

استخوان‌شناسی ماهی لوچ زاگرس

Oxynoemacheilus zagrosensis (Kamangar et al., 2014)

از رودخانه چومان استان کردستان، ایران

ادریس قادری* و برزان بهرامی کمانگر

ایران، سنندج، دانشگاه کردستان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۰۹

چکیده

ماهی لوچ زاگرس *Oxynoemacheilus zagrosensis* یکی از ۱۷ گونه متعلق به جنس *Oxynoemacheilus* است که در ایران گزارش شده است. این گونه بومی حوضه آبریز تیگره (دجله) بوده و در ایران در رودخانه چومان از حوضه زاب گزارش شده است. لوچ زاگرس از لحاظ ریخت‌شناسی شباهت بسیار زیادی به گونه هم‌بوم خود یعنی *O. chomanicus* دارد. تعداد پنج نمونه لوچ ماهی زاگرس طی تابستان ۱۳۹۴ از رودخانه چومان صید و برای بررسی و توصیف ویژگی‌های استخوان‌شناسی مورد استفاده قرار گرفت. پس از انجام رنگ‌آمیزی و شفاف‌سازی، از ساختار اسکلتی آنها عکس‌برداری صورت پذیرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که گونه *O. zagrosensis* دارای تعداد زیادی ویژگی‌های استخوان‌شناسی مشترک با گونه *O. chomanicus* است. با این وجود این گونه در صفات عرضی و شکل استخوان پروانه‌ای، اطراف-پروانه‌ای، پیش‌فکی، پیش‌کامی، پیش‌پرویزی ۲، استخوان ساده، استخوان فوق‌لامی، پتریجیفورهای اول و دوم باله پشتی، تعداد استخوان‌های حلقی-آبششی، چگونگی مفصل شدن استخوان فکی‌لامی به بخش جانبی-تحتانی محفظه عصبی و کپسول استخوانی کیسه شنا قابل تمایز از گونه *O. chomanicus* می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: رنگ‌آمیزی استخوان، گونه هم‌بوم، حوضه آبریز تیگره، خانواده Nemacheilidae

* نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: ed.ghaderi@uok.ac.ir

مقدمه

دلیل شباهت‌های بین گونه‌ای و تفاوت‌های درون گونه‌ای در این خانواده شناسایی و طبقه‌بندی آنها همواره با مشکل روبرو بوده است (۱۰).

استخوان‌شناسی همواره به عنوان یکی از ابزارهای شناسایی و طبقه‌بندی گونه‌ها مورد استفاده قرار گرفته و به‌رغم وجود روش‌های دقیق‌تر مانند روش‌های مبتنی بر استفاده از داده‌های ژنتیکی برای شناسایی گونه، هنوز از داده‌های استخوان‌شناسی استفاده می‌شود. داده‌های استخوان‌شناسی نه تنها در تعیین ارتباط آرایه‌های ریختی هر گونه با سایر گونه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، بلکه با استفاده از این

خانواده لوچ ماهیان سنگی، Nemacheilidae، در ایران از تنوع بسیار بالایی برخوردار است و با داشتن ۶ جنس و ۵۱ گونه بعد از خانواده کپور ماهیان، Cyprinidae، بیشترین تنوع را دارد. جنس *Oxynoemacheilus* یکی از جنس‌های خانواده Nemacheilidae است که در آخرین فهرست منتشر شده برای ماهیان آب‌شیرین ایران ۱۷ گونه از این جنس در ایران گزارش شده است (۴). از آنجا که گونه‌های این خانواده اندازه کوچکی داشته و از لحاظ اقتصادی نیز اهمیت آنچنانی ندارند، تا یک دهه قبل چندان رغبتی به مطالعه این گروه از ماهیان وجود نداشت. از طرف دیگر به

استخوان‌شناسی چهار گونه *O. kiabii*، *O. chomanicus*، *O. persa* و *O. bergianus* مورد مطالعه قرار گرفته‌است (۱)، ۳، ۸ و ۹). پیش‌تر نیز برخی از ویژگی‌های اسکلتی گونه لوچ زاگرس شامل فرم کپسول کیسه شنا، تعداد شعاع در باله و تعداد مهره‌ها در ستون مهره این گونه گزارش شده است (۷). همچنین برخی از ویژگی‌های استخوان‌شناسی این گونه شامل فرمول باله‌ها، تعداد مهره در ستون مهره، اسکلت دم و استخوان کپسول کیسه شنا به روش رادیوگرافی گزارش شده است (۱۳). لذا هدف از انجام این مطالعه، توصیف ساختار استخوان‌شناسی گونه *O. zagrosensis* و تعیین مشابهت‌ها و تفاوت‌های آن با گونه *O. chomanicus* و سایر گونه‌های لوچ ماهی گزارش شده در ایران، به منظور تکمیل اطلاعات استخوان‌شناسی گونه‌های این خانواده در ایران و امکان استفاده از آن در مطالعات تبارشناسی تکمیلی آتی این خانواده در ایران است.

داده‌ها می‌توان اطلاعات مفیدی در مورد حرکت، تغذیه و شنای هر گونه کسب نمود (۶).

گونه *Oxynoemacheilus zagrosensis* (شکل ۱) هم‌بوم گونه‌های *O. chomanicus* و *O. kurdistanicus* بوده که در سال ۲۰۱۴ از رودخانه چومان در حوضه زاب ایران توصیف و گزارش شد. این گونه از لحاظ ریخت‌شناسی شباهت بسیار زیادی به گونه *O. chomanicus* دارد (۷). استفاده از ویژگی‌های استخوان‌شناسی نه تنها به عنوان روشی قابل اطمینان برای شناسایی گونه‌های لوچ ماهیان مورد استفاده قرار می‌گیرد، بلکه به عنوان روشی مناسب برای انجام مطالعات تبارشناسی و طبقه‌بندی این ماهیان، بویژه در گونه‌های نزدیک مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۰ و ۱۱). لذا بدست آوردن اطلاعات استخوان‌شناسی تمام گونه‌های این جنس و خانواده در ایران لازم و ضروری بنظر می‌رسد. تا کنون از ۱۷ گونه متعلق به جنس *Oxynoemacheilus* گزارش شده در ایران نیز، خصوصیات



شکل ۱- تصویر گونه لوچ ماهی *Oxynoemacheilus zagrosensis* در رودخانه چومان.

مواد و روشها

شناسایی ماهیان مراحل انجام شفاف‌سازی و رنگ‌آمیزی نمونه‌ها بر اساس روش Taylor و Van Dyke (۱۹۸۵) انجام شد (۱۴). در این روش ابتدا برای حذف فرمالین، نمونه‌ها داخل آب مقطر قرار داده می‌شوند در مرحله بعد از رنگ Alcian blue برای رنگ‌آمیزی غضروف استفاده می‌شود سپس نمونه‌ها وارد محلول خنثی‌سازی می‌شوند که شامل الکل مطلق با ۱٪ از ماده KOH به مدت ۳ تا ۱۰ دقیقه

به منظور تعیین ویژگی‌های استخوان‌شناسی (جدول ۱) تعداد پنج نمونه ماهی لوچ زاگرس *O. zagrosensis* از رودخانه چومان با مختصات "۵۶' ۵۷" ۳۵° شمالی و "۳۶' ۴۵" ۴۲° با استفاده از ساچوک صید و بلافاصله بعد از بیهوشی، در فرمالین نمکی ۱۰٪ تثبیت گردید. پس از

محلولی که شامل گلیسرول و ۱٪ KOH است منتقل شده و تا زمان تصویربرداری در آن نگهداری می‌شوند. تصویربرداری از ساختار اسکلتی با استفاده از استریوسکوپ مدل ZSM-1001 صا ایران و دوربین Canon مدل IXY انجام شد. ترسیم اشکال استخوانی با استفاده از نرم‌افزار CorelDraw نسخه ۲۱ و نامگذاری ساختارهای استخوانی و اختصارات مورد استفاده بر اساس روش Prokofiev (۲۰۰۹) انجام شد (جدول ۱).

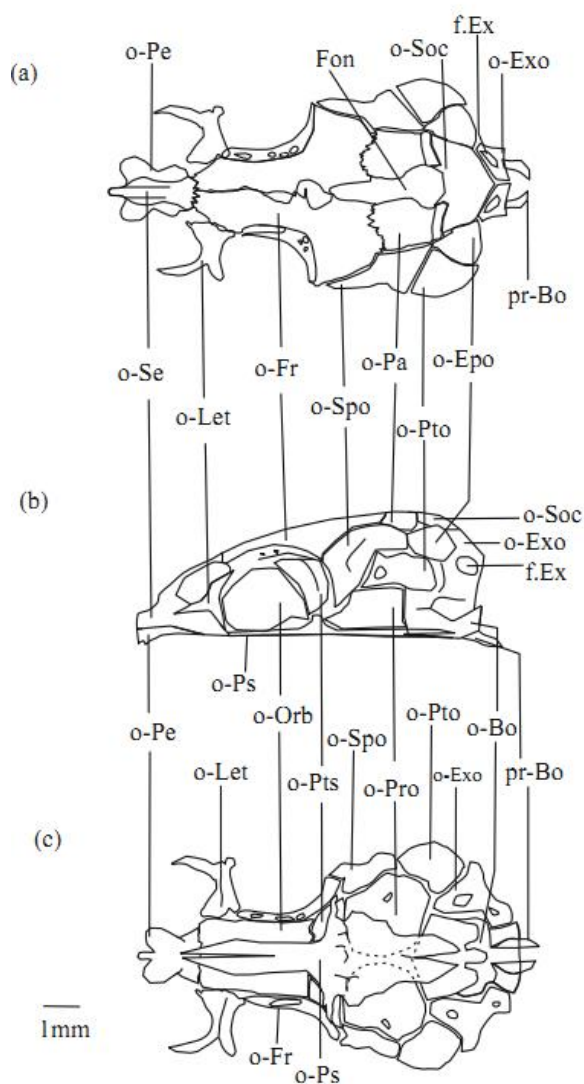
می‌باشد. از الکل با درصدهای ۹۵، ۷۰، ۴۰ و ۱۵ درصد برای آبدهی نمونه‌ها استفاده شده و بعد از این مرحله از رنگ‌بر استفاده می‌شود که شامل یک قسمت آب‌اکسیژنه ۳٪ و ۹ قسمت KOH با غلظت ۱٪ می‌باشد. مراحل بعدی شامل شفاف‌سازی با تریسین و رنگ‌آمیزی با Alizarin red می‌باشد. مدت زمان رنگ‌آمیزی بر اساس اندازه هر نمونه متغییر بوده و از ۶ ساعت تا ۱۲ ساعت ممکن است طول بکشد. در نهایت نمونه‌ها با ۱٪ اشستشو داده شده و به

جدول ۱- اسامی و اختصارات استخوان‌شناسی مورد استفاده در توصیف ویژگی‌های استخوان‌شناسی گونه لوچ ماهی *Oxynoemacheilus zagrosensis* در رودخانه چومان.

نام فارسی استخوان	نام انگلیسی استخوان	عنوان اختصاری	متعلق به بخش
مفصلی	Articular	Art	جمع‌جمه احشایی
اتوپالاتین	Autopalatine	Apl	فک آویز
قاعده‌ای آبششی	Basibranchials	Bbr	کمان آبششی
قاعده‌ای لامی	Basihyal	Bhy	کمان هیوئید
قاعده‌ای پس‌سری	Basioccipital	Bo	جمع‌جمه عصبی
شعاع پایه آبششی	Branchiostegal	Br	کمان هیوئید
کیسول کیسه شنا	Swim bladder capsule	Cap	کیسول کیسه شنا
غضروفی آبششی	Ceratobranchial	Cbr	استخوان‌های کمان آبششی
غضروفی لامی	Ceratohyal	Chy	کمان هیوئید
غرابی	Cleithrum	Cl	کمر بند سینه‌ای
کرنومکلین	Coronomeckelian	Cm	جمع‌جمه احشایی
ترقوه	Coracoid	Cor	کمر بند سینه‌ای
دندانی	Dentary	Den	جمع‌جمه احشایی
تحت‌لامی پستی	Dorsal hypohyal	Dhy	کمان آبششی
رادپال دیستانال	Distal radial	Dr	اسکلت محوری
فوق‌آبششی	Epibranchial	Ebr	کمان آبششی
رجلی خارجی	Ectopterygoid	Ect	فک آویز
فوق‌لامی	Epihyal	Ehy	کمان هیوئید
رجلی لامی	Endopterygoid	End	فک آویز
اپی‌آتیک	Epiotic	Epo	شنوایی
دوردمی	Epural	Eup	اسکلت دمی
پس‌سری خارجی	Exoccipital	Exo	جمع‌جمه عصبی
سوراخ پس‌سری خارجی	Foramen exoccipital	f.Ex	جمع‌جمه عصبی
ملاج	Fontanelle	Fon	
پیشانی	Frontal	Fr	جمع‌جمه عصبی
زیرآبششی	Hypobranchial	Hbr	کمان آبششی
فکی لامی	Hyomandibular	Hm	فک آویز
هیپورال	Hypural	Hp	اسکلت دمی
زائده خونی دومین مهره	Hemal process of the second preural centrum	Hpu-2	اسکلت دمی
بین‌لامی	Interhyal	Ihy	کمان هیوئید
میان‌سرپوش آبششی	Interopercle	Io	سرپوش آبششی

پیش‌اتموئید	Ke	Kinethmoid	کین‌اتموئید
جمع‌جمه عصبی	Let	Lateral ethomid	اتموئید جانبی
کپسول کیسه‌شنا	Man	Manubrium	مانوبریوم
کمر بند سینه‌ای	Mcor	Mesocoracoid	ترقوه میانی
کمر بند شکمی	Mr	Medial radial	رادیاال میانی
فک آویز	Mtp	Metapterygoid	رجلی پشته
جمع‌جمه احشایی	Mx	Maxilla	فکی
اسکلت دمی	Npu-2	Neural process of the second preural centrum	زائده عصبی دومین مهره
سرپوش آبخشی	Op	Opercle	سرپوش آبخشی
جمع‌جمه عصبی	Orb	Orbitosphenoid	حدقه‌ای-پروانه‌ای
جمع‌جمه عصبی	Pa	Parietal	آهیانه
کمر بند شکمی	Pb	Pelvic girdle	استخوان شکمی
کمان آبخشی	Pbr	Infrapharyngobranchials	حلقی-آبخشی
جمع‌جمه عصبی	Pe	Prevomer	پیش‌وَمَر
پیش‌اتموئید	Peth II	Preethmoid-II	پیش‌پرویزنی ۲
اسکلت دمی	Ph	Parhypural	کناره‌پورال
جمع‌جمه احشایی	Pmx	Permaxilla	پیش‌فکی
سرپوش آبخشی	Po	Preopercle	پیش‌سرپوش آبخشی
کپسول کیسه‌شنا	Po-Ap	Posterior appendage	زائده خلفی
پیش‌اتموئید	Ppl	Prepalatine	پیش‌کامی
اسکلت محوری	Pr	Proximal radial	رادیاال پروکسیمال
جمع‌جمه عصبی	Pr-Bo	Basioccipital process	زائده قاعده‌ای پس‌سری
جمع‌جمه عصبی	Pro	Prootic	پروآتیک
جمع‌جمه عصبی	Ps	Parasphenoid	اطراف-پروانه‌ای
کمر بند شکمی	Psb	Pelvic splint bone	تراشه شکمی
کمر بند سینه‌ای	Ptt	Posttemporal	پشته گیجگاهی
جمع‌جمه عصبی	Pto	Pterotic	پترآتیک
جمع‌جمه عصبی	Pts	Pterosphenoid	بالی-پروانه‌ای
جمع‌جمه احشایی	Q	Quadrata	مربعی
کمر بند سینه‌ای و شکمی	Rad	Pectoral and Pelvic radials	رادیاالهای سینه‌ای و شکمی
جمع‌جمه احشایی	Rar	Retroarticular	رتروآرتیکولار
جمع‌جمه عصبی	Scl	Sclerotic	اسکروتیک
کمر بند سینه‌ای	Sc	Scapula	کتف
جمع‌جمه عصبی	Se	Supraethmoid-ethmoid	اتموئید فوقانی-اتموئید
جمع‌جمه عصبی	Seis-ca	Seismosensory channel	کانال‌های سسموسنسوری
پیش‌اتموئید	Ses	Sesamoid	سزاموئید
کمر بند سینه‌ای	Scl	Supracleithrum	فوق‌غرابی
سرپوش آبخشی	So	Subopercle	زیرسرپوش آبخشی
ناحیه پس‌سری جمع‌جمه عصبی	Soc	Supraoccipital	فوق‌پس‌سری
ناحیه شنوایی جمع‌جمه عصبی	Spo	Sphenotic	پروانه‌ای
کمر بند سینه‌ای	Stt	Supratemporal	فوق‌گیجگاهی
باله پشته و منخرجی	Sty	Stay	استخوان مهار
فک آویز	Sym	Symplectic	ساده
کمان هیوئید	Vhy	Ventral hypohyal	تحت‌لامی شکمی
کمان هیوئید	Uhy	Urohyal	دملامی
کمان هیوئید	Uhye	Extra urohyal	دملامی اضافی

نتایج



شکل ۲- نمای پشتی (a)، جانبی (b) و شکمی (c) جمجمه عصبی گونه *Oxynoemacheilus zagrosensis*. حرف اختصاری O در ابتدای هر بخش به معنی استخوان می‌باشد و سایر حروف به ترتیب به معنی =Bo = قاعده‌ای پس سری، =Epo = اپی‌اتیک، =Exo = پس سری خارجی، =f.Ex = سوراخ پس سری خارجی، =Fon = ملاح، =Fr = پیشانی، =Let = اتموئید جانبی، =Orb = حلقه‌ای-پروانه‌ای، =Pa = آهیانه، =Pe = پیش‌وُمر، =Pr-Bo = زائده قاعده‌ای پس سری، =Pro = پرواتیک، =Ps = اطراف-پروانه‌ای، =Pto = پتراتیک، =Pts = بالی-پروانه‌ای، =Se = اتموئید فوقانی-اتموئید، =Soc = فوق‌پس سری و =Spo = پروانه‌ای.

جمجمه عصبی (Neurocranium) در بخش قدامی باریک و کشیده و در بخش خلفی پهن است (شکل ۲). حداکثر عرض جمجمه در محل استخوان Pterotic بوده و معادل ۵۳ درصد طول جمجمه می‌باشد. بیشترین ارتفاع نیز در همین ناحیه، برابر ۳۱ درصد طول جمجمه می‌باشد. بویایی شامل یک زوج استخوان اتموئید جانبی (Lateral ethmoid) و دو استخوان منفرد پیش‌وُمر (Prevomer) و اتموئید فوقانی-اتموئید (Supraethmoid-ethmoid) می‌باشد. استخوان‌های اتموئید جانبی در دو طرف ناحیه بویایی واقع شده و طول و عرض این استخوان تقریباً با هم برابر است. جوش خوردگی بین استخوان‌های اتموئید جانبی و اتموئید فوقانی-اتموئید وجود ندارد. استخوان‌های اتموئید جانبی از قسمت خلفی به استخوان حلقه‌ای-پروانه‌ای (Orbitosphenoid) متصل بوده و شامل دو قسمت قدامی و خلفی می‌باشند. بر روی بخش قدامی آن یک زائده قرار داشته و قسمت خلفی آن دارای حالت محدب بوده که حاشیه قدامی حلقه چشم را تشکیل می‌دهد (شکل ۲a). استخوان اتموئید فوقانی-اتموئید کشیده و باریک است و از قسمت شکمی با استخوان پیش‌وُمر اتصال یافته و از قسمت خلفی-پشتی نیز به استخوان پیشانی (Frontal) متصل است (شکل ۲a,b).

اتصال اتموئید فوقانی-اتموئید با استخوان‌های پیشانی، دندان‌دار می‌باشد. همچنین در ناحیه شکمی خلفی به استخوان حلقه‌ای-پروانه‌ای متصل است. استخوان پیش‌وُمر (Prevomer) به شکل حرف X بوده و شامل دو بخش قدامی و خلفی است. هر بخش دارای دو لوب می‌باشد. بخش قدامی، قلبی شکل و بزرگتر از بخش خلفی می‌باشد. این استخوان در قسمت جانبی به اتوپالاتین (Autopalatine) و در ناحیه خلفی به استخوان حلقه‌ای-پروانه‌ای (Orbitosphenoid) متصل است (شکل ۲a,c, ۳).

را در بر می‌گیرند. استخوان‌های اسکلوروتیک در دو طرف حدقه چشم قرار دارند و کانال‌های سسموئیدسنسوری (Seismosensory channel) نیز در بالا، پایین و خلف حدقه چشم قرار می‌گیرند (شکل ۵).

ناحیه شنوایی (Otic) شامل استخوان‌های زوج آهیانه (Parietal)، پروانه‌ای (Sphenotic)، پتراتیک (Pterotic)، پرواتیک (Prootic) و اپی‌اتیک (Epiotic) می‌باشد (شکل ۲). استخوان‌های زوج آهیانه در ناحیه خلفی باریک‌تر از ناحیه قدامی هستند و در محل اتصال به استخوان پیشانی دندان‌دار می‌باشند. زوج استخوان‌های آهیانه در دو سمت ناحیه ملاح (Fontanelle) و در بین استخوان‌های پیشانی و فوق‌پس‌سری (Supraoccipital) قرار دارند. بخش قدامی-جانبی استخوان‌های آهیانه به استخوان‌های پروانه‌ای و بخش خلفی-جانبی آن به استخوان‌های اپی‌اتیک متصل است. همچنین بین استخوان‌های پروانه‌ای و اپی‌اتیک ارتباطی قدامی-خلفی وجود دارد که این ارتباط مانع از ارتباط بین استخوان‌های آهیانه و پتراتیک می‌شود (شکل ۲a). استخوان پتراتیک (Pterotic) که ساختاری دمبلی شکل دارد حاشیه‌ای‌ترین استخوان در قسمت خلفی مجموعه است. استخوان پروانه‌ای نیز در پشت حدقه چشم قرار دارد و این استخوان از قسمت قدامی-جانبی به استخوان پیشانی متصل است. زوج استخوان پرواتیک (Prootic) نیز در کف مجموعه قرار دارند و از بخش جانبی-خلفی به همدیگر اتصال دارند همچنین در بخش قدامی-جانبی آنها نیز یک حفره وجود دارد. اپی‌اتیک (Epiotic) خلفی‌ترین استخوان ناحیه شنوایی است که بین استخوان فوق‌پس‌سری و پتراتیک قرار دارد (شکل ۲a).

استخوان‌های ناحیه پس‌سری (Occipital) شامل استخوان‌های منفرد فوق‌پس‌سری (Supraoccipital)، قاعده‌ای پس‌سری (Basioccipital) و استخوان‌های زوج پس‌سری خارجی (Exoccipital) است. استخوان فوق‌پس‌سری بزرگ و پهن می‌باشد. این استخوان به شکل پنج ضلعی بوده و

در بخش قدامی ناحیه بویایی و در فضای رباطی آن، یک زوج استخوان پیش‌پرویزی ۲ (Preethmoid-II)، یک استخوان کین‌اتمئید (Kinethmoid) و یک زوج استخوان سزامئید وجود دارد (شکل ۴). استخوان‌های پیش‌پرویزی ۲، میله‌ای شکل بوده و در بخش قدامی آن استخوان‌های فکی (Maxilla)، بخش خلفی استخوان‌های پیش‌ومر و اتوپالاتین و بخش خارجی جانبی آن استخوان‌های پیش‌کامی (Prepalatine) قرار دارند. سزامئیدها استخوانی بوده و در حدفاصل کین‌اتمئید و پیش‌پرویزی ۲ قرار دارند.

ناحیه بینایی یا حدقه‌ای شامل استخوان‌های زوج پیشانی (Frontal)، بالی-پروانه‌ای (Pterosphenoid)، اسکلوروتیک (Sclerotic) و استخوان‌های منفرد حدقه‌ای-پروانه‌ای (Orbitosphenoid)، اطراف-پروانه‌ای (Parasphenoid) می‌باشد (شکل‌های ۲ و ۵). طول هر یک از استخوان‌های پیشانی برابر ۴۷ درصد طول مجموعه عصبی بوده و بزرگترین استخوان‌های مجموعه عصبی را تشکیل می‌دهند. همچنین مقایسه طول به عرض این استخوان نشان می‌دهد که طول به طور تقریبی دو برابر عرض آن می‌باشد. دو قطعه استخوان پیشانی در ناحیه میانی با همدیگر همپوشانی داشته ولی در ناحیه خلفی مقداری از همدیگر جدا شده و قسمت قدامی ملاح (Fontanelle) را تشکیل می‌دهند (شکل ۲a). اتصال بخش قدامی و خلفی استخوان‌های پیشانی به اتمئید فوقانی-اتمئید و استخوان‌های آهیانه (Parietal) دندان‌دار است. استخوان حدقه‌ای-پروانه‌ای (Orbitosphenoid) تیغه میانی ناحیه بینایی را تشکیل داده و در بخش خلفی به استخوان بالی-پروانه‌ای (Pterosphenoid) و از قسمت شکمی به استخوان اطراف-پروانه‌ای (Parasphenoid) متصل است. استخوان اطراف-پروانه‌ای (Parasphenoid) نیز که در قسمت تحتانی مجموعه قرار می‌گیرد و در قدام و خلف به شکل دوشاخه دیده می‌شود. در قسمت قدامی، بخش دوشاخه‌ای شکل آن کشیده‌تر از بخش خلفی می‌باشد (شکل ۲b,c). استخوان‌های اطراف-پروانه‌ای، حدقه‌ای-پروانه‌ای و بالی-پروانه‌ای حفره بینایی

می‌باشند. استخوان قاعده‌ای پس‌سری در قسمت خلفی-شکمی دارای دو زائده باریک است که کمان قاعده‌ای پس‌سری را تشکیل می‌دهند. همچنین در حاشیه خلفی این استخوان برجستگی وجود دارد که محل اتصال به ستون مهره‌ها می‌باشد.

قسمت قدامی آن در تشکیل قسمت خلفی ملاح نقش دارد (شکل ۲a). قسمت خلفی آن به استخوان‌های پس‌سری خارجی متصل است. هر یک از استخوان‌های پس‌سری خارجی دارای یک حفره بزرگ در قسمت خلفی (foramen Exoccipital) و دو حفره کوچک در بخش شکمی



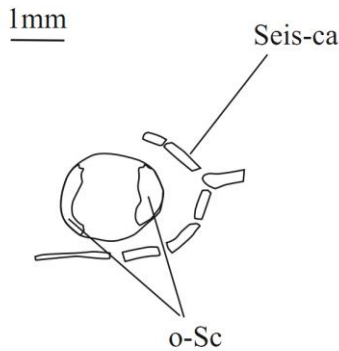
شکل ۳- فک بالا (a) و فک پایین (b) گونه *Oxynoemacheilus zagrosensis*. Art = مفصلی، Cm = کرنومکلین، Den = دندان، mx = فکی، Pmx = پیش‌فکی و Rar = رتروآرتیکولار.

دندانی از دو بخش تشکیل شده است. بخش قدامی این استخوان به صورت کشیده و باریک بوده و در ناحیه قدامی-شکمی به همدیگر عضروف شده‌اند. در بخش خلفی استخوان‌های دندانی، زائده پهن مقاری شکل (Coronoid process) قرار دارد. استخوان کرنومکلین استخوانی کوچک تقریباً مثلثی شکل است که به سطح داخلی استخوان مفصلی متصل است. استخوان مفصلی در قسمت قدامی دارای یک کشیدگی باریک بر روی استخوان دندانی و در قسمت خلفی یک فرورفتگی در مجاورت استخوان مربعی (Quadrate) است. این استخوان در قسمت قدامی با استخوان دندانی و در قسمت خلفی با استخوان مربعی مفصل می‌شود. همچنین قسمت قدامی این استخوانی پهن‌تر از قسمت خلفی آن می‌باشد.

ناحیه پیش‌اتموئید که بعد از استخوان پیش‌وُمر و ما بین فک بالا و فک آویز قرار دارد و به آنها مفصل می‌شود شامل استخوان‌های زوج پیش‌پرویزنی ۲ (Preethmoid II)،

مجموعه احشایی (Viscerocranium) در بخش قدامی شامل فک بالا و فک پایین می‌باشد. فک بالا شامل استخوان‌های فکی (Maxilla) و پیش‌فکی (Permaxilla) است (شکل ۳a). استخوان‌های فکی کمی تاب خورده، به صورت باریک و کشیده بوده و بخش میانی آن به نسبت پهن‌تر می‌باشد. بخش فوقانی آن دارای زائده باریک در قسمت قدامی می‌باشد و به استخوان پیش‌کامی (Prepalatine) و پیش‌پرویزنی ۲ (Preethmoid II) مفصل می‌شود. استخوان پیش‌فکی استخوانی نازک و باریک به شکل حرف L می‌باشد. بخش بالارونده آن نازک و کمی کشیده‌تر و بخش افقی کمی پهن‌تر است و همچنین این قسمت در ناحیه میانی دارای یک برجستگی می‌باشد. استخوان پیش‌فکی به استخوان کین‌اتموئید (Kinethmoid) مفصل می‌باشد. فک پایین شامل چهار استخوان دندانی (Dentary)، رتروآرتیکولار (Retroarticular)، مفصلی (Articular) و کرنومکلین (Coronomeckelian) می‌باشد (شکل ۳b). استخوان دندانی بزرگترین و استخوان کرنومکلین کوچکترین استخوان این مجموعه است. زوج استخوان

زیرآبششی (Hypobranchial)، غضروفی آبششی (Ceratobranchial)، فوق‌آبششی (Epibranchial) و حلقی آبششی (Inpharyngobranchial) می‌باشند.



شکل ۵- استخوان اسکروتیک (Sclerotic) در گونه

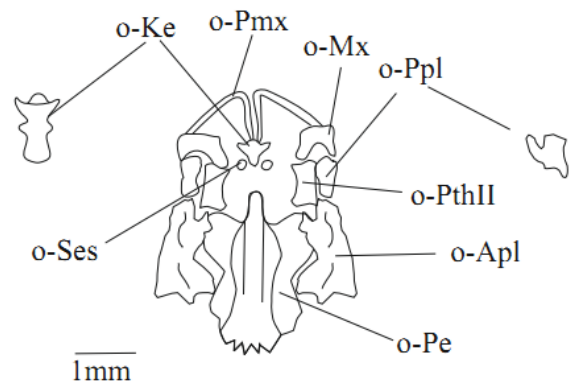
Oxynoemacheilus zagrosensis =Sc اسکروتیک، =Seis-ca

کانال‌های سسموسنسوری.

استخوان‌های قاعده‌ای آبششی به تعداد چهار عدد در جهت قدامی-خلفی قرار دارند. سه قطعه اول آنها دمبلی شکل و کشیده و قطعه آخر دایره‌ای شکل و کوچک می‌باشد. استخوان‌های زیرآبششی سه زوج و تقریباً مدور می‌باشند. پنج زوج استخوان غضروفی آبششی در دو سمت مجموعه آبششی قرار دارند که چهار زوج اول باریک و کشیده و پنجمین زوج واجد دندان حلقی بسیار کوچک می‌باشد. استخوان‌های فوق‌آبششی چهار زوج باریک و کوتاه‌تر از قطعات غضروفی آبششی هستند که مابین قطعات غضروفی آبششی و حلقی آبششی قرار دارند. استخوان‌های حلقی آبششی از سه قطعه در هر سمت تشکیل شده‌اند. زوج قطعات اول و دوم در هر سمت کشیده و دمبلی شکل و قطعه سوم کوچک و دایره‌ای شکل می‌باشد. قطعه اول با قطعات اول و دوم فوق‌آبششی، قطعه دوم با قطعه سوم فوق‌آبششی و قطعه سوم با قطعه چهارم فوق‌آبششی اتصال دارند. (شکل ۶).

مجموعه استخوان‌های فک آویز (Suspensorium) شامل استخوان‌های اتوپالاتین (Autopalatine)، رجلی لامی

پیش‌کامی (Prepalatine)، سزاموئید (Sesamoid) و استخوان منفرد کین‌اتموئید (Kinethmoid) است.



شکل ۴- ناحیه پیش‌اتموئید گونه *Oxynoemacheilus zagrosensis*.

=Apl اتوپالاتین، =Ke کین‌اتموئید، =Mx فکی، =Pe پیش‌وُمُر، =Peth

=II پیش‌پرویزنی II، =Pmx پیش‌فکی، =Ppl پیش‌کامی و =Ses

سزاموئید.

استخوان پیش‌پرویزنی ۲ (Preethmoid II) تقریباً میله‌ای شکل بوده و در حاشیه داخلی آن یک حالت فرورفتگی خفیف مشاهده می‌شود. این استخوان به استخوان‌های فکی در قدام و پیش‌وُمُر در خلف مفصل شده است. استخوان پیش‌کامی (Prepalatine) در قدام به استخوان فکی و در خلف به استخوان اتوپالاتین مفصل شده است. این استخوان در قسمت تحتانی و فوقانی خود دارای زائده می‌باشد. سزاموئیدها (Sesamoid) استخوانی شده و به صورت دو دایره کوچک و به اندازه ضخامت قسمت خلفی کین‌اتموئید از همدیگر فاصله داشته و در فضای حدفاصل کین‌اتموئید و پیش‌پرویزنی ۲ قرار دارند. استخوان کین‌اتموئید (Kinethmoid) نیز یک استخوان استوانه‌ای شکل بوده که در ناحیه میانی دارای دو برجستگی می‌باشد و قسمت خلفی از قسمت قدامی آن باریک‌تر می‌باشد (شکل ۴).

مجموعه استخوان‌های کمان آبششی (Branchial apparatus)

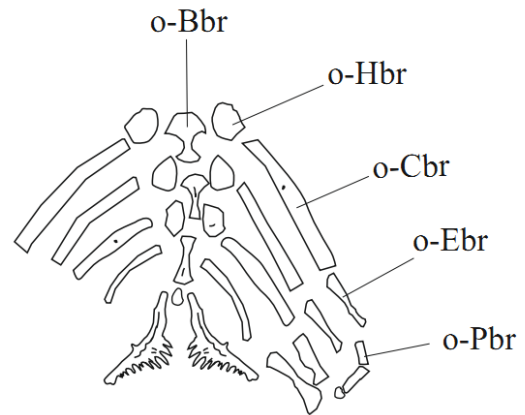
شامل استخوان‌های قاعده‌ای آبششی (Basibranchials)،

پروآتیک و سطح مفصلی خلفی توسط استخوان‌های پروانه ای، پروآتیک و پترآتیک محدود شده‌اند.

چهار قطعه استخوان سرپوش آبششی (Opercle)، پیش سرپوش آبششی (Preopercle)، زیرسرپوش آبششی (Subopercle) و میان‌سرپوش آبششی (Interopercle) مجموعه استخوان‌های سرپوش آبششی را در هر سمت تشکیل می‌دهند. بزرگترین استخوان این مجموعه، استخوان سرپوش آبششی است. لبه پشتی این استخوان مقعر بوده و در بخش قدامی آن، برآمدگی مفصلی (Condyle) قرار دارد. استخوان سرپوش آبششی توسط این برآمدگی مفصلی با استخوان فکی لامی تشکیل مفصل می‌دهد. لبه شکمی استخوان سرپوش آبششی، بر روی لبه پشتی استخوان قایقی شکل زیرسرپوش آبششی قرار دارد. استخوان پیش‌سرپوش آبششی کشیده و باریک بوده و در قسمت میانی دارای یک سوراخ می‌باشد. لبه شکمی این استخوان توسط لبه پشتی استخوان بین‌سرپوش آبششی پوشیده شده است. استخوان بین‌سرپوش آبششی به استخوان زیرسرپوش آبششی جوش خورده و به صورت کامل استخوانی نمی‌باشد (شکل ۷).

کمان هیوئید (Hyoid) شامل سه زوج استخوان‌های شعاع پایه آبششی (Branchiostegal)، استخوان‌های زوج تحت لامی (Hypohyal)، غضروفی لامی (Ceratohyal)، فوق‌لامی (Epihyal)، بین‌لامی (Interhyal) و استخوان‌های منفرد دم‌لامی (Urohyal) و قاعده‌ای لامی (Basihyal) می‌باشد (شکل ۸). شعاع پایه آبششی به صورت عمود بر روی استخوان‌های غضروفی لامی و فوق‌لامی قرار گرفته‌اند اولین و دومین زوج شعاع پایه آبششی بر روی استخوان غضروفی لامی و سومین زوج شعاع پایه آبششی بر روی استخوان فوق‌لامی قرار دارند. استخوان فوق‌لامی دوزنقه ای شکل بوده و از جانب به استخوان غضروفی لامی متصل می‌گردد. استخوان غضروفی لامی تقریباً طولی دو برابر استخوان فوق‌لامی دارد.

(Endopterygoid)، رجلي خارجی (Ectopterygoid)، رجلي پشتی (Metapterygoid)، استخوان فکی لامی (Hyomandibular)، مربعی (Quadrate) و ساده (Symplectic) می‌باشد (شکل ۷).

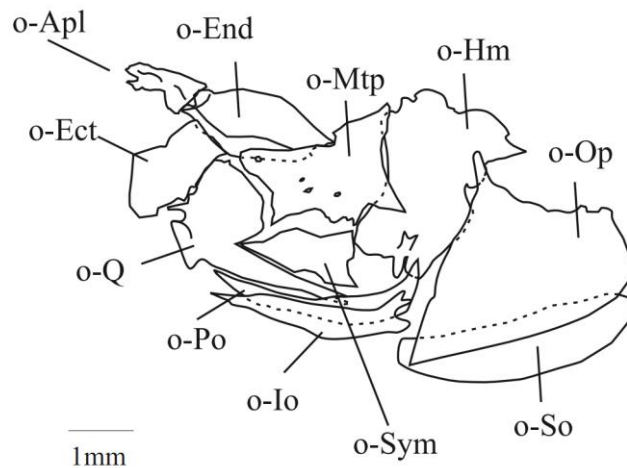


1mm

شکل ۶- کمان آبششی گونه *Oxynoemacheilus zagrosensis*

o-Bbr = قاعده‌ای آبششی، o-Cbr = غضروفی آبششی، o-Ebr = فوق‌آبششی، o-Hbr = زیرآبششی و o-Pbr = حلقی آبششی.

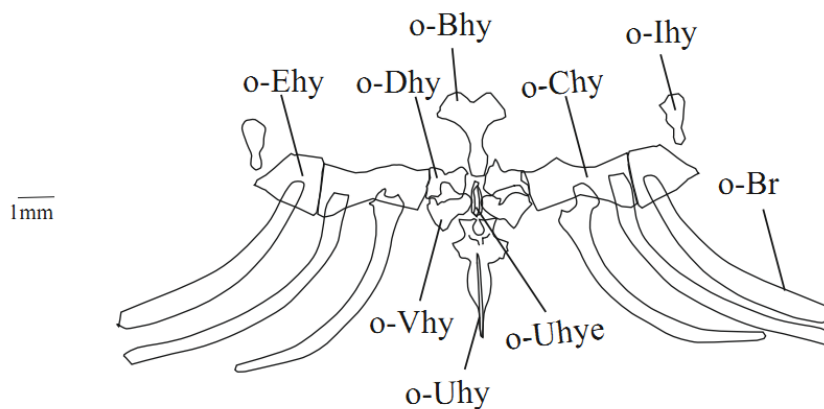
استخوان اتوپالاتین به صورت خلفی با استخوان رجلي لامی مفصل می‌گردد. همچنین استخوان‌های رجلي لامی، رجلي خارجی، رجلي پشتی و مربعی به وسیله رباط به همدیگر متصل شده‌اند. استخوان مربعی دارای یک زائده در قسمت شکمی خلفی بوده که استخوان ساده در بالای آن قرار می‌گیرد. همچنین این استخوان دارای یک فرورفتگی مفصلی در قسمت قدامی شکمی بوده که محل اتصال به رتروارتیکولار می‌باشد. استخوان ساده (Symplectic) مثلثی شکل است. قاعده خلفی این استخوان بلند و ارتفاع آن بیش از نصف طول استخوان است. قسمت راسی این استخوان در فرورفتگی استخوان مربعی قرار دارد. در سطح جانبی-تحتانی محفظه عصبی، دو سطح قدامی و خلفی برای اتصال با استخوان فکی لامی وجود دارد. سطح مفصلی قدامی توسط استخوان‌های پروانه‌ای و



شکل ۷- فک آویز و سرپوش آبششی گونه *Oxynoemacheilus zagrosensis*. Apl= اتوپالاتین، Ect= رجلی خارجی، End= رجلی لامی، Hm= فکی لامی، Io= میان‌سرپوش آبششی، Mtp= رجلی پشتی، Op= سرپوش آبششی، Po= پیش‌سرپوش آبششی، Q= مربعی، So= زیرسرپوش آبششی و Sym= ساده.

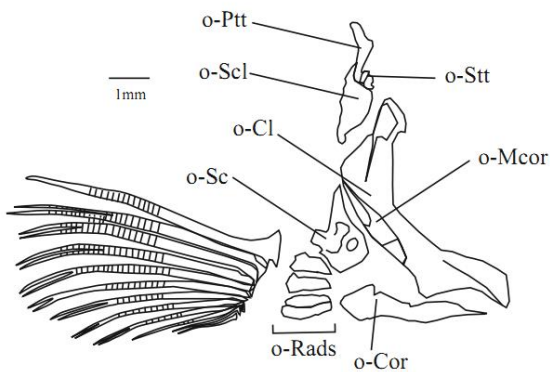
قسمت شکمی با استخوان فوق‌لامی و در قسمت پشتی با استخوان‌های فکی لامی و ساده (Symplectic) مفصل می‌گردد. استخوان قاعده‌ای لامی به شکل حرف Y است. استخوان دم‌لامی شامل دو قسمت است. قسمت پشتی آن به شکل تاج بوده و بر قسمت شکمی عمود می‌باشد. قسمت شکمی دارای انتهای نوک تیز بوده و قسمت قدامی آن دارای زائده‌های عرضی می‌باشد.

این استخوان دارای سطح فرورفته در لبه‌های قدامی و خلفی است. استخوان تحت‌لامی شامل دو قطعه پشتی و شکمی است که بر روی همدیگر قرار دارند. استخوان‌های قاعده‌ای لامی و دم‌لامی و همچنین دم‌لامی اضافی (Extra Urohyal) در یک راستا و در بین دو استخوان تحت‌لامی قرار گرفته‌اند. استخوان بین‌لامی در دو طرف کمان هیوئید قرار دارد و به شکل باتون می‌باشند. این استخوان در



شکل ۸- هیوئید گونه *Oxynoemacheilus zagrosensis*. Bhy= قاعده‌ای لامی، Br= شعاع پایه آبششی، Chy= غضروفی لامی، Dhy و Vhy= تحت‌لامی پشتی و شکمی، Ehy= فوق‌لامی، lhy= بین‌لامی، Uhy= دم‌لامی و Uhy= دم‌لامی اضافی.

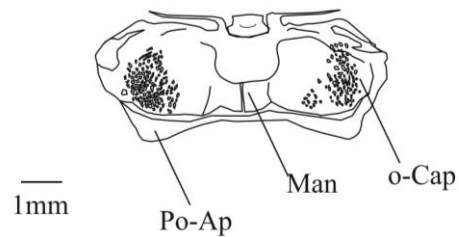
فرورفتگی پشتی استخوان فوق‌غرابی قرار دارد. استخوان پشتی‌گیجگاهی در ناحیه پشتی کمی پهن‌تر است و با استخوان اپی‌اتیک مفصل شده و به این وسیله کمربند سینه‌ای با مجموعه مفصل می‌گردد. استخوان دوم که بسیار کوچک است فوق‌گیجگاهی نام دارد و در قسمت قدامی استخوان فوق‌غرابی قرار می‌گیرد. استخوان ترقوه پایین‌ترین استخوان این مجموعه است و در امتداد شعاعی‌ها قرار گرفته است. این استخوان دارای بخش قدامی نوک تیز و قسمت پشتی پهن می‌باشد. استخوان کتف مابین ترقوه و غرابی قرار دارد. این استخوان در بخشی میانی دارای یک حفره دایره‌ای شکل و در ناحیه پشتی دارای یک فرورفتگی برای ایجاد مفصل با اولین شعاع غیرمنشعب باله سینه‌ای است. آخرین بخش این مجموعه چهار زوج استخوان شعاعی است. از چهار استخوان شعاعی در هر سمت، دو قطعه بیرونی باریک و کشیده می‌باشند و دو قطعه داخلی پهن و روی همدیگر قرار گرفته‌اند.



شکل ۱۰- کمربند سینه‌ای گونه *Oxynoemacheilus zagrosensis*
Cl = غرابی، Cor = ترقوه، Mcor = ترقوه‌میانی، Ptt = پشتی‌گیجگاهی،
Rad = شعاعی‌های سینه‌ای، Sc = کتف، Scl = فوق‌غرابی و Stt =
فوق‌گیجگاهی.

کمربند لگنی (Pelvic girdle) شامل یک زوج استخوان لگنی (Pelvic bones) و سه عدد استخوان شعاعی می‌باشد. استخوان‌های لگنی به صورت افقی در ناحیه شکمی قرار

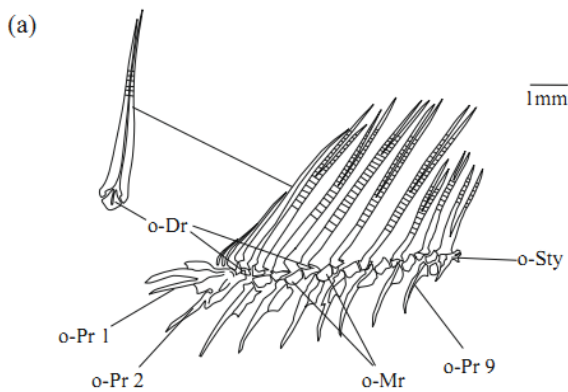
کپسول استخوانی کیسه شنا که از تغییر شکل چهارمین جسم مهره تشکیل می‌گردد، از دو بخش متقارن تشکیل شده است که توسط یک مانوبریوم (Manubrium) نسبتاً وسیع و توسعه یافته به همدیگر متصل می‌شوند. سطح کپسول‌ها دارای برجستگی‌های ریز و خلل و فرج متعدد می‌باشد. در جوانب خارجی هر دو کپسول، دو منفذ وجود دارد که منفذ خلفی به صورت کشیده و بزرگتر از منفذ قدامی است. در قسمت خلفی هر کپسول یک زائده نسبتاً کوچک (Posterior appendage) وجود دارد که به سمت جوانب هدایت شده‌اند (شکل ۹).



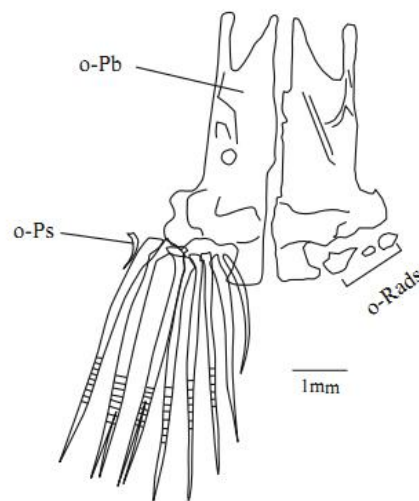
شکل ۹- کپسول کیسه شنا گونه *Oxynoemacheilus zagrosensis*
Cap = کپسول، مانوبریوم = Manubrium و Po-Ap = زائده خلفی

کمربند سینه‌ای (Pectoral girdle) شامل مجموعه استخوان‌های غرابی (Cleithrum)، فوق‌غرابی (Supracleithrum)، ترقوه (Coracoid)، ترقوه‌میانی (Mesocoracoid)، کتف (Scapula)، پشتی‌گیجگاهی (Posttemporal)، فوق‌گیجگاهی (Supratemporal) و شعاعی‌ها (Radials) می‌باشد (شکل ۱۰). استخوان غرابی بزرگترین استخوان کمربند شانه‌ای می‌باشد که تقریباً C شکل می‌باشد که دو انتهای فوقانی و تحتانی آن پهن‌تر از قسمت میانی است. انتهای فوقانی این استخوان به استخوان فوق‌غرابی و قسمت میانی آن از ناحیه جانبی به استخوان‌های ترقوه‌میانی و ترقوه متصل می‌شود. استخوان فوق‌غرابی در قسمت پشتی این استخوان قرار دارد که قیفی شکل بوده و ناحیه پشتی-خلفی آن دارای یک زائده است. دو استخوان بر روی استخوان فوق‌غرابی قرار گرفته است. استخوان اول که پشتی‌گیجگاهی نام دارد در قسمت پشتی و در کنار زائده فوق‌غرابی و در

یک سوم ابتدایی طول آنها به همدیگر جوش خورده‌اند. باله مخرجی دارای ۳ شعاع غیرمنشعب و $1/2$ شعاع ۵ منشعب و ۶ پتریجیوفور و یک استخوان مهار می‌باشد. پتریجیوفور اول دارای دو زائده بلند می‌باشد که از محل پایه به همدیگر متصل می‌باشند. همچنین در باله پستی دومین و سومین پتریجیوفور بلندتر از سایرین هستند. پتریجیوفورها در هر دو باله پستی و مخرجی دارای سه قسمت پروکسیمال، میانی و دیستال می‌باشند (شکل ۱۲).

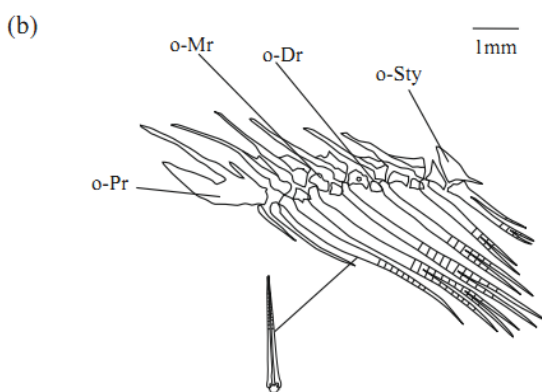


گرفته و به صورت جانبی محکم به همدیگر رباط شده‌اند. این استخوان در بخش قدامی دوشاخه بوده و در قسمت خلفی پهن و دارای یک زائده L شکل می‌باشد که در کنار شعاعی‌ها قرار می‌گیرد. شعاعی اول بزرگترین و شعاعی میانی کوچکترین شعاعی هستند. باله شکمی دارای یک شعاع غیرمنشعب و ۷ شعاع منشعب می‌باشد. همچنین یک تراشه استخوانی (pelvic splint bone) کوچک و خمیده در کنار شعاع غیرمنشعب وجود دارد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- کمر بند شکمی گونه *Oxyneomacheilus zagrosensis*

Pb= استخوان شکمی، Ps= تراشه شکمی و Rad= شعاعی‌های شکمی.



شکل ۱۲- باله پستی (a) و باله مخرجی (b) گونه

Oxyneomacheilus zagrosensis. Dr= شعاعی دیستال، Mr=

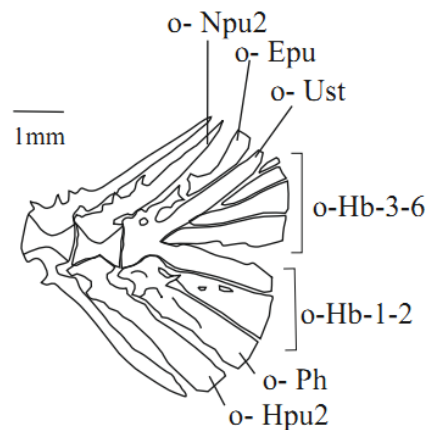
شعاعی میانی، Pr= شعاعی پروکسیمال و Sty= استخوان

اسکلت محوری (Axial Skeleton) و باله‌های مفرد شامل مهره‌ها و باله‌های پستی و مخرجی می‌باشد. در گونه *O. zagrosensis* تعداد کل مهره‌ها شامل ۳۷-۳۸ مهره بوده که ۴ مهره اول در تشکیل دستگاه وبر و کپسول کیسه شنا نقش دارند. باله پستی دارای ۴ شعاع غیرمنشعب و $1/2$ شعاع منشعب بوده و دارای ۹ پتریجیوفور (Pterygiophore) و یک استخوان مهار (Stay) می‌باشد. پتریجیوفور اول دارای دو زائده بلند و افقی نسبت به پایه باله پستی بوده که از محل پایه به همدیگر متصل می‌باشند. همچنین پتریجیوفورهای اول و دوم توسط صفحه‌ای استخوانی در

O. bergianus و *O. chomanicus* گزارش شده‌است (۱، ۳، ۸ و ۹). همچنین پاره‌ای از صفات استخوان‌شناسی گونه *O. brandtii* پیش‌تر توصیف شده‌است (۱۰). با این وجود اطلاعات استخوان‌شناسی برای بیشتر گونه‌های این جنس در ایران وجود ندارد. گونه‌های *O. zagrosensis* و *O. chomanicus* بر اساس خصوصیات ریخت‌شناسی بصورت هم بوم در رودخانه چومان استان کردستان گزارش شده‌اند (۷). این دو گونه از نظر ویژگی‌های ریخت‌شناسی بسیار نزدیک و براساس داده‌های مولکولی حاصل از بررسی ژن سیتوکروم b به عنوان دو گونه خواهری معرفی شده‌اند (۵). مقایسه ویژگی‌های استخوان‌شناسی لوچ زاگرس با ویژگی‌های استخوان‌شناسی گزارش شده در لوچ چومان (۹) نشان‌داد که در گونه لوچ زاگرس همانند گونه *O. chomanicus*، استخوان کرنومکلین به سطح داخلی استخوان مفصلی متصل بوده و اتموئیدهای جانبی اتصال ثابت به پیش‌پرویزنی فوقانی-اتموئید ندارند. همچنین در ناحیه سر و در استخوان پیشانی همانند گونه *O. chomanicus* یک لبه بینایی وجود دارد. در گونه *O. zagrosensis* برخلاف گونه *O. persa*، استخوان حذقه‌ای-پروانه‌ای چندان توسعه یافته نیست که به تنهایی سوراخ بینایی را تشکیل دهد بلکه مانند گونه *O. chomanicus* علاوه بر این استخوان، استخوان بالی-پروانه‌ای نیز در ایجاد سوراخ بینایی نقش دارد.

با وجود شباهت‌های فراوان در ساختار اسکلتی این دو گونه خواهری، گونه *O. zagrosensis* دارای تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای با آنچه پیش‌تر برای گونه *O. chomanicus* توصیف شده‌است (۹)، می‌باشد. گونه *O. zagrosensis* برخلاف گونه *O. chomanicus* دارای مجموعه عصبی کم‌عرض‌تر، استخوان پروانه‌ای کشیده‌تر و باریک‌تر و استخوان اطراف-پروانه‌ای با زوائد خلفی بسیار کوتاه‌تر است. استخوان‌های پیش‌کامی و پیش‌پرویزنی ۲ در گونه *O. zagrosensis* برخلاف گونه *O. chomanicus* دارای طول نسبتاً برابر می‌باشند. همچنین استخوان ساده در گونه

اسکلت دمی شامل آخرین جسم مهره، شعاع‌های باله دمی و شعاع‌های Procurrent پستی و شکمی و چندین زائده استخوانی می‌باشد. این زوائد شامل شش استخوان هیپورال (Hypural)، استخوان‌های منفرد دوردمی (Epurial)، پلئوراستیل (Pleurostile)، کنارهیپورال (Parhypural) و زائده‌های خونی (Hemal processes) و عصبی (Neural processes) دومین مهره Preural می‌باشد. صفحات هیپورال مابین کنارهیپورال و پلئوراستیل قرار می‌گیرند. اولین و دومین صفحه در کنار هم و چسبیده به استخوان کنار هیپورال و سومین تا ششمین هیپورال نیز در کنار پلئوراستیل قرار دارند. اولین صفحه هیپورال بزرگترین و آخرین صفحه، کوچکترین صفحه هیپورال می‌باشد (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- اسکلت دمی گونه *Oxynoemacheilus zagrosensis*. Eup = دوردمی، Hp = هیپورال، Hpu-2 = زائده خونی دومین مهره، Nup-2 = زائده عصبی دومین مهره، Ph = کنارهیپورال و Ust = پلئوراستیل

بحث و نتیجه گیری

لوچ ماهیان متعلق به جنس *Oxynoemacheilus* دارای پراکنش گسترده‌ای در مدیترانه شرقی، جنوب قفقاز، آناتولی، بین‌النهرین و ایران می‌باشند. از ۱۷ گونه لوچ ماهی شناسایی شده از این جنس در ایران تا کنون اطلاعات استخوان‌شناسی مربوط به گونه‌های *O. kiabii*، *O. persa*،

رسد که تفاوت در چهار گونه یاد شده مربوط به کوتاه‌تر بودن طول استخوان پروانه‌ای در گونه‌های *O. kiabii*، *O. persa*، *O. chomanicus* و *O. bergianus* باشد.

ماهیان متعلق به جنس *Oxynoemacheilus* با داشتن چند ویژگی استخوان‌شناسی از سایر ماهیان خانواده Nemacheilidae قابل تشخیص هستند (۱۰). تعدادی از این ویژگی‌ها شامل عدم استخوانی شدن استخوان‌های سزاموئید (Sesamoid)، وجود چهار زوج استخوان شعاعی در کمر بند سینه‌ای، داشتن شش صفحه هیپورال، وجود و یا گاهی عدم وجود قطعات سوم استخوان حلقی-آبششی و چهارمین قطعه قاعده‌ای-آبششی در کمان آبششی و همچنین عدم تماس استخوان‌های آهیانه و پتراتیکیک بعلت وجود ارتباط بین استخوان‌های پروانه‌ای و اپی‌آتیک می‌باشند (۱۰ و ۱۱). گونه *O. zagrosensis* همانند گونه *O. chomanicus* (۹) دارای یک جفت سزاموئید استخوانی در ناحیه پیش‌اتموئید است. اگر چه استخوانی شدن سزاموئیدها در گونه *O. angorae* به عنوان یک استثنا در جنس *Oxynoemacheilus* گزارش شده است (۱۰ و ۱۱) ولی این صفت در چندین گونه دیگر از ماهیان جنس *Oxynoemacheilus* شامل گونه‌های *O. persa* (۳) و *O. kiabii* (۸) نیز گزارش شده است. هر چند که صفت استخوانی نشدن سزاموئیدها به عنوان یک صفت جداریختی (Apomorphy) برای خانواده Botiinae معرفی شده (۱۲)، ولی چنین به نظر می‌رسد که این صفت دارای تغییرپذیری در سایر خانواده‌ها و جنس‌های فوق خانواده Cobitoidea می‌باشد.

تعداد استخوان‌های شعاعی در کمر بند سینه‌ای گونه *O. zagrosensis* نیز همانند گونه *O. chomanicus* (۹) چهار زوج تعیین شد. تعداد این استخوان‌ها در گونه‌های *O. angorae*، *O. kiabii* و *O. bergianus* چهار جفت (۱، ۸ و ۱۰) و در گونه *O. persa* سه جفت (۳) گزارش شده است که صفت وجود سه استخوان شعاعی در کمر بند سینه‌ای

O. zagrosensis نسبت به گونه *O. chomanicus* دارای قاعده بلندتر و طول کوتاه‌تر می‌باشد. استخوان فوق‌لامی در گونه *O. zagrosensis* دوزنقه‌ای شکل و در گونه *O. chomanicus* مثلثی شکل است. از طرف دیگر در حالیکه در گونه *O. zagrosensis* یک صفحه استخوانی موجب جوش خوردگی پتریجیفورهای اول و دوم باله پشتی در یک سوم ابتدایی طول آنها می‌شود، در گونه *O. chomanicus* این دو جدا از هم می‌باشند. در هر دو گونه پتریجیفور اول دارای دو زائده بلند می‌باشد که از محل پایه به همدیگر متصل می‌باشند. جهت قرارگیری پتریجیفور اول نسبت به پایه باله پشتی در گونه *O. zagrosensis* هم‌راستا و در گونه *O. chomanicus* غیر هم‌راستا است. وجود این تفاوت در فرم پتریجیفورهای اول و دوم و نحوه قرارگیری پتریجیفور اول در گونه *O. zagrosensis* می‌تواند دلالت بر داشتن حداکثر ارتفاع بدن بیشتر و حالت قوزدار این گونه نسبت به گونه *O. chomanicus* باشد که پیش‌تر در توصیف آنها گزارش شده است (۷).

چگونگی مفصل شدن استخوان فکی لامی به بخش جانبی-تحتانی محفظه عصبی یکی دیگر از تفاوت‌های قابل ملاحظه گونه *O. zagrosensis* نسبت به گونه *O. chomanicus* می‌باشد. کندیل‌های (Condyle) قدامی و خلفی برای مفصل شدن با استخوان فکی لامی در سطح جانبی-تحتانی محفظه عصبی توسط استخوان‌های پروانه‌ای و پرواتیکیک در قدام و استخوان‌های پروانه‌ای، پرواتیکیک و پتراتیکیک در خلف محدود شده‌اند. این در حالی است که در گونه *O. chomanicus* سطح مفصلی قدامی توسط استخوان‌های پروانه‌ای، پرواتیکیک و بالی-پروانه‌ای و سطح مفصلی خلفی توسط استخوان‌های پروانه‌ای و پتراتیکیک محدود شده است (۹). این تفاوت در گونه *O. zagrosensis* با آنچه در گونه‌های *O. kiabii*، *O. persa* و *O. bergianus* گزارش شده است نیز وجود دارد (۱، ۲ و ۸). اگر چه این ویژگی در سایر لوچ ماهیان مطابق با نتایج حاضر در گونه *O. zagrosensis* گزارش شده است (۱۲)، چنین به نظر می‌

O. angorae و *O. brandti* تایید ولی در گونه‌های *O. panthera* و *O. jordanicus* تایید نشده است (۱۰).

همچنین در ساختار ناحیه شنوایی گونه *O. zagrosensis* ارتباطی بین استخوان‌های آهیانه و پتراتیکیک بعلت وجود تماس بین استخوان‌های پروانه‌ای و اپی‌اتیکیک، وجود ندارد. این ویژگی در گونه *O. chomanicus* (۹) و گونه‌های *O. kiabii*، *O. persa* و *O. bergianus* نیز گزارش شده است (۱، ۳ و ۸). این ویژگی به عنوان یک ویژگی جورگرا (Homoplasy) در خانواده Nemacheilidae گزارش شده است (۱۱) و چنین به نظر می‌رسد که در جنس *Oxynoemacheilus* این ویژگی فاقد تغییرپذیری باشد. مقایسه ویژگی‌های یاد شده در چند گونه از ماهیان جنس *Oxynoemacheilus* نشان دهنده وجود تغییرپذیری بالای این صفات در این جنس را دارد. همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که گونه لوچ زاگرس در چند ویژگی استخوان شناسی یاد شده از گونه خواهری خود قابل تشخیص است. لذا می‌توان از این ویژگی‌ها در تشخیص گونه *O. zagrosensis* از گونه *O. chomanicus* استفاده نمود.

سپاسگزاری

هزینه‌های انجام تحقیق از محل پژوهشانه شماره ۱۰۳۵/۳۵۷۲/۳ معاونت محترم پژوهشی دانشگاه کردستان تامین شده است که بدینوسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را ابراز می‌داریم.

گونه *O. persa* نیز نشان‌دهنده وجود تغییرپذیری این صفت در ماهیان متعلق به جنس *Oxynoemacheilus* دارد. تعداد صفحات هیپورال در گونه *O. zagrosensis* مانند گونه *O. chomanicus* (۹) شش عدد تعیین شد. با این وجود تعداد صفحات هیپورالی در تعدادی از گونه‌های این جنس مانند *O. brandti*، *O. kiabii* و *O. persa* (۷، ۸ و ۱۰) پنج عدد گزارش شده است. این تفاوت می‌تواند ناشی از الیگومریزاسیون تعدادی از صفحات هیپورالی در این گونه‌ها و کاهش تعداد آن به پنج عدد باشد (۱۰).

در ساختارکمان آبششی نمونه‌های *O. zagrosensis* چهار قطعه استخوان قاعده‌ای-آبششی و سه زوج استخوان حلقی-آبششی مشاهده شد. بررسی این دو ویژگی در سایر گونه‌های جنس *Oxynoemacheilus* نشان دهنده وجود تغییرپذیری آنها دارد. استخوان‌های متناظر در گونه *O. chomanicus* به ترتیب چهار و دو (شکل ۴) گزارش شده است (۹). در گونه‌های *O. kiabii*، *O. persa* و *O. bergianus* تعداد استخوان قاعده‌ای-آبششی چهار عدد و تعداد حلقی-آبششی سه جفت گزارش شده است (۳، ۷ و ۸). همچنین در گونه‌های *O. angorae*، *O. brandti*، *O. jordanicus* و *O. panthera* وجود چهارمین استخوان قاعده‌ای-آبششی در اغلب نمونه‌های بررسی شده گزارش شده است (۱۲). با این وجود در گونه‌های *O. jordanicus* و *O. panthera* وجود این استخوان تایید نشده است (۹). سومین استخوان حلقی-آبششی نیز در گونه‌های

منابع

- ۱- جلالی، پ.، و ایگدری، س.، ۱۳۹۴. استخوان‌شناسی ساختار سر در سگ‌ماهی جویباری *Oxynoemacheilus bergianus* (Derzhavin, 1934) رودخانه سفیدرود، مجله پژوهش‌های جانوری، (۱) ۲۸، صفحات ۲۱-۳۴.
- ۲- مفاخری، پ.، ۱۳۹۲، فیلوژنی سگ‌ماهیان جویباری جنس *Oxynoemacheilus* (Nemacheilidae) در آب‌های داخلی Freshwater lampreys and fishes in the Middle East. Taxa. 4, ad24401, 1-428.
- ۳- مفاخری، پ.، ایگدری، س.، فرحمند، ح.، و موسوی‌نابت، ح.، ۱۳۹۴. توصیف ساختار استخوان‌شناسی سگ‌ماهی پارسی (*Oxyne-macheilus persa*)، مجله تاکسونومی و بیوسیستماتیک، ۲۴، صفحات ۱-۱۶.
- ۴- Çiçek, E., Esmaili, H. R., Sayyadzadeh, G., Saad, A., Sungur, S., Jawad, L., Eagderi, S., Çapar, O. B., Coad, B. W., Fricke, R (2024).

- 5- Ghaderi E., Farahmand H., Kamangar B. B., Nematollahi M.A (2021). Molecular validity of nemacheilid loaches from Choman River drainage, Kurdistan, Iran. *FishTaxa*. 20, 14-20.
- 6- Helfman, G. S., Collette, B. B., Facey, D. E., Bowen, B. W (2009). The diversity of fishes: biology, evolution, and ecology. John Wiley and Sons, Ltd, Chichester.
- 7- Kamangar, B. B., Prokofiev, A. M., Ghaderi, E., Nalbant, T. T (2014). Stone loaches of Choman River system, Kurdistan, Iran (Teleostei: Cypriniformes: Nemacheilidae). *Zootaxa*. 3755 (1), 33-61.
- 8- Mafakheri, P., Eagderi, S., Farahmand, H., Mousavi-Sabet, H (2014). Osteological structure of Kiabi loach (*Oxynoemacheilus kiabii*). *Iranian Journal Ichthyology*. 3, 197-205.
- 9- Mafakheri, P., Eagderi, S., Qadermarzi, A (2016). Descriptive Osteology of a Newly Described Stone Loach, *Oxynoemacheilus chomanicus* (Kamangar et al., 2014) (Cypriniformes, Nemacheilidae). *International Journal of Zoology*. Article ID 2836518, 7 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/2836518>
- 10-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, 874-898.
- 11-Prokofiev, A. M (2010). Morphological classification of loaches (Nemacheilinae). *Journal of Ichthyology*. 50, 827-913.
- 12-Sawada, Y (1982). Phylogeny and zoogeography of the superfamily Cobitoidea (Cyprinoidei, Cypriniformes). *Mem. Fac. Fish. Hokkaido University*. 28: 65-223.
- 13-Sayyadzadeh, G. and Esmaeili, H. R (2024). Freshwater lamprey and fishes of Iran: Reappraisal and updated checklist with a note on Eagderi et al. (2022). *Zootaxa*. 5402(1), 001-099.
- 14-Taylor, W. R., Van Dyke, G. C (1985). Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study. *Cybiurn*. 9, 107-119.

Osteology of the Zagros loach, *Oxynoemacheilus zagrosensis* (Kamangar et al., 2014), from the Choman River, Kurdistan Province, Iran

Ghaderi E. and Bahrami Kamangar B.

Dept. of Fisheries Sciences, University of Kurdistan, Faculty of Natural Resources, Sanandaj, Iran

Abstract

Oxynoemacheilus zagrosensis is one of the 17 known species belonging to the genus *Oxynoemacheilus* in Iran that have been reported. This species is native to Iran and reported in the Choman River from the Tigris River. This species is morphologically very similar to its sympatric species, *O. chomanicus*. In this study, five specimens of *O. zagrosensis* were collected from the Choman River in 2015. To examine the osteological characteristics the specimens were cleaned, stained, and photographed. The results of this study revealed that *O. zagrosensis* have many numerous common osteological features with *O. chomanicus*. However, *O. zagrosensis* is distinguishable based on these features from *O. chomanicus* by the width of neurocranium, the shapes of sphenotic, parasphenoid, permaxilla, prepalatine, preethmoid II, symplectic, epihyal, the first and second dorsal fin pterygiophores, the number of inphrpharyngobranchial, the facets for the articulation with the heads of the hyomandibular and the shape of the bony capsule of the swim bladder.

Keywords: Osteological staining, sympatric species, Tigris River, Nemacheilidae family