی و خلفی پهن است و در ناحیه میانی باریک می‌شود (شکل ۱-A). این استخوان روی خط میانی ناحیه پشتی پیش وُمر عمود شده است و حاشیه قدامی آن کمی جلوتر از استخوان پیش وُمر قرار دارد (شکل ۲-B). استخوان اتموئید فوقانی-اتمئید در ناحیه پشتی-قدامی دارای یک فرورفتگی است که توسط غضروف اتموئید پُر شده است که دارای دو بال است. استخوان اتموئید فوقانی-اتمئید در ناحیه پشتی-خلفی با اتصالی زیگزاکی به استخوان پیشانی (frontal) متصل می‌گردد (شکل ۲-A).

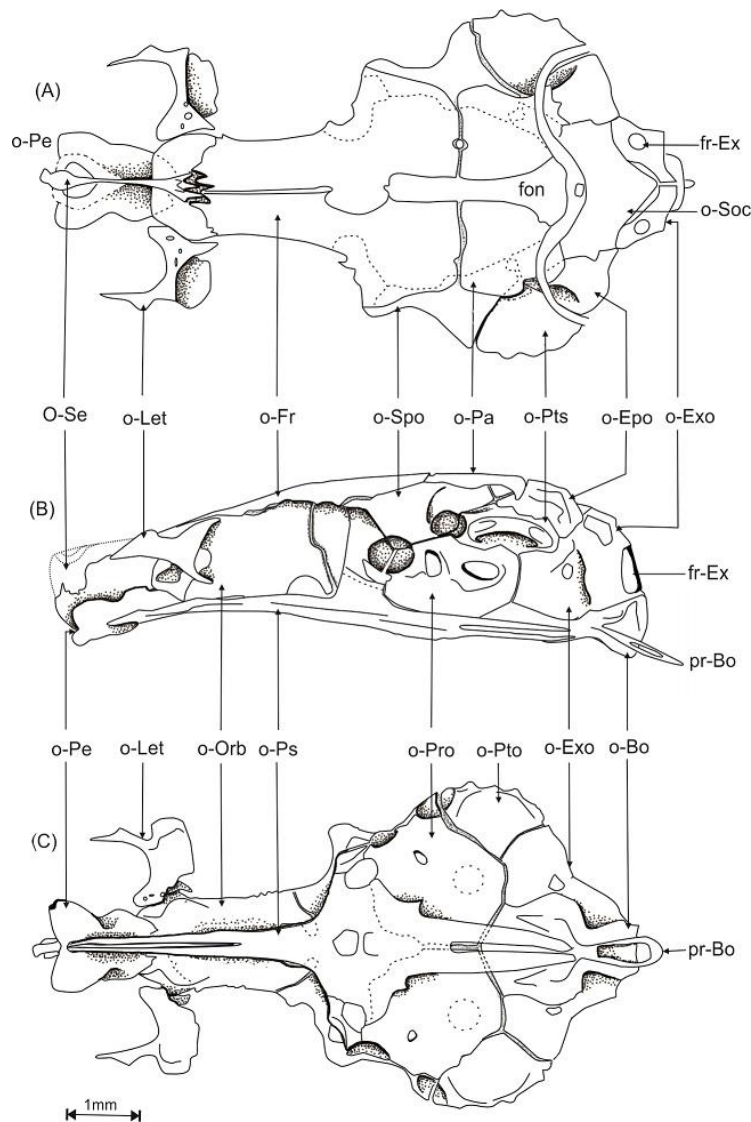
دو استخوان اتموئید جانبی (lateral-ethmoid) در دو طرف ناحیه اتموئید واقع شده است (شکل ۲). این استخوان‌ها دارای دو بال است که اتموئید جانبی را به دو بخش داخلی و خارجی تقسیم می‌کند (شکل ۲). روی بخش خارجی یک زایده چنگال‌مانند وجود دارد و بخش داخلی، حاشیه قدامی ناحیه حدقه چشم را شکل می‌دهد. اتموئید جانبی از بخش جانبی-داخلی خود به استخوان حدقه‌ای پروانه‌ای متصل است (شکل ۲-B). طول زایده چنگالی اتموئید جانبی تقریباً با طول

ناحیه شنوایی (otic) مجموعه عصبی شامل استخوان‌های آهیانه (parietal)، پروانه‌ای (sphenotic)، پتراتییک (pteroitic)، پرواتییک (prootic) و اپی‌اتییک (epiotic) است (شکل ۲). استخوان‌های زوج آهیانه در ناحیه قدامی پهن‌تر از ناحیه خلفی هستند. این جفت استخوان از یکدیگر جدا است و در تشکیل ملاج شرکت دارند (شکل ۲-A). این استخوان در ناحیه جانبی-قدامی به استخوان پروانه‌ای متصل است و با آن همپوشانی دارد (شکل ۲-A). در ناحیه خلفی-جانبی آهیانه، استخوان پتراتییک واقع شده اما اتصالی بین آنها وجود ندارد (شکل ۲-B). استخوان پروانه‌ای در ناحیه قدامی، دارای زائده‌ای مثلی شکل است که به طرف استخوان بالی پروانه‌ای متمایل می‌شود (شکل ۲-B). استخوان پروانه‌ای در بخش قدامی به استخوان بالی پروانه‌ای و در ناحیه قدامی-شکمی نیز به استخوان پرواتییک متصل است (شکل ۲-B). سه استخوان پروانه‌ای، بالی پروانه‌ای و پرواتییک مفصل قدامی فکی لامی را تشکیل می‌دهند (شکل ۲-B و C). استخوان پروانه‌ای همچنین با اتصال به استخوان پتراتییک در بخش خلفی-شکمی در تشکیل مفصل خلفی فکی لامی شرکت می‌کند (شکل ۲-A و C). این مفصل از فرورفتگی قدامی کوچک‌تر است (شکل ۲-B). در ناحیه پشتی-خلفی پروانه‌ای یک کانال داخلی با ساختار لوله‌ای وجود دارد که انتهای این کانال به مفصل خلفی فکی لامی رسیده و ابتدای آن به استخوان فوق پس سری می‌رسد. استخوان پتراتییک به همراه اپی‌اتییک حاشیه جانبی-خلفی مجموعه عصبی را تشکیل می‌دهد و حداکثر عرض مجموعه عصبی در این قسمت است (شکل ۲-A). پتراتییک مخروطی شکل است و در ناحیه شکمی به استخوان‌های پس سری خارجی (exoccipital) و پرواتییک، در ناحیه پشتی-قدامی به استخوان پروانه‌ای

استخوان پیشانی در ناحیه جانبی-قدامی به استخوان حدقه‌ای پروانه‌ای (شکل ۲-B) و در ناحیه جانبی-خلفی به استخوان پروانه‌ای (sphenotic) (شکل ۲-A) متصل است و استخوان بالی پروانه‌ای به بخش میانی استخوان پیشانی متصل می‌گردد (شکل ۲-B). در نمای شکمی، استخوان پیرامون پروانه‌ای درازترین استخوان این مجموعه است که روی خط میانی-شکمی مجموعه واقع شده است (شکل ۲-C). این استخوان در ناحیه خلفی و قدامی باریک است و در ناحیه میانی پهن شده و به شکل دو زائده بال مانند در آمده است. استخوان پیرامون پروانه‌ای از استخوان پیش و مُر تا استخوان قاعده‌ای پس سری (basioccipital) کشیده شده است به طوری که بیش از نصف پیش و مُر و نصف استخوان قاعده‌ای پس سری را در بر می‌گیرد و به علاوه به استخوان‌های حدقه‌ای پروانه‌ای، بالی پروانه‌ای (در ناحیه باله‌ها و بالاتر از باله‌ها) و پرواتییک نیز اتصال دارد (شکل ۲-C). استخوان پیرامون پروانه‌ای در ناحیه خلفی و قدامی دو شاخه شده است (شکل ۲-C). استخوان حدقه‌ای پروانه‌ای در تشکیل تیغه حدقه چشم شرکت دارد و در حاشیه آن نیز استخوان ناحیه بالی پروانه‌ای قرار دارد (شکل ۲-B). این استخوان در قسمت خلفی-شکمی خود دارای یک زائده کشیده شده به سمت استخوان پیرامون پروانه‌ای است و منفذی را تشکیل می‌دهد که محل عبور اعصاب بینایی است (شکل ۲-2-A). استخوان بالی پروانه‌ای شکل منظمی ندارد و حاشیه خلفی حدقه چشم را تشکیل می‌دهد (شکل ۲-B). این استخوان با استخوان‌های پیشانی و پیرامون پروانه‌ای نیز همپوشانی دارد. استخوان اشکی (lacrimal) در بخش قدامی حدقه کاهش یافته، دارای یک نوار بسیار باریک با ساختاری لوله‌ای است. دو استخوان اسکلووتیک نیز در بخش قدامی و خلفی آن واقع شده است.

بزرگ استخوان پرواتیک روی خط میانی شکمی
 مجموعه عصبی قرار گرفته است (شکل ۲-۲C).
 آنتی مُرهای این استخوان در ناحیه خلفی به هم متصل
 است و در ناحیه قدامی از یکدیگر فاصله می گیرند و
 فضای Vمانندی را ایجاد می کند. در ناحیه قدامی-
 جانبی این استخوان یک حفره وجود دارد که علاوه بر
 پرواتیک استخوان های بالی پروانه ای و اطراف پروانه ای
 نیز در تشکیل آن شرکت دارند (شکل ۲-۲C).

و در ناحیه پشتی خلفی به استخوان اپی اتیک متصل
 می شود (شکل ۲-۲A). در رأس این مخروط استخوان های
 پروانه ای و اپی اتیک به هم متصل می شوند (شکل ۲-۲A).
 استخوان اپی اتیک به دلیل وجود برآمدگی و
 فرورفتگی ها، به صورت حفره ای شبیه اتاقک درآمده
 است. استخوان اپی اتیک در بخش خلفی به استخوان
 پس سری خارجی و در قسمت جانبی-داخلی به استخوان
 فوق پس سری متصل می شود (شکل ۲-۲A). دو قطعه

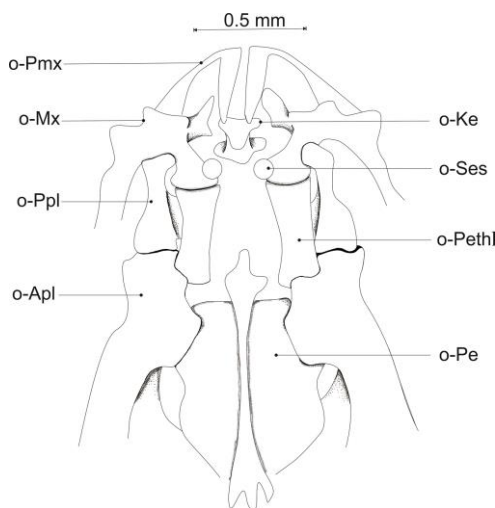


شکل ۲- مجموعه عصبی گونه *Oxynoemacheilus persa* نمای پشتی (A)، نمای جانبی (B) و نمای شکمی (C).

Bo: basioccipital; Epo: epiotic; Exo: exoccipital; fon: fontanelle; fr-Exo: foramen exoccipital; Fr: frontal; Let: lateral ethmoid; Orb: orbitosphenoid; Pa: parietal; Pe: prevomer; Pro: prootic; pr-Bo: basioccipital process; Ps: parasphenoid; Pto: pterotic; Pts: pterosphenoïd; Se: supraethmoid-ethmoid; Soc: supraoccipital; Spo: sphenotic.

بوده و دارای سوراخ‌های بزرگ (foramen exoccipitalis) است (شکل ۲-B). این جفت استخوان کمی جلوتر از استخوان فوق پس سری قرار دارند و دیوار پشتی جانبی فورامن مگنوم را شکل می‌دهند. استخوان قاعده‌ای پس سری در بخش قدامی مثلثی شکل و در بخش میانی کمانی شکل و پهن تر است. در بخش خلفی این استخوان دو زائده وجود دارد که در انتها به هم رسیده، زائده قاعده‌ای پس سری (basioccipital process) را تشکیل می‌دهند (شکل ۲-C). استخوان قاعده‌ای پس سری به نخستین مهره متصل می‌شود.

ناحیه پس سری خلفی‌ترین ناحیه جمجمه و شامل سه استخوان: فوق پس سری (supraoccipital)، پس سری خارجی و قاعده‌ای پس سری است. یک کانال استخوانی نیز در این ناحیه مشاهده می‌شود (شکل ۲). استخوان فوق پس سری استخوانی منفرد است و در بخش قدامی مقعر شده، بخش خلفی ملاح را شکل می‌دهد (شکل ۲-A). حاشیه خلفی این استخوان مثلثی شکل است (شکل ۲-A). این استخوان در بخش خلفی بین دو استخوان پس سری خارجی واقع شده است (شکل ۲-A). استخوان پس سری خارجی بزرگ



شکل ۳- استخوان‌های موجود در بخش قدامی ناحیه اتموئید *O. persa*

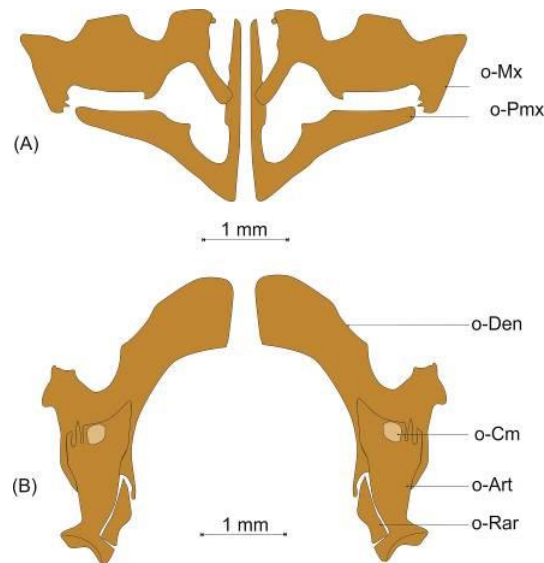
O.Apl: autopalatine; o-Ke: kinethmoid; o-Mx: maxilla; o-Pe: prevomer; o-PethII: preethmoidII; o-Pmx: premaxilla; o-Ppl: prepalatine; o-Ses: sesamoid.

استخوان دارای یک زائده عمودی (ascending process) و یک زائده افقی (alveolar process) است. فک پایین شامل استخوان‌های دندان (dentary)، مفصلی (articulare)، کرونیومکلیان (coronomeckelian) و رتروآرتیکولار (retroarticulare) است (شکل ۴-B). استخوان دندان دارای دو زائده افقی و عمودی است که زائده افقی آن بزرگ‌تر است. در حاشیه شکمی این استخوان یک

در جمجمه احشایی (branchiocranium)، فک بالا شامل دو استخوان فکی و پیش فکی است (شکل ۴-A). قسمت میانه استخوان فکی پهن تر از دو انتهای آن است. این استخوان در بخش داخلی دارای دو زائده استوانه‌ای شکل است که زائده پایینی بزرگ‌تر از زائده بالایی است و در انتها دارای یک برجستگی کوچک است. استخوان‌های پیش فکی باریک و L مانند است و در ناحیه شکمی دارای انحنا است (شکل ۴-A). این

دارای یک فرورفتگی جهت مفصل شدن با استخوان مربعی (quadrate) است و در ناحیه شکمی ساختاری لوله‌ای دارد. در ناحیه شکمی-قدامی استخوان مفصلی، استخوان تقریباً دایره‌ای شکل کرونومکلین قرار دارد (شکل ۴-ب).

برجستگی باریک و بلند وجود دارد که به استخوان استوانه‌ای شکل رتروآرتیکولار متصل می‌گردد. بخش قدامی استخوان مفصلی دنداندار و پهن تر از بخش خلفی آن است و به بخش خلفی استخوان دندانانی متصل می‌گردد (شکل ۴-ب). بخش خلفی استخوان مفصلی



شکل ۴- استخوان‌های فک بالا (A) و فک پایین (B) گونه *O. persa*

Art: articulare; Cm: coronomeckelian; Den: dentale; Mx: Maxilla; Pmx: Premaxilla; Rar: retroarticulare.

نیز دو زائیده وجود دارد که زائیده قدامی بزرگتر و پهن تر از زائیده خلفی است. زائیده بزرگتر با استفاده از رباط به استخوان‌های بین لامی و ساده متصل می‌گردد و زائیده کوچک تر روی استخوان پیش سرپوش آبششی قرار می‌گیرد. در حاشیه خلفی-پشتی فکی لامی برجستگی مفصلی آبششی (opercular condyle) که محل مفصل شدن با استخوان سرپوش آبششی است، قرار دارد (شکل ۵). استخوان ساده، کوچک و مثلثی است و رأس آن در فرورفتگی استخوان مربعی قرار دارد (شکل ۵). لبه خلفی استخوان ساده دارای یک فرورفتگی نیم‌دایره‌ای است، این استخوان در بخش

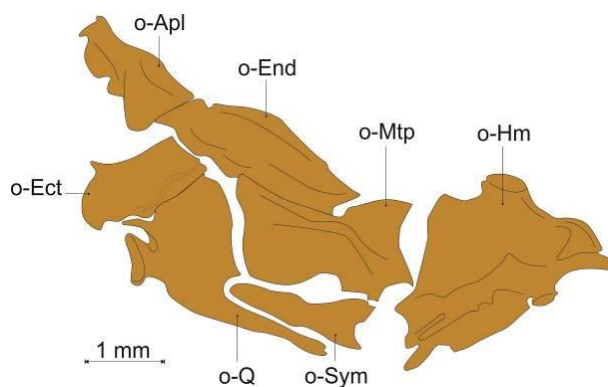
مجموعه استخوان‌های فک آویز (suspensorium) شامل استخوان‌های فکی لامی (hyomandibular)، ساده (symplectic)، رجلی پشتی (metapterygoid)، رجلی داخلی (endopterygoid)، رجلی خارجی (ectopterygoid)، مربعی و اتوپالاتین است (شکل ۵). استخوان فکی لامی دارای برجستگی‌ها و فرورفتگی‌های متعددی است و بخش پشتی آن پهن تر از بخش شکمی است. در حاشیه پشتی این استخوان دو برجستگی مفصلی (hyomandibular condyles) وجود دارد (شکل ۵). در پشت برجستگی مفصلی خلفی یک زائیده کوچک مثلثی وجود دارد. در بخش شکمی فکی لامی

این استخوان، استخوان پارویی شکل زیرسرپوش دیده می‌شود که بخش خلفی آن پهن تر است. استخوان پیش سرپوش آبششی دارای زاویه ملایم بوده و بخش افقی آن روی استخوان بین سرپوش آبششی واقع شده است. استخوان بین سرپوش آبششی مستطیلی شکل بوده اما بخش قدامی آن باریک تر و نوک تیز شده است. بخش خلفی این استخوان پهن است.

مجموعه کمان‌های آبششی شامل چهار استخوان منفرد قاعده‌ای آبششی (basibranchial)، سه استخوان زوج زیر آبششی (hypobranchial)، پنج استخوان زوج غضروفی آبششی (ceratobranchial)، چهار استخوان زوج فوق آبششی (epibranchial) و سه استخوان حلقی آبششی (inpharyngobranchial) است (شکل ۷). نخستین استخوان قاعده‌ای آبششی بزرگترین و چهارمین قاعده‌ای آبششی کوچک‌ترین آنها است (شکل ۷). قاعده آبششی‌های اول و دوم دارای رأس پهن و سومی استوانه‌ای شکل است. استخوان‌های زیر آبششی ناحیه خلفی کوچک تر هستند. پنج جفت استخوان غضروفی آبششی، بزرگترین استخوان‌های مجموعه کمان آبششی هستند. این استخوان‌ها به شکل نوار باریک هستند که آخرین آنها تغییر شکل یافته و به دندان حلقی تبدیل شده است (شکل ۷). چهار جفت استخوان فوق آبششی در محل اتصال با استخوان‌های غضروفی آبششی پهن و در مجاورت حلقی آبششی باریک می‌گردند (شکل ۷). دو جفت استخوان حلقی آبششی قدامی، میله‌ای شکل هستند و سومین استخوان حلقی آبششی بسیار کوچک است. این استخوان‌ها به صورت افقی روی استخوان فوق آبششی قرار گرفته‌اند (شکل ۷). استخوان حلقی آبششی قدامی کوچک تر از میانی است.

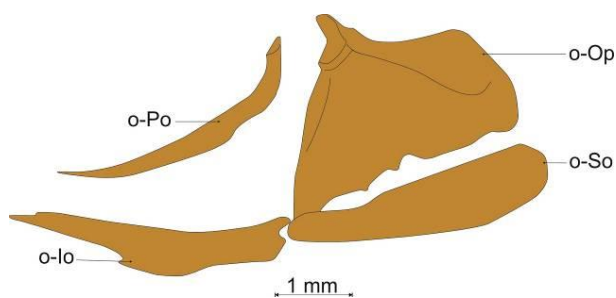
پشتی به استخوان‌های رجلی پشتی متصل می‌شوند. استخوان رجلی پشتی در حاشیه قدامی به استخوان مربعی متصل شده است. در بخش پشتی-خلفی این استخوان یک زائده وجود دارد که استخوان رجلی داخلی در جلوی آن واقع شده است. استخوان رجلی داخلی تقریباً مستطیلی شکل است و در بخش قدامی به استخوان اتوپالاتین و در بخش شکمی-قدامی به استخوان رجلی خارجی متصل می‌گردد. استخوان رجلی خارجی نیز مستطیلی است و کوچک تر از رجلی داخلی است و در جلوی استخوان مربعی قرار دارد. استخوان مربعی در بخش قدامی پهن تر از بخش خلفی است، بخش خلفی این استخوان تا لبه خلفی استخوان ساده امتداد دارد. در بخش قدامی استخوان مربعی یک برجستگی جهت مفصل شدن با فک پایین (استخوان مفصلی) وجود دارد. در بالای این فرورفتگی یک زائده مثلثی دیده می‌شود. استخوان اتوپالاتین، استوانه‌ای شکل بوده و بخش خلفی آن پهن تر از بخش قدامی آن است. در بخش قدامی آن دو برجستگی وجود دارد که برجستگی بزرگتر محل اتصال استخوان پیش کامی و برجستگی دیگر محل اتصال پیش اتموئید II است. استخوان اتوپالاتین دارای حفره‌های کوچک منفذدار است.

مجموعه استخوان‌های سرپوش آبششی شامل سرپوش آبششی، زیر سرپوش آبششی (subopercule)، بین سرپوش آبششی (interopercule) و پیش سرپوش آبششی (preopercule) است (شکل ۶). استخوان سرپوش آبششی بزرگترین استخوان این مجموعه است و در حاشیه قدامی-پشتی یک فرورفتگی جهت مفصل شدن با استخوان فکی لامی دارد. در زیر



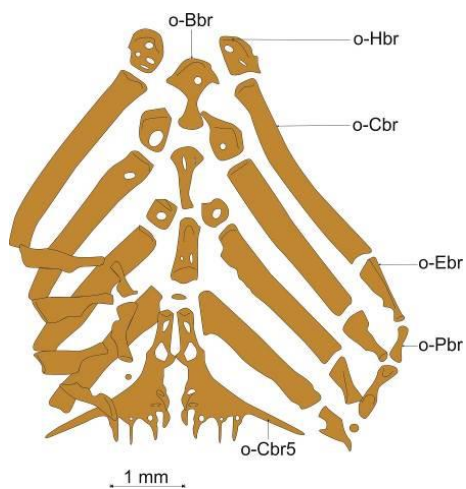
شکل ۵- استخوان‌های فک آویز، سقف دهان، گونه *O. persa*

Apl: autopalatine; Ect: ectopterygoid; End: endopterygoid; Hm: hyomandibulare; Mtp: metapterygoid; Q: quadrate; Sym: symplectic.



شکل ۶- استخوان‌های سرپوش آبششی گونه *O. persa*

Io: interopercule; Op: opercule; Po: preopercule; So: subopercule.



شکل ۷- استخوان‌های کمان آبششی گونه *O. persa*

Bbr: basibranchial; Cbr: ceratobranchial; Cbr5: fifth ceratobranchial; Ebr: epibranchial; Hbr: hypobranchial; Pbr: inphrpharyngobranchial.

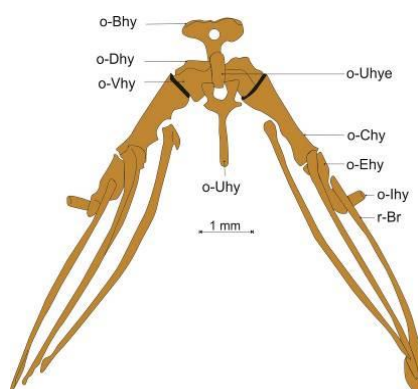
کاملاً باریک شده و روی آن ستیغ‌هایی دیده می‌شود. کمر بند سینه‌ای شامل استخوان‌های فوق گیجگاه (supratemporal)، پشت گیجگاه (posttemporal)، فوق‌غرابی (dupracleithrum)، غرابی (cleithrum)، ترقوه (coracoid)، ترقوه میانی (mesocoracoid)، کتف (scapula) و رادیال (radial) است (شکل ۹). استخوان پشت گیجگاه باریک و مستطیلی است و روی استخوان اپی‌آتیک قرار دارد که استخوان کوچک مستطیلی فوق گیجگاه در قسمت خلفی-جانبی این استخوان جوش خورده است (شکل ۹-A). هر دوی این استخوان‌ها در فرورفتگی جانبی-قدامی استخوان فوق‌غرابی واقع می‌شوند (شکل ۹-A). استخوان کشیده شده فوق‌غرابی به صورت خلفی به استخوان غرابی متصل است. این استخوان در بخش‌های قدامی و خلفی باریک و به صورت زائده‌هایی درآمده است اما در بخش میانی پهن شده است (شکل ۹-A). استخوان غرابی بزرگ با تیغه‌های کشیده و بلند است که به استخوان‌های کتف و ترقوه متصل می‌شود (شکل ۹-B). بین ترقوه و غرابی استخوان باریک ترقوه میانی واقع شده است. استخوان کتف بین استخوان‌های ترقوه و غرابی قرار گرفته و در بخش میانی خود دارای یک سوراخ بزرگ است (scapula foramen). تعداد ۴ جفت رادیال سینه‌ای وجود دارد که از داخل به خارج کوچک‌تر و پهن‌تر می‌شود (شکل ۹-B).

باله لگنی شامل استخوان‌های لگنی زوج (pelvic bones) و رادیال‌ها (radial) است (شکل ۱۰). استخوان‌های لگنی بزرگ و تیغه‌ای شکل است و در بخش خلفی پهن‌تر از بخش قدامی است. در ناحیه خلفی استخوان لگنی یک زائده (process of ischiadicus) وجود دارد و در حاشیه جانبی بخش خلفی نیز زائده‌ای

کمان هیوئید شامل استخوان‌های زوج بین لامی (interhyal)، فوق لامی (epihyal)، غضروفی لامی (ceratohyal)، زیر لامی (hypohyal)، اوروهیال اضافه (urohyal extra)، استخوان‌های منفرد قاعده‌ای لامی (basihyal)، اوروهیال (urohyal) و سه زوج استخوان‌های شعاع پایه آبششی (branchiostegale) است (شکل ۸). بین لامی استخوانی کوچک و استوانه‌ای شکل است که توسط یک رباط به استخوان ساده و فکی لامی متصل می‌شود. استخوان بین لامی به صورت عمود روی فوق لامی قرار گرفته است. بخش قدامی فوق لامی به استخوان غضروفی لامی مفصل می‌شود. استخوان غضروفی لامی تقریباً نواری شکل است و دو زوج استخوان شعاع پایه آبششی به آن متصل است و یک جفت از آن نیز بین دو استخوان غضروفی لامی و فوق لامی واقع شده است. استخوان‌های زیرلامی کوچک بوده و دارای برجستگی‌های کوچکی است. در هر طرف، دو استخوان زیر لامی شامل استخوان‌های زیرلامی پشتی و شکمی (Dorsal and ventral hypohyals) وجود دارد که بین استخوان‌های غضروفی لامی و اوروهیال اضافی قرار گرفته و به آن مفصل می‌شوند (شکل ۸). دو استخوان کوچک و استوانه‌ای شکل به نام اوروهیال اضافی بین استخوان‌های زیرلامی واقع شده است. استخوان دیگری که روی استخوان اوروهیال اضافی وجود دارد، استخوان منفرد قاعده‌ای لامی است که به شکل T است و دارای یک فرورفتگی است. قطعه دیگر کمان هیوئید استخوان اوروهیال است که در بخش قدامی پهن است و دارای یک فرورفتگی نیم دایره‌ای شکل است. اندکی پایین‌تر از این فرورفتگی استخوان از دو طرف کشیده شده و به شکل مثلث درآمده است، بخش خلفی این استخوان

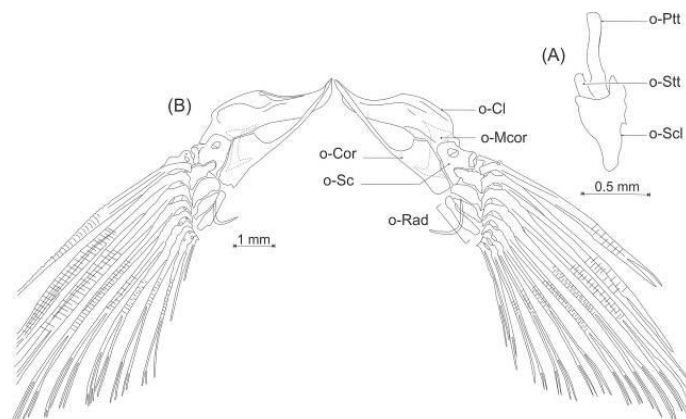
بخش قدامی شکافی را ایجاد می کنند. رادیال‌ها روی زائده جانبی واقع شده‌اند. تعداد رادیال‌ها سه جفت است که داخلی‌ترین آنها بسیار بزرگتر از سایرین است و شعاع‌های باله روی آن قرار می گیرند. یک شعاع pelvic splint غیرمنشعب، ۷ شعاع منشعب و یک pelvic splint (استخوان پوستی پایه باله لگنی) در این باله وجود دارد.

(process of iliacus) با حاشیه قدامی قوسی شکل با چین‌های مثلثی کوچک دیده می شود و روی آن نیز صفحاتی جهت اتصال شعاع‌ها قرار دارد که در این ناحیه دارای بیشترین پهنا است. دو قطعه استخوان لگنی در بخش خلفی این زائده به هم متصل می شوند. دو قطعه استخوان لگنی مجاور به طور کامل متصل نیست و در



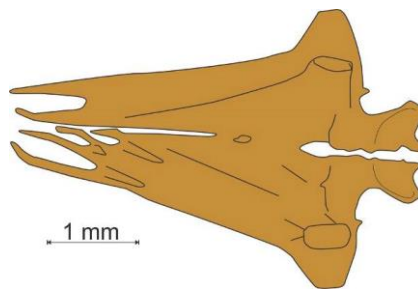
شکل ۸: مجموعه استخوان‌های کمان هیونید گونه *O. persa*

Bhy: basihyal; Br: branchiostegale; Chy: ceratohyal; Dhy and Vhy: dorsal and ventral hypohyal; Ehy: epihyal; Ihy: interhyal; Uhy: urohyal; Uhye: urohyal extra.



شکل ۹- کمریند سینه‌ای گونه *O. persa*

Cl: cleithrum; Cor: coracoid; Mcor: mesocoracoid; Ptt: posttemporal; Rad: ossified pectoral radial; Sc: scapula; Scl: supracleithrum; Stt: supratemporal.



شکل ۱۰- استخوان‌های لگنی زوج باله لگنی گونه *O. persa*

متصل باشد (شکل ۱۱). هیپورال ۲ از اورستیل منشأ گرفته (autogenous) است به صورتی که به پله اورستیل در ناحیه قدامی متصل است. هیپورال‌های ۳، ۴ و ۵ در زیر قطعه پله اورستیل قرار می‌گیرند و به آن متصل می‌گردند. قطعه پله اورستیل بلند و از اورستیل منشأ گرفته است. در قسمت بالای این استخوان باقیمانده کمان عصبی ناقص وجود دارد و به مهره جوش می‌خورد. در بالای این قطعه اپی‌ارال منفرد و تقریباً نواری شکل وجود دارد و می‌تواند به پله اورستیل متصل یا جدا باشد. کمان عصبی مهره پره‌ارال ۲ در حاشیه بالایی خود (محلی که به شعاع‌ها متصل می‌شود) به صورت منشعب است و نسبت به سایر خارهای عصبی مهره‌ها بزرگتر و پهن‌تر است (از نظر اندازه با مهره قبلی تفاوت چندانی ندارد). کمان عصبی این مهره طولی‌تر و باریک‌تر از کمان خونی است. خارهای خونی اسکلت محوری از بخش خلفی به بخش قدامی بدن کوچک‌تر می‌شوند و دو خار پره‌ارال ۲ و ۳ بلندترین خارهای خونی به شمار می‌روند.

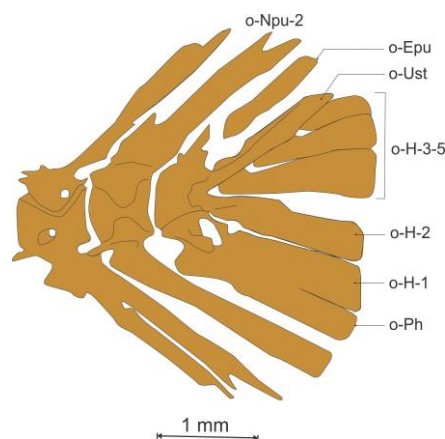
کانال‌های حسی شامل فوق چشمی (supraorbital)، زیرچشمی (infraorbital)، کانال جانبی (lateral)، کانال فکی-پیش سرپوش آبخشی (preoperculo-mandibular) و منفرد فوق گیجگاه (ارتباطی) (supratemporal commissure) است (شکل ۱۲). کانال زیرچشمی از ابتدای پوزه (استخوان فکی) شروع می‌شود و تا بخش خلفی حدقه چشم امتداد دارد و به کانال فوق چشمی در ناحیه خلفی حدقه متصل می‌شود. تعداد منافذ خارجی این کانال ۱۲ عدد است (شکل ۱۲). کانال فوق چشمی از ناحیه اتموئید فوقانی-اتموئید شروع و ناحیه فوقانی حدقه را در بر می‌گیرد. تعداد منافذ خارجی این کانال نیز ۵ عدد است (شکل ۱۲). کانال

در اسکلت محوری تعداد کل مهره‌ها ۳۴-۳۵ عدد است که چهار مهره اول آن در تشکیل دستگاه وبر (Weberian apparatus) شرکت دارند. مهره‌های دارای خارهای خونی، از مهره ۱۸-۱۹ شروع می‌شود. باله پشتی دارای ۴-۵ شعاع غیرمنشعب و $7\frac{1}{2}$ شعاع منشعب و باله مخرجی دارای ۳-۴ شعاع غیرمنشعب و $5\frac{1}{2}$ شعاع منشعب است. نخستین پتریجیوفور (pterygiophore) باله پشتی به یازدهمین و در برخی نمونه‌ها به دوازدهمین مهره و اولین پتریجیوفور باله مخرجی به بیست و دومین یا بیست و سومین مهره می‌رسد. در بین خارهای خونی و عصبی اسکلت محوری، دو شاخگی‌هایی نیز وجود دارد مانند سی و دومین خار خونی و سی و سومین خار عصبی.

آخرین جسم مهره (urostyle)، پیش شعاع (principal rays)، شعاع‌های اصلی (principal rays) و مجموعه‌ای از زواید استخوانی شامل ۵ استخوان هیپورال (hypurale)، پله اورستیل (pleurostyle)، اپی‌ارال (epurale)، کمان عصبی ناقص (rudimentary neural arch) و پارهیپورال (parhypurale) اسکلت باله دمی را تشکیل می‌دهند (شکل ۱۱). آخرین جسم مهره از جوش خوردگی سه مهره Preural-1، Ural-1 و Ural-2 تشکیل می‌شود. پارهیپورال در واقع همان کمان خونی تغییر شکل یافته است که بلند شده و به مهره مفصل شده است، روی این استخوان زایده parhypurapophysis وجود دارد. گونه *O. persa*، دارای پنج هیپورال است که کوچکترین آن هیپورال پنجم است. در بالای پارهیپورال، هیپورال ۱ وجود دارد (شکل ۱۱). این قطعه استخوان توسط زایده‌ای کوچک به مهره مفصل شده و ممکن است در امتداد طول خود به طور کامل و یا تنها به بخشی از آن

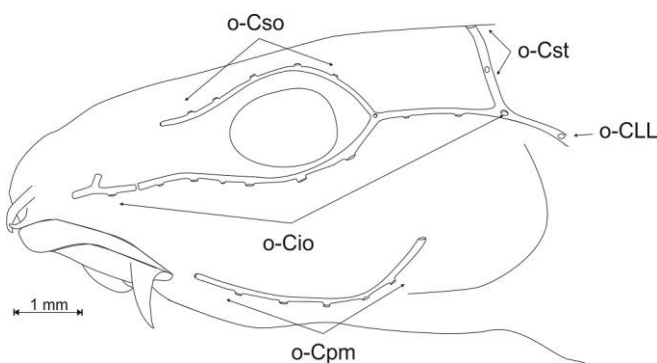
روی استخوان پتراتییک منشأ می‌گیرد و از روی استخوان‌های اپی‌اتییک و فوق‌پس‌سری و قسمت خلفی استخوان آهیانه نیز می‌گذرد. این کانال در ناحیه فوق‌پس‌سری استخوانی است. تعداد منافذ خارجی روی این کانال سه عدد است (شکل ۱۲).

زیرچشمی با رسیدن به استخوان پتراتییک دو شاخه می‌شود. یکی از این شاخه‌ها به کانال فوق‌گیجگاهی متصل می‌شود و دیگری به سمت تنه پیش‌رفته، به کانال خط جانبی متصل می‌گردد. تعداد منافذ خارجی موجود روی این کانال پنج عدد است. کانال فوق‌گیجگاهی از



شکل ۱۱- باله دمی گونه *O. persa*

Epu: epurale; H: hypurale; Npu-2: neural process of the second preural centrum; Ph: parhypurale; Ust: pleurostyle.



شکل ۱۲- سیستم حسی جانبی گونه *O. persa*

Cio: infraorbital canal; CLL: lateral canals; Cpm: preoperculo-mandibular canal; Cso: supraorbital canal; Cst: Supratermporal commissure.

O. bergianus و *O. angorae*) که در ایران گزارش شده‌اند، تفاوت‌های متعددی در استخوان‌های مجموعه عصبی و باله دمی نشان داد. بارزترین تفاوت‌ها مربوط به ساختار اسکلت باله دمی به ویژه در تعداد صفحات هیپورال است. در گونه *O. persa* پنج صفحه هیپورال،

بحث

مطالعه حاضر توصیفی از ویژگی‌های ساختار اسکلتی گونه سگ‌ماهی پارس را برای نخستین بار ارائه داد. مقایسه ساختار اسکلتی گونه سگ‌ماهی جویباری (*O. persa*)، با دو گونه دیگر این جنس

و در گونه‌های *O. angorae* (Prokofiev, 2010) و *O. bergianus* (Jalili, 2013) شش استخوان هیپورال وجود دارد. ساختار اسکلتی دم در ماهیان از جمله ساختارهای با ارزش به ویژه در مطالعه روابط آرایه‌های ماهیان است (Fujita, 1989). از این رو، تفاوت‌های مشاهده شده در این ساختار اسکلتی می‌تواند به عنوان ویژگی‌های آرایه‌شناختی اعضای جنس *Oxynoemacheilus* مورد استفاده قرار گیرد (Prokofiev, 2010).

Prokofiev (۲۰۱۰) به متصل شدن استخوان اتموئید جانبی به اتموئید فوقانی-اتمئید در لوچ ماهیان اشاره کرده است در حالی که در گونه‌های *O. persa* و *O. bergianus* استخوان اتموئید جانبی به استخوان حدقه‌ای پروانه‌ای متصل است. گونه سگ‌ماهی پاری در حاشیه خارجی زایده چنگالی استخوان اتموئید جانبی خود دارای یک فرورفتگی است که در گونه‌های *O. angorae* (Prokofiev, 2010) و *O. bergianus* گزارش نشده است. این فرورفتگی باعث شکل متفاوتی از اتموئید جانبی در گونه *O. persa* شده است، اما به دلیل غضروفی-استخوانی بودن این قطعه نمی‌توان از آن به عنوان یک ویژگی نام برد. استخوان پیشانی در گونه *O. bergianus* در حاشیه جانبی به صورت نواری باریک درآمده که حاشیه بالایی حدقه را تشکیل می‌دهد و همین نوار عامل اتصال این استخوان به اتموئید جانبی است اما در *O. persa* تنها اثر بسیار کوچکی از این نوار باقی مانده است و در نتیجه اتصالی نیز بین اتموئید جانبی با این استخوان دیده نمی‌شود. در گونه *O. persa* دو قطعه استخوان پیشانی (آنتی مُرها) به غیر از بخش میانی، با فاصله از یکدیگر قرار دارند. اما در *O. angorae* و

O. bergianus استخوان متصل شدن استخوان اتموئید جانبی به اتموئید فوقانی-اتمئید در لوچ ماهیان اشاره کرده است در حالی که در گونه‌های *O. persa* و *O. bergianus* استخوان اتموئید جانبی به استخوان حدقه‌ای پروانه‌ای متصل است. گونه سگ‌ماهی پاری در حاشیه خارجی زایده چنگالی استخوان اتموئید جانبی خود دارای یک فرورفتگی است که در گونه‌های *O. angorae* (Prokofiev, 2010) و *O. bergianus* گزارش نشده است. این فرورفتگی باعث شکل متفاوتی از اتموئید جانبی در گونه *O. persa* شده است، اما به دلیل غضروفی-استخوانی بودن این قطعه نمی‌توان از آن به عنوان یک ویژگی نام برد. استخوان پیشانی در گونه *O. bergianus* در حاشیه جانبی به صورت نواری باریک درآمده که حاشیه بالایی حدقه را تشکیل می‌دهد و همین نوار عامل اتصال این استخوان به اتموئید جانبی است اما در *O. persa* تنها اثر بسیار کوچکی از این نوار باقی مانده است و در نتیجه اتصالی نیز بین اتموئید جانبی با این استخوان دیده نمی‌شود. در گونه *O. persa* دو قطعه استخوان پیشانی (آنتی مُرها) به غیر از بخش میانی، با فاصله از یکدیگر قرار دارند. اما در *O. angorae* و

O. bergianus استخوان پیشانی با آهیانه در *O. persa* صاف است و همچنین استخوان کوچکی بین این دو قطعه قرار گرفته که در دو گونه دیگر مشاهده نشده است. زایده خلفی-شکمی استخوان حدقه‌ای پروانه‌ای در *O. persa* توسعه یافته‌تر است به طوری که خود این زایده، سوراخ بینایی را تشکیل می‌دهد در حالی که این سوراخ در دو گونه دیگر توسط دو استخوان حدقه‌ای پروانه‌ای و بالی پروانه‌ای تشکیل می‌شود. شکل رادیال‌ها در *O. angorae* و *O. bergianus* مشابه و با *O. persa* متفاوت است.

در سگ‌ماهیان جویباری فرورفتگی مفصلی فکی لامی قدامی توسط استخوان‌های پروانه‌ای و بالی پروانه‌ای و فرورفتگی مفصلی فکی لامی خلفی توسط استخوان‌های پترآتیک، پروانه‌ای و پروآتیک تشکیل می‌شود (Prokofiev, 2010). در گونه *O. persa* مشابه گونه *O. bergianus* فرورفتگی مفصلی فکی لامی قدامی توسط استخوان پروآتیک، پروانه‌ای و بالی پروانه‌ای تشکیل و فرورفتگی مفصلی فکی لامی خلفی را استخوان‌های پترآتیک و پروانه‌ای تشکیل می‌دهند. استخوان کروئومکلین در گونه *O. persa* روی استخوان مفصلی واقع شده است در حالی که در مطالعه Prokofiev (۲۰۱۰) وجود این استخوان روی قسمت داخلی استخوان دندانی گزارش شده است. بنابراین، بر اساس نتایج بررسی حاضر، وجود ساختار متفاوت در نحوه اتصال استخوان پیشانی به آهیانه، نحوه اتصال آنتی مُرهای استخوان پیشانی و رشد ضعیف نوار جانبی این استخوان، توسعه یافتگی استخوان زایده خلفی-شکمی حدقه‌ای پروانه‌ای، همچنین تفاوت در

سپاسگزاری

تعداد استخوان‌های هیپورال *O. persa* می‌تواند از جمله ویژگی‌های مختص این گونه به شمار رود و برای شناسایی آن مورد استفاده قرار گیرد.

تحقیق حاضر با حمایت مالی دانشگاه تهران به اجرا درآمده است.

منابع

- Bănărescu, P. and Nalbant, T. T. (1966) The 3rd danish expedition to central Asia. zoological results 34. Cobitidae (Pisces) from Afghanistan and Iran. Videnskabelige Meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forening 129: 149-186.
- Berra, T. M. (2001) Freshwater fish distribution. Academic Press, San Diego.
- Coad, B. (2014) Fresh water fishes of Iran. Retrieved from <http://www.briancoad.com>. On: 21 May 2014.
- Fujita, K. (1989) Nomenclature of cartilaginous elements in the caudal skeleton of teleostean fishes. Japanese Journal of Ichthyology 36: 22-29.
- Eagderi, S., Esmaeilzadegan, E. and Maddah, A. (2013) Body shape variation in riffle minnows (*Alburnoides eichwaldii* De Filippii, 1863) populations of Caspian Sea basin. Taxonomy and Biosystematics 5(14): 1-8 (in Persian).
- Eschmeyer, W. N. and Fong, J. D. (2011) Pisces. In: Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness (Ed. Zhang, Z.-Q.) 26-38. Zootaxa, Auckland, New Zealand.
- Esmaili, H. R., Gholami, Z., Teimory, A. and Baghban, S. (2010) Morphology of urohyal bone and its importance in taxonomy of some fishes of the south basin of Caspian Sea. Iranian Journal of Biology 23(3): 448-459.
- Heckel J. J. (1847) Anhang. Die Fische Persiens gesammelt von Theodor Kotschy. In: Reisen in Europa, Asien und Afrika, mit besonderer Rücksicht auf die naturwissenschaftlichen Verhältnisse der betreffenden Länder, unternommen in den Jahren 1835 bis 1841 von Joseph Russegger (Ed. Russegger, J.) 255-272. Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Helfman, G. S., Collette, B. B., Facey, D. E. and Bowen, B. W. (2009) The diversity of fishes: biology, evolution, and ecology. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester.
- Jalili, P. (2013) Skeletal structure of *Oxynemacheilus bergianus* (Nemacheilidae). MSc thesis, University of Tehran, Tehran, Iran (in Persian).
- Nelson, J. S. (2006) Fishes of the world. 4th edition. John Wiley & Sons Inc., New York.
- Prokofiev, A. M. (2009) Problems of the classification and phylogeny of Nemacheiline loaches of the group lacking the preethmoid I (Cypriniformes: Balitoridae: Nemacheilinae). Journal of Ichthyology 49(10): 874-898.
- Prokofiev, A. M. (2010) Morphological classification of loaches (Nemacheilinae). Journal of Ichthyology 50: 827-913.
- Shafee, Z., Dorafshan, S., Keivany, Y. and Qasemi, S. A. (2013) Genetic structure of Mosul bleak (*Alburnus mossulensis* Heckel, 1843) using microsatellite marker in Tigris basin. Taxonomy and Biosystematics 17: 9-22 (in Persian).
- 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.

Descriptive osteology of Persian loach (*Oxynemacheilus persa*)

Parvin Mafakheri ¹, Soheil Eagderi ^{1*}, Hamid Farahmand ¹ and Seyed Hamed Mousavii Sabet ²

¹ Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

² Department of Fisheries Sciences, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Someh Sara, Iran

Abstract

The hillstream loach subfamily Nemacheilinae is difficult to identify because of difficulties in extracting their morphological traits and they consider being a complex group in terms of taxonomy. Now, their classification established is based on the molecular and osteological grounds. This subfamily comprises 8 genera in Iran and the genus *Oxyneomacheilus* with 12 species has the most species. Due to lacking any information about the osteological features of the genus *Oxyneomacheilus* in Iran, this study was conducted to provide some basic osteological characteristics of this genus in Iran by selecting Persian loach (*Oxynemacheilus persa*). For this purpose, 32 specimens of Persian loach were collected from Ghareh-aghach River (Mond river basin) of Fars Province and 5 their segments were cleared and stained with alizarin red S and alcian blue for osteological examinations and its osteological features was described. The Persian loach showed differences connection of frontal antimers of frontals, connection state of frontal with parietal, development of posterovental process of orbitosphenoid and presence of 5 hyporal bones in compare to *O. bergianus* and *O. angorae* that can be considered as osteological characters of this species. Regarding to weakness of morphometric, meristic and color pattern traits for taxonomic study of members of the genus *Oxyneomacheilus*, the finding of this research can use for future taxonomic studies of this taxon.

Key words: Loach, *Oxynemacheilus*, Osteology, Morphology

* soheil.eagderi@ut.ac.ir