

مطالعه ساختار استخوان‌شناسی ماهی کلمه دریای خزر (*Rutilus rutilus caspicus*)فریبرز قجقی^۱،* ابوالقاسم کمالی^۱، سهیل ایگدری^۲، مهدی سلطانی^۳ و ایرج هاشم‌زاده سقرلو^۴

^۱گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران. ^۲گروه شیلات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. ^۳گروه شیلات و محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۵/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۱۷

چکیده

این پژوهش با هدف مطالعه ساختار استخوان‌شناسی ماهی کلمه دریای خزر (*Rutilus rutilus caspicus*) به اجرا درآمد. در مجموع، تعداد ۵ قطعه ماهی کلمه دریای خزر از صیدگاه بندرترکمن از ماهی‌گیران محلی خریداری شد. نمونه‌های شفاف شده و قطعات جدا شده از آن‌ها توسط اسکنر Epson v700 مجهز به حمام گلیسیرین اسکن و تصویربرداری شدند. بررسی ساختار استخوانی نیز توسط یک دستگاه استریومیکروسکوپ MS5Leica بررسی و توصیف گردید. ویژگی‌های اسکلت ماهی کلمه در سه بخش اسکلت جمجمه، تنه و دم برای توصیف شکل استخوان آن مشخص گردید.

واژه‌های کلیدی: استخوان‌شناسی، ماهی کلمه، جمجمه عصبی، اسکلت

مقدمه

ماهی‌ها متنوع‌ترین و پرتعدادترین گروه مهره‌داران را تشکیل می‌دهند که در بیش‌تر آب‌های جهان گسترده شده و این پراکنش بالا به واسطه تنوع شگفت‌آور آن‌ها از نظر سازگاری‌های ریخت‌شناسی، فیزیولوژیک و رفتاری می‌باشد (ستاری، ۱۳۸۱). از جمله این ویژگی‌های زیست‌شناختی ساختار اسکلتی به‌عنوان بخشی از کالبد ماهیان است که به‌مدت طولانی پس از مرگ باقی می‌ماند و دربردارنده اطلاعات بیولوژیکی و اکولوژیکی فراوانی است. بسته به نوع استخوان و اطلاعات مورد نیاز، هر متخصص به‌میزان مختلف از این داده‌های استخوان‌شناسی می‌تواند استفاده نماید. بازیابی این اطلاعات بر عهده زیست‌شناسان، باستان‌شناسان و دیرین‌شناسان است. امروزه زیست‌شناسان با اطلاعات فراوانی که از استخوان‌ها به‌دست آورده‌اند، می‌توانند تشخیص و اندازه‌گیری گونه، سن، جنس،

اندازه، وزن، مکان و شرایط محیطی را به‌راحتی استخراج نمایند. از طرف دیگر دیرین‌شناسی متخصصان تاکسونومی در به‌دست آوردن اطلاعات به روش‌های مستقیم و غیرمستقیم از روی فلس‌ها و استخوان‌های ماهی زنده تلاش می‌کنند. شناخت استخوان‌شناسی علاوه‌بر کمک به مطالعات فسیل‌شناسی برای درک تکامل ماهیان، در بررسی‌های زیست‌شناسی ماهیان از جمله تغذیه، تنفس و شنا اهمیت زیادی دارد (Helfman, ۲۰۰۹).

ماهی کلمه دریای خزر (*Rutilus rutilus caspicus*) از جمله مهم‌ترین گونه‌های تجاری دریای خزر محسوب می‌شود که هر ساله برای تولیدمثل از دریای خزر وارد رودخانه‌ها و تالاب‌های اطراف آن می‌شود. این گونه دارای سه وارسته شمالی، ترکمنی و آذربایجانی (کورا) است (Berg, ۱۹۴۹). مطالعات متعددی در مورد ویژگی‌های ریخت‌شناختی این گونه انجام شده است. پاتیمار و همکاران (۱۳۸۱) براساس

* مسئول مکاتبه: kamali.abolghasem@gmail.com

شده توسط اسکنر Epson v700 مجهز به حمام گلیسرین اسکن و تصویربرداری به عمل آمد. ویژگی‌های استخوان‌شناسی نمونه‌ها توسط یک دستگاه استریومیکروسکوپ MS5Leica بررسی و توصیف شدند. نام‌گذاری ساختارهای استخوانی بر روی تصاویر اسکن شده نیز با استفاده از نرم‌افزار گرافیکی CorelDraw X5 انجام شد. نام‌گذاری ساختارهای استخوانی براساس Rojo (۲۰۰۹) صورت گرفت.

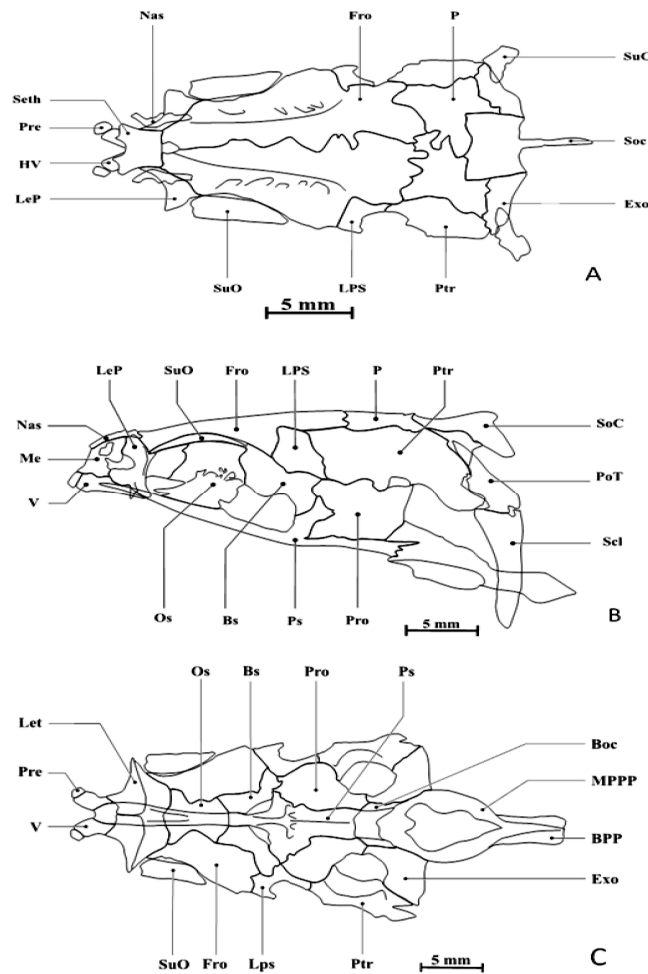
نتایج و بحث

جمع‌بندی عصبی (Neurocranium): بخش‌های مختلف جمع‌بندی عصبی در سه نمای پشتی، کناری و شکمی در شکل ۱ ارائه شده است. در نمای پشتی جمع‌بندی عصبی از قسمت جلو به سمت عقب به ترتیب استخوان‌های فوق‌پرویزنی (Supraethmoid)، استخوان‌چه‌های بینی (Nasal)، پیشانی (Frontal)، پس‌سری (Occipital)، تاج پس‌سری (Occipital crest)، فوق‌گوشی (Epioccipital)، بالای‌گوشی (Pterotic) و زائده کنار پروانه‌ای (Sphenotic) دیده می‌شوند (شکل ۱A). بزرگ‌ترین استخوان‌هایی که در نمای پشتی قابل مشاهده بودند شامل: استخوان‌های پیشانی می‌باشند که به صورت جفتی بخش عمده سقف جمع‌بندی عصبی را پوشش می‌دهند. این استخوان‌ها از سمت جلو به استخوان فوق‌پرویزنی متصل شده و دو استخوان‌چه بینی نیز در ناحیه جلو استخوان‌های پیشانی و طرفین فوق‌پرویزنی قرار گرفته‌اند. پس از استخوان‌های پیشانی، استخوان‌های آهیانه (Parietal) قرار دارند که از طرفین به استخوان‌های بالای‌گوشی و از عقب به استخوان‌های فوق‌گوشی (Epioccipital) متصل‌اند. استخوان منفرد تاج پس‌سری در ناحیه عقبی و وسط جمع‌بندی عصبی قرار گرفته و به سمت عقب کشیده شده است. در ناحیه عقبی و جانبی نیز استخوان‌های پیشانی و زائده پروانه‌ای دیده می‌شود که در واقع برآمدگی کناری استخوان پروانه‌ای است (شکل ۱).

روش سنتی جمعیت‌های ماهی کلمه ساکن در تالاب‌های آبی‌گل و آماگل و جمعیت مهاجر به تالاب گمیشان را مورد بررسی قرار دادند و بیان نمودند که تفاوت‌های بارزی در صفات ریخت‌سنجی و صفات شمارشی بین جمعیت‌های مورد مطالعه وجود دارد. ندافی و همکاران (۱۳۷۸) نیز ویژگی‌های بوم و زیست‌شناسی کلمه مهاجر به تالاب انزلی را مورد بررسی قرار دادند. با این وجود هیچ‌گونه مطالعه‌ای در مورد ساختار اسکلتی این گونه مهم اقتصادی انجام نشده است و اطلاعاتی در این زمینه موجود نمی‌باشد. از این رو این پژوهش با هدف بررسی استخوان‌شناسی ماهی کلمه دریای خزر به اجرا درآمد. اسکلت یک ساختار حمایتی را برای بخش‌های نرم بدن تأمین می‌کند و بررسی استخوان‌شناسی ماهی کلمه می‌تواند به درک بسیاری از عملکردهای ماهی از جمله؛ تغذیه، تنفس و شنا کمک نماید، چرا که بدون شناخت کامل استخوان‌های فک، آبشش، اسکلت بدن و باله‌ها درک این عملکردها غیرممکن خواهد بود. همچنین مطالعه استخوان‌شناسی در مطالعات آرایه‌شناسی و شناخت ارتباط ماهیان اهمیت بالایی دارد و می‌تواند اطلاعات اولیه را برای مطالعات آتی آرایه‌شناختی فراهم نماید.

مواد و روش‌ها

تعداد ۵ قطعه ماهی کلمه دریای خزر از صیدگاه بندرترکمن از ماهیگیران محلی خریداری شد. ماهی‌های پس از بیومتری، توسط فرمالین بافری با غلظت حجمی ۴ درصد تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شدند و ماده تثبیت‌کننده پس از ۴۸ ساعت تعویض گردید. از نمونه‌های صیدشده تعداد دو قطعه با طول استاندارد ۲۱ و ۲۲ سانتی‌متر برای مطالعه استخوان‌شناسی انتخاب و براساس روش Taylor و Van Dyke (۱۹۸۵) توسط آلسیان‌بلو و آلزارین‌رد S شفاف‌سازی و رنگ‌آمیزی شدند. نمونه‌های شفاف شده به منظور مقایسه و شناسایی از هم باز شدند. از قطعات جدا

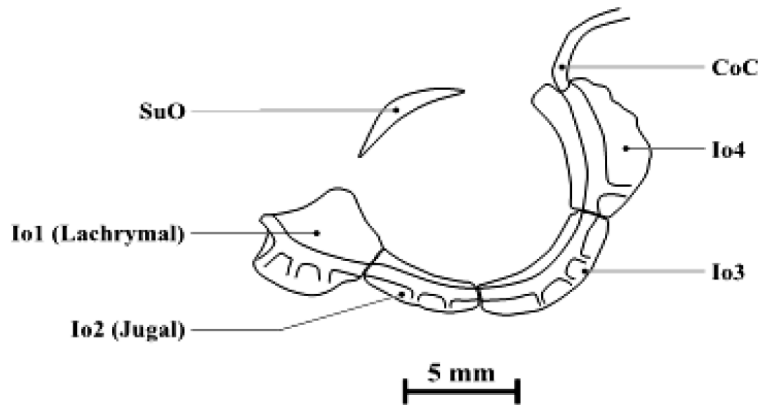


شکل ۱- استخوان‌های مجموعه عصبی نمای پشتی (A)، نمای جانبی (B)، نمای شکمی (C).

Boc- Basioccipital; BPP- Basioccipital Posterior Projection; Bs- Basisphenoid; Epo- Epiotic; Exo- Exoccipital; Fro- Frontal; HV- Head of Vomer; Ica- Intercalar; LeP- Lateral ethmoid process; LEt- Lateral Ethmoid; LPS- Lateral Process of Sphenotic; Me- Mesethmoid; MPPP- Masticatory Plate of Pharyngeal Process; Nas- Nasal; OpF- Optic Foramen; Os- Orbitosphenoid; Pa- Parietal; Peth- preethmoid; PoT- Post temporal; PrE- Pre Ethmoid; PrE- Pre Ethmoid; Pre- Preethmoid; Pro- Prootic; Ps- Parasphenoid; Ptr- Pterotic; SCl- Supra Cleithrum; Seth- Supraethmoid; Soc- Supraoccipital; StF- Subtemporal Foramen; SuC- Supraoccipital crest; SuE- Supra Ethmoid; SuO- Supra Orbital; V- Vomer) Scale bar 5 mm.

آن به سمت پوزه باریک‌تر از لبه عقبی است. استخوان جوگال (Jugale) نسبت به بقیه استخوان‌های مجموعه اطراف چشمی قطورتر است. در لبه بالایی حدقه استخوان فوق حدقه‌ای قرار دارد که در طرفین استخوان‌های پیشانی قرار داشته و بخش بالایی حدقه را حمایت می‌کند (شکل ۲).

استخوان‌های اطراف حدقه (Circumorbitals): تعداد ۴ قطعه استخوان زیرچشمی (Infraorbital) و یک قطعه استخوان فوق حدقه‌ای (Supraorbital) در اطراف حدقه وجود دارد. استخوان اشکی (Lachrymal) و استخوان زیرچشمی تقریباً هم‌اندازه می‌باشند. استخوان اشکی بزرگ‌ترین استخوان زیرچشمی بوده و در ناحیه جلوی حدقه واقع شده و لبه جلویی

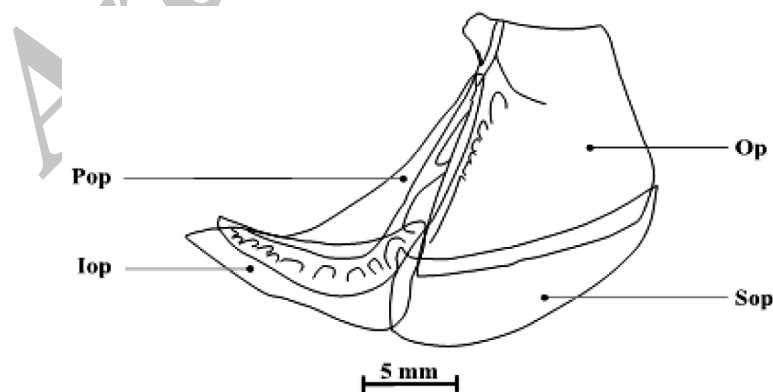


شکل ۲- استخوان‌های اطراف حدقه.

(CoC- Cyrcomorbital Canal; IO₁- Infra orbital₁ (lachrymal); IO₂- Infra orbital₂ (Jugal); ScB- Sclerotic Bones; SoC- Suborbital Canal; SuO- Supra Orbital) Scale bar 5 mm.

آبششی نیز از طریق مفصل توپی به استخوان لامی فکی (Hyomandibular) متصل است. استخوان زیر سرپوش آبششی در قسمت قدامی چاقو مانند بوده و از سمت درونی از قسمت خلفی به زیر سرپوش آبششی متصل می‌گردد. سرپوش آبششی یک زائده برجسته به سمت لامی فکی دارد. همچنین لبه خلفی سرپوش آبششی و زیر سرپوش آبششی حاشیه قدامی ترقوه (Cleithrum) را پوشش می‌دهد.

مجموعه استخوان‌های سرپوش آبششی (Opercular series): در هر طرف سر ۴ قطعه استخوان سرپوش آبششی در کنار هم محفظه آبششی را پوشش داده‌اند؛ شامل پیش سرپوشی (Preopercular)، سرپوشی (Opercular)، بین سرپوشی (Interopercular) و زیر سرپوشی (Subopercular) می‌باشد. لبه قدامی پیش سرپوشی، لبه خلفی سرپوش آبششی را پوشش می‌دهد. گوشه شکمی سرپوش آبششی نیز گوشه بالا بین سرپوش آبششی را پوشش می‌دهد. سرپوش

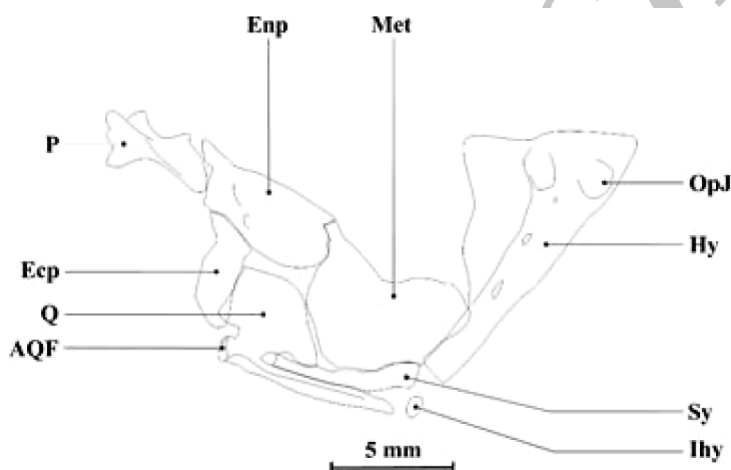


شکل ۳- استخوان‌های سرپوش آبششی.

(Iop- Interopercular; Op- Opercular; OPP- Opercular Prominent Process; OSC- Opercular Sensory Canal; Pop- Preopercular; PSC- Preopercular Sensory Canal; Sop- Subopercular) Scale bar 5 mm.

به سمت عقب گسترش یافته است. استخوان میان‌بالی (Metapterygoid) استخوان غضروفی است به شکل مربع و به استخوان مربعی مفصل می‌گردد که گوشه بالایی و جلویی این استخوان در کلمه مورد مطالعه حالت پهن دارد. استخوان پوستی رجلی میانی (Entopterygoid) از قسمت خلفی به استخوان کامی و استخوان مربعی و استخوان پوستی رجلی خارجی (Ectopterygoid) و از قسمت خلفی به استخوان میان‌بالی متصل می‌شود. استخوان پوستی رجلی میانی سقف دهان را شکل می‌دهد که این استخوان در ماهیان کلمه به صورت باریک و کشیده می‌باشد.

مجموعه فک‌آویز (Suspensorium): شامل استخوان‌های لامی فکی (Hyomandibular)؛ درون‌بالی (Endopterygoid)، روبالی (Ectopterygoid)، میان‌بالی (Metapterygoid)، مربعی (Quadrate) و کامی (Palatine) می‌باشد. مجموعه فک‌آویز با دو مفصل به قسمت قدامی جمجمه عصبی متصل می‌شود که بین کامی و پیش‌پرویزنی (Preethmoid) و ومر (Vomer) است و از قسمت خلفی با یک مفصل بین استخوان لامی فکی و پیش‌گوشی (Prootic) و بالی‌گوشی (Pterotic) قرار دارد. یک تاج استخوان غشایی از لبه پشتی لامی فکی

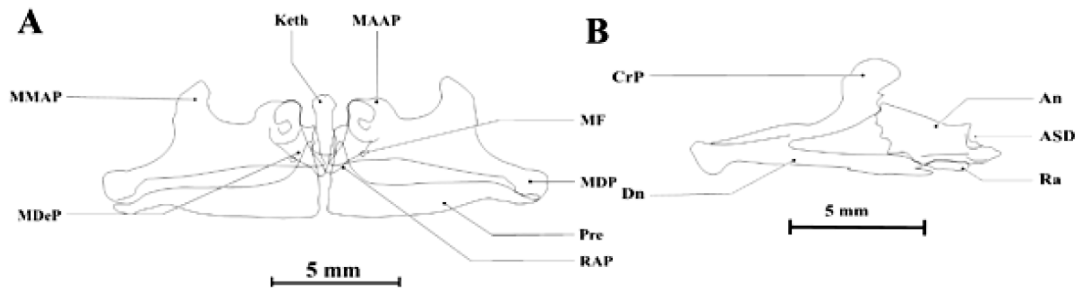


شکل ۴- استخوان‌های مجموعه فک‌آویز.

(Ecp- Ectopterygoid; Enp- Entopterygoid; Hy- Hyomandibular; Hy- F- hyomandibular joint face; Ihy- Interhyal; JFP- Joint Face of Palatine; Met- Metapterygoid; OpJ- Opercular Joint; P- Palatine; Q- Quadrate; QAF- Quadrate Articular Face; Sy- Symplectic) Scale bar 5 mm.

به نسبت عمیق در لبه بالایی آن وجود دارد. فک زیرین شامل استخوان‌های دندان (Dentary)، زاویه‌ای (Angular) و پس‌مفصلی (Retroarticular) می‌باشد. پس مفصلی کوچک بوده و به گوشه پشتی شکمی استخوان زاویه‌ای متصل است. استخوان زاویه‌ای از سطح مفصلی از چهار گوشه لبه داخلی استخوان دندان را تشکیل می‌دهد. دو استخوان دندان با انحنا کمی به هم می‌رسند (شکل ۵ A).

فک‌ها (Jaws): فک فوقانی شامل دو سری استخوان پیش فکی (Premaxillary) و فکی (Maxillary) است. استخوان فکی دارای دو زائده جلویی- پشتی است که به سمت بالا به موازات (Kinethmoid) امتداد دارد. زوائد پشتی این استخوان نیز در بخش انتهایی پهن شده و در مقابل دو زائده جانبی استخوان پیش‌فکی قرار دارد. در لبه پایینی استخوان فکی نیز یک فورامن وجود دارد (شکل ۵). زائده بالایی استخوان پیش‌فکی به نسبت بلند بوده و یک قوس



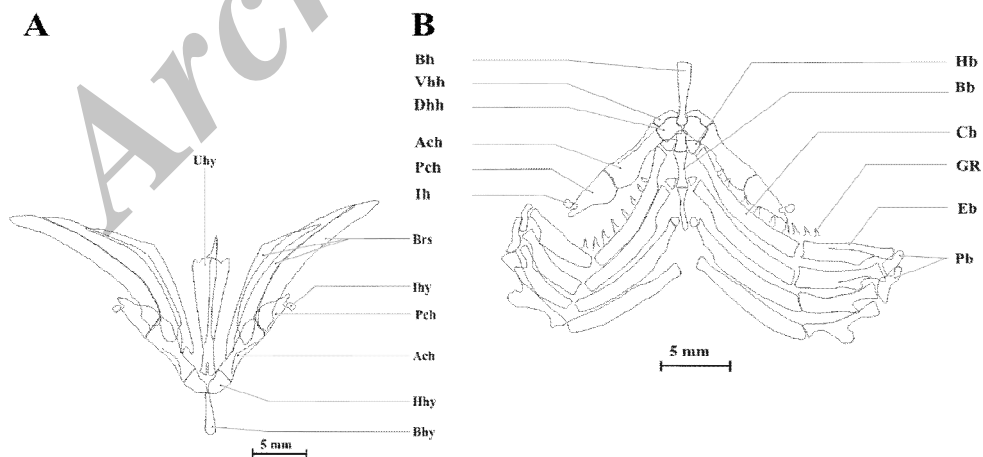
شکل ۵- استخوان‌های (A) فک بالا و (B) فک پایین.

(An- Angular; ASD- Articular Surface of Dentary; CrP- Coronoid Process; DF- Dentary Foramen; Dn- Dentary; Keth- Kinethmoid; MDeP- Maxillary Descending Process; MDP- maxillary distal process; MF- Maxillary foramen; MMAP- maxillary mid_lateral ascending process; MSC- Mandibular Sensory Canal; Pre- premaxilla; Ra- Retroarticular; RAP- rostral assending process) Scale bar 5 mm.

شکل تیر است که از طریق یک رابط به استخوان زیرلامی مفصل می‌شود و صفحات عمودی و افقی آن در نماهای جانبی و پشتی مثلثی می‌باشد. اولین و دومین پایک آبششی به غضروفی- لامی جلویی و سومین پایک آبششی به غضروفی- لامی متصل می‌شود.

در اسلکت آبششی، سه (Basibranchial) میانی وجود دارد که در ادامه به آن ۴ جفت Hypobranchial متصل شده و ۱ تا ۴ غضروف آبششی (Ceratobranchial) است (شکل ۶).

کمان لامی یا هیوئید و کمان آبششی (Hyoid and branchial arches): شامل ۵ جفت استخوان قاعده‌ای لامی (Basihyal)، زیرلامی (Hypohyal)، دم‌لامی (Urohyal) و پایک آبششی (Branchiostegals) می‌باشد (شکل ۶). استخوان قاعده‌ای لامی از دو طرف استخوان زیرلامی پشتی و جانبی مفصل می‌شود و به دنبال آن استخوان غضروفی- لامی قدامی (Ceratohyal) قرار دارد که یک استخوان پهن است که با استخوان غضروفی- لامی خلفی به‌طور محکم مفصل شده‌اند. استخوان دم‌لامی یک استخوان به

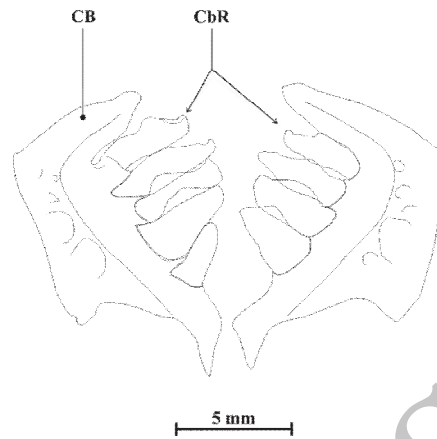


شکل ۱- استخوان‌های کمان هیوئید (A): استخوان‌های کمان آبششی (B).

(ACh- Anterior Ceratohyal; Bb- Basibranchial; Bh- Basihyal; Bhy- Basihyal; Bhs- Branchiostegals; Cb- Ceratobranchial; DHH- Dorsal Hypohyal; Eb- Epibranchial; GR- Gill Rakers; Hb- Hypobranchial; Hhy- Hypohyal; Ihy- Interhyal; Pb- Pharyngobranchial; PCh- Posterior Ceratohyal; Uhy- Urohyal; VHH- Ventral Hypohyal) Scale bar 5 mm.

آبششی به دندان حلقی تبدیل شده است. قاعده Pharyngobranchial پهن و دندان‌های حلقی در یک ردیف به تعداد ۵ عدد است (شکل ۷).

اولین Hypobranchial کشیده است. ۴ عدد Pharyngobranchial و ۵ عدد غضروف آبششی در هر طرف از سر است که پنجمین غضروف



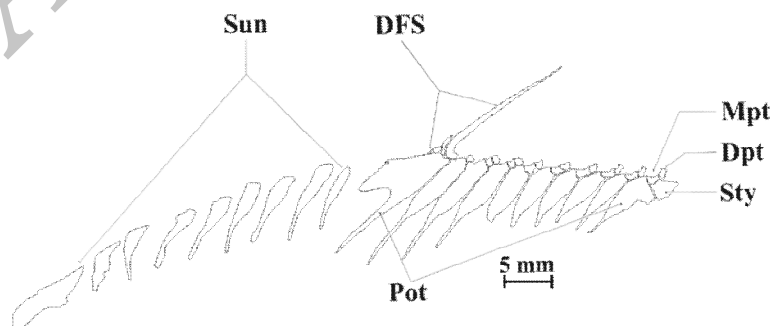
شکل ۷- استخوان دندان حلقی.

CB- Ceratobranchial; Cbr- Ceratobranchial Rakers (Pharyngeal teeth) Scale bar 5 mm.

مرتبط است زیرا در محیط طبیعی از عناصر غذایی با ساختار محکم تغذیه می‌کنند و نیاز به دندان‌های قوی‌تری دارند (Eastman, ۱۹۷۱).

اسکلت باله پشتی: باله پشتی معمولاً از ۱۰-۱۱ عدد pterygiophore تشکیل شده است که تعداد pterygiophore در ماهی کلمه مورد مطالعه ۱۰ عدد می‌باشد (شکل ۸).

شکل استخوان دندان حلقی بیانگر نقش عملکردی و فراهم شدن محل‌های پیوست عضلانی به‌منظور تسهیل خرد کردن مواد غذایی است. استخوان دندان حلقی دارای ارزش تاکسونومیک بوده و در شناسایی برخی از گونه‌های ماهی مهم است. بین استخوان دندان حلقی حتی در نمونه‌هایی که رژیم غذایی مشابه داشتند، تفاوت مشاهده شد. اندازه نسبی دندان‌ها در ماهی کلمه احتمالاً با رژیم غذایی آن‌ها

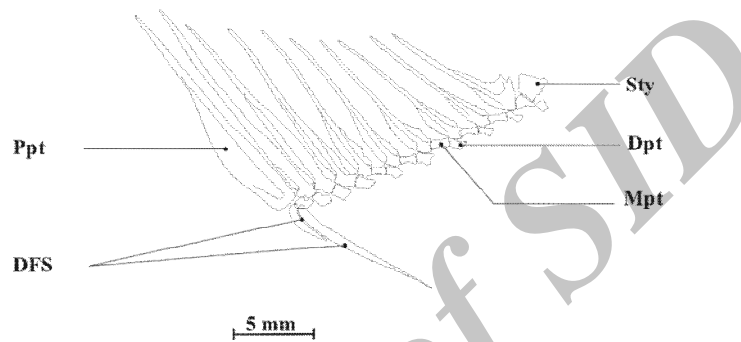


شکل ۸- استخوان‌های باله پشتی و سوپرانیورال‌ها.

(C 15- Centrum 15; DFS- Dorsal Fin Spine; Dpt- Distal Pterygiophore; Mpt- Median Pterygiophore; NuC- Neural Complex; Ppt- Proximal Pterygiophore; Ptg- Pterygiophore; Sty- Stay; Sun- Supraneural) Scale bar 5 mm.

متصل شده و آخرین *supraneural* به اولین *pterygiophore* وصل می‌شود. اسکلت باله مخرجی: باله مخرجی معمولاً متشکل از ۱۰-۱۱ عدد *pterygiophores* می‌باشد که در این مطالعه تعداد آن‌ها ۱۰ می‌باشد. ۲ شعاع سخت در باله مخرجی وجود دارد (شکل ۹).

باله پشتی دارای ۳-۴ عدد شعاع سخت می‌باشد در اینجا تعداد ۳ شعاع سخت مشاهده شد که همگی به اولین *pterygiophore* متصل شده‌اند. اولین *pterygiophore* باله پشتی گسترده و درازتر از بقیه می‌باشد و نزدیک به جسم مهره ۱۲ می‌باشد. ۹ عدد *supraneural* در جلوی باله پشتی وجود دارد که به وسیله یک بافت همبند به هم وصل می‌شود. اولین *supraneural* به *supraoccipital* مجموعه عصبی

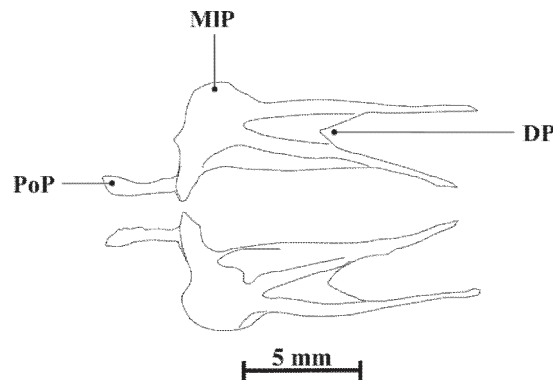


شکل ۹- استخوان‌های باله مخرجی.

(C 22- Centrum 22; DFS- Dorsal Fin Spine; Mpt- Median Petriophore; Ppt- Proximal Pterigiophore; Sty- Sty) Scale bar 5 mm.

توسط عضلات احاطه شده است. بخش قدامی دو شاخه است و بخش خلفی هلالی و نوک‌تیز است (شکل ۱۰).

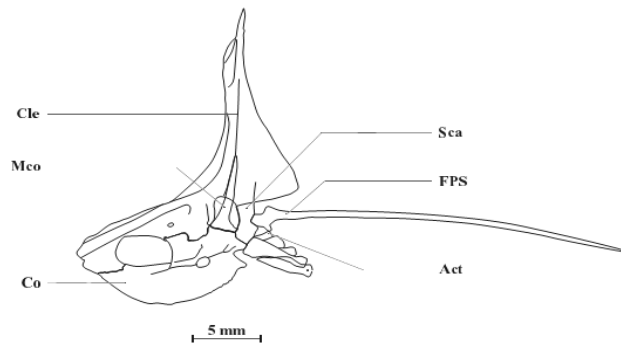
شعاع‌های سخت به اولین *pterygiophore* متصل شده است. امتداد بخش انتهایی اولین *pterygiophore* باله مخرجی به نزدیکی خار خونی مهره ۲۴ می‌رسد. **کمر بند لگنی**: کمر بند لگنی یک ساختار ساده دارد. کمر بند لگنی به اسکلت عمومی ماهی متصل نیست و



شکل ۱۰- اسکلت باله شکمی

(DP- Distal Process; MIP- Mid_lateral Process; PoP- Posterior Process) Scale bar 5 mm.

کمر بند سینه‌ای: کمر بند سینه‌ای شامل بالا ترقوه (supracleithrum)، ترقوه (Cleithrum)، کتف (Scapula)، غرابی (Postcleithrum)، غرابی میانی (Mesocoracoid) و چهار (Coracoid)، actionost است (شکل ۱۱).

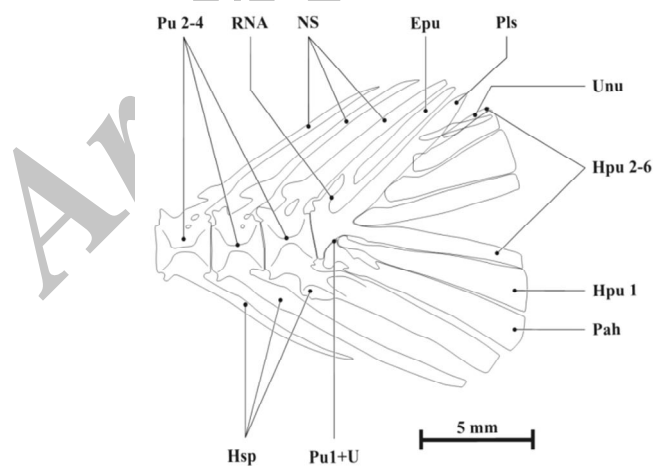


شکل ۱۱- اسکلت باله سینه‌ای.

(Act- Actinost; Cle- Cleithrum; Co- Coracoid; FPS- First Pectoral fin Spine; Mco- Mesocoracoid; Sca- Scapula) Scale bar 5 mm.

اسکلت باله دم: در ساختار اسکلتی باله دم، تعداد ۴ مهره به استخوان یورواستیل مرتبط شده و در مجموع در شکل‌دهی به صفحه دم نقش دارند (شکل ۱۲).

کمر بند سینه‌ای توسط بالاترقوه از بالا به مجموعه عصبی و توسط یک مفصل ثابت از قسمت جلو به کمان لامی (استخوان لامی فکی) متصل است. Postcleithrum با نیمه بالایی ترقوه مفصل است.



شکل ۱۲- اسکلت باله دم.

(ANS- Accessory Neural Spine; Epu- Epural; HF- Hypural Foramen; Hpu- Hypural; HSp- Hemal spine; NF- Neural Foramen; NS- Neural Spine; Pah- Parhypural; PF- Parhypural Foramen; Pls- Pleurostyle; Pu- preural; Pu1+U- Preural 1+Urostyle; PuF- Preural Flange; RNA- Rudimentary neural arch; Unu- Uroneural) Scale bar 5 mm.

به‌طور کلی باله دمی در کپورماهیان، به‌طور معمول شش hypural وجود دارد که چهارتای آن در نیمه فوقانی است (Buhan, ۲۰۰۶؛ Shantakumar و Vishwanath, ۱۹۷۲). فضاهای بین استخوان‌های باله دمی در تسهیل ارتباطات لنفاوی نقش دارند (Kampmeier, ۱۹۶۹). ساختار uroneural احتمالاً نقش حفاظتی برای بخش انتهایی نخاع را بر عهده دارد و در تضمین عملکرد دم نقش ایفا می‌کند (Patterson, ۱۹۷۷).

خار اپورال (Epurial) از سمت پشتی به pleurostyle به‌وسیله یک بافت همبند متصل می‌شود. خارهای خونی و عصبی pleurostyle ها برای حمایت از صفحات hypural به عقب برگشته‌اند. بررسی اسکلت صفحه دمی یک ابزار مهم برای تفسیر روابط سیستماتیک و روابط فیلوژنتیکی بین ماهیان شعاع باله است (Gosline, ۱۹۶۱؛ Nybelin, ۱۹۷۳). همچنین ممکن است به‌عنوان شاهدهی بر تفاوت‌های درون‌گونه‌ای ماهیان نیز باشد (Eastman, ۱۹۷۱).

منابع

- ۱- پاتیمار، ر.، کیابی، ب.، سالنیکوف، ن.، کمالی، ا.، و مصداقی، م.، ۱۳۸۳. تجزیه و تحلیل تک‌متغیره و چندمتغیره تنوع‌پذیری صفات ریخت‌سنجی در بین جمعیت‌های کلمه در تالاب‌های گمیشان، آجی‌گل و آلمانگل. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال یازدهم. شماره چهارم. زمستان ۱۳۸۳.
- ۲- ستاری، م.، ۱۳۸۱. ماهی‌شناسی ۱ (تشریح و فیزیولوژی). انتشارات نقش مهر و دانشگاه گیلان.
- ۳- ندافی، ر.، مجازی‌امیری، ب.، حسن‌زاده‌کیابی، ب.، و عبدلی، ا.، ۱۳۸۰. بررسی مقایسه‌ای ویژگی‌های ریخت‌سنجی و شمارشی ماهی کلمه در مصب گرگان‌رود و تالاب انزلی، مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۴- شماره ۴. ص: ۳۸۳.
4. Berg, L.S., 1949. Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries. Israeli program for scientific translations, Jerusalem, 1964p.
5. Buhan, P.J., 1972. The comparative osteology of the caudal skeleton of some North American minnows (Cyprinidae). American Midland Naturalist, 88 (2), 484-490.
6. Eastman, J.T., 1971. The pharyngeal bone musculature of the carp, *Cyprinus carpio*. J. Morphol. 134 (2), 131-140.
7. Gosline, W.A., 1961. Some osteological features of modern lower teleostean fishes. Smithsonian Miscellaneous Collections, 142 (3), 1-42.
8. 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.
9. Kampmeier, O.E., 1969. Evolution and comparative morphology of the lymphatic system (ed. C. Charles Thomas). pp. 620. Charles C. Thomas Publishers, Springfield, Illinois, USA.
10. Nybelin, O., 1973. Comments on the caudal skeleton of actinopterygians. In: Interrelationships of Fishes (eds. P. H. Greenwood, R.S. Miles & C. Patterson), pp. 369-372. Academic Press, London, UK.
11. Patterson, C., and Rosen, D.E., 1977. Review of ichthyodectiform and other mesozoic teleost fishes and the theory and practice of classifying fossils. Bulletin of the American Museum of Natural History, 158 (2), 81-172.
12. Rojo, A.L., 2009. Dictionary of evolutionary fish osteology, CRC Press, 1991.
13. Shantakumar, M., and Vishwanath, W., 2006. Inter relationships of *Puntius* Hamilton-Buchanan (Cyprinidae: Cyprininae) found in Manipur, India. Zoos. 21 (6), 2279-2283.
14. Taylor, W.R., and Vandyke, G.C., 1985. Revised procedures for staining and clearing small fishes and other vertebrates for bone and cartilage study, Cybium, 9 (2), 107-119.