



Original Research Paper

Morphology of skull in the Spur-thighed Tortoise *Testudo graeca* (Testudines: Testudinidae)

Fariba Radmanesh ¹, Nasrullah Rastegar Pouyani ¹, Rasoul Karamiani ^{2*}

¹ Department of Biology, Faculty of Science, Razi University, Kermanshah, Iran

² Environmental Research Center, Razi University, Kermanshah, Iran

Key Words

Testudo graeca
Osteology
Skull
Kermanshah
Iran

Abstract

Introduction: Structural studies are important for connection between morphology and behavior in organisms, but there is still little information about descriptive details of terrestrial turtles. There are degrees of variation in cranial osteology in other turtle species, which can be also significant in *Testudo graeca*. The present study presents the first detailed description of the *Testudo graeca* cranial osteology, a terrestrial turtle that currently occurs in different parts of Iran.

Materials & Methods: In this study, four specimens collected from Dinvar and Chaharzebar regions in Kermanshah province were used. Using common protocols for bone cleansing, the skulls were removed and scanned, and photographed using a loop equipped with digital camera.

Result: The skull of *Testudo graeca* encompass 49 bones (22 pairs and five single bones) that is including a flat skull roof, numerous extremely wide skull elements, and a compressed neurocranium possibly the functional result of life habit.

Conclusion: Results showed that specific variations in skull osteology, including scale, shape, location and articulation, can have different effects on animal behavior.

* Corresponding Author's email: rasoul.karamiani@gmail.com

Received: 21 April 2020; Reviewed: 27 June 2020; Revised: 23 July 2021; Accepted: 30 August 2021

(DOI): [10.22034/aej.2020.136760](https://doi.org/10.22034/aej.2020.136760)

مقاله پژوهشی

مطالعه ریخت‌شناسی جمجمه لاک‌پشت مهمیزدار *Testudo graeca* (Testudinidae: Testudines)

فریبا رادمنش^۱، نصرالله رستگار پویانی^۱، رسول کرمانی^{۲*}

^۱ گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

^۲ مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشکده علوم، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

چکیده

کلمات کلیدی

Testudo graeca
استخوان‌شناسی
جمجمه
استان کرمانشاه
ایران

مقدمه: مطالعات مربوط به عملکرد ساختارها برای ایجاد ارتباط بین ریخت‌شناسی و رفتار موجودات بسیار مهم است، اما هنوز هم برای لاک‌پشت‌های خشکی‌زی اطلاعات کمی از جزئیات تشریحی بدن آن‌ها است. درجاتی از تنوع در استخوان‌شناسی جمجمه در سایر گونه‌های دیگر لاک‌پشت دیده می‌شود که می‌تواند در *Testudo graeca* نیز قابل توجه به نظر برسد. مطالعه حاضر اولین شرح مفصل از اجزای جمجمه *Testudo graeca*، یا لاک‌پشت مهمیزدار مدیترانه‌ای ارائه می‌دهد که در نواحی مختلف ایران وجود دارد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش از چهار نمونه جمع‌آوری شده از زیستگاه‌های منطقه دینور و چهارزبر در استان کرمانشاه استفاده شد. با استفاده از شیوه‌نامه‌های رایج برای پاک‌سازی استخوان‌ها، جمجمه‌ها جدا و پاک‌سازی شد و توسط اسکنر اسکن صورت گرفت و با استفاده از لوپ مجهز به دوربین دیجیتالی عکس‌برداری انجام شد.

نتایج: جمجمه *Testudo graeca* دارای ساختاری ویژه استخوانی مشتمل بر ۴۹ (۲۲ جفت و ۵ استخوان منفرد) استخوان است با یک سقف جمجمه صاف، بسیاری از عناصر جمجمه‌ای به شدت پهن و یک جمجمه عصبی فشرده که احتمالاً نتیجه عملکردی ناشی از سبک زندگی است. **نتیجه‌گیری و بحث:** نتایج نشان می‌دهد که تنوع خاص در استخوان‌شناسی جمجمه مانند ابعاد، شکل، محل قرارگیری و مفصل‌بندی می‌تواند تأثیر در رفتار تغذیه‌ای جانور داشته باشد.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: rasoul.karamiani@gmail.com

تاریخ دریافت: ۲ اردیبهشت ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۷ تیر ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۲ مرداد ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۹ شهریور ۱۳۹۹

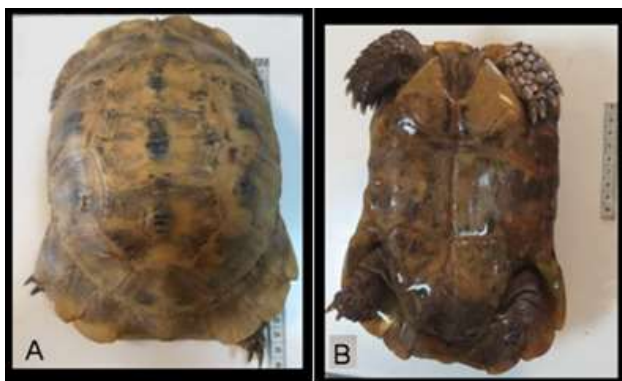
(DOI): 10.22034/aej.2021.136760

مقدمه

ممکن است لکه‌های بزرگ مشکی رنگی بر روی آن دیده شود. طول مستقیم لاک پشتی حدود ۲۰ سانتی‌متر است. سر آن خرمایی رنگ و دست و پای خاکستری رنگ دارد. در ایران در استان‌های آذربایجان غربی و شرقی، کرمانشاه، کردستان، لرستان، ایلام، همدان و اصفهان دیده شده است (Ananjeva و همکاران، ۲۰۲۰). جمجمه و سایر استخوان‌های بدن ساختمان پیچیده‌ای دارند که ارائه دهنده اطلاعات فراوانی می‌باشند و برای مطالعات فیلولوژی موفولوژیکی ارتباطات بین خزندگان مورد استفاده قرار می‌گیرند (Estes و همکاران، ۱۹۸۸) و به‌طور عملکردی استخوان‌ها و ماهیچه‌های مرتبط با آن در زمینه تغذیه، سیستم‌های حسی، حرکت و انتخاب جنسی و همچنین خویشاوندی بین تاکسون‌ها (Zaaf و همکاران، ۱۹۹۹) مورد مطالعه قرار گرفته است. با توجه به محدود بودن مطالعات گذشته بر روی اسکلت لاک‌پشت‌ها در ایران و تغییرات وابسته به زیستگاه و اقلیم بر جمعیت لاک‌پشت‌ها هنوز شناخت کاملی از آن‌ها در ایران وجود ندارد. با توجه به جایگاه مهم لاک‌پشت‌ها در اکوسیستم، مطالعه حاضر سعی دارد با توصیف بیوسیستماتیک گونه و روشن ساختن ویژگی‌های مهم اسکلتی آن به زیست‌شناسی این گونه کمک نماید. با توجه به پراکنش وسیع گونه لاک‌پشت مهمیزدار در ایران و در دسترس بودن نمونه‌هایی از آن و نیز این‌که تاکنون مطالعه‌ای روی استخوان‌های جمجمه این گونه صورت نگرفته، در مطالعه حاضر به بررسی آن پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه‌ها طی یک دوره یک‌ساله به‌جز فصل زمستان که لاک‌پشتان در خواب زمستانی هستند و در دسترس نمی‌باشند در تابستان و پاییز ۱۳۹۶ و بهار ۱۳۹۷ انجام گردید. نمونه‌ها از مناطق دینور (یک ماده بالغ) و چهارزبر (یک نر بالغ) در استان کرمانشاه جمع‌آوری شد و درون کیسه‌های پارچه‌ای جدا به آزمایشگاه جانورشناسی دانشگاه رازی کرمانشاه منتقل شدند تا مطالعات لازم بر روی آن‌ها انجام شود (شکل ۱).



شکل ۱: سطح پشتی (A) و سطح شکمی (B) در لاک پشت *T. graeca*

لاک‌پشت‌ها (Testudines) پیشتر بر پایه پژوهش‌های کلادیستیک و نبود حفره گیجگاهی قدیمی‌ترین راسته زنده باقی‌مانده از زیر رده آناسپیدا تقسیم‌بندی شدند (Gauthier و همکاران، ۱۹۸۸)، اما پژوهش‌های ملکولی آن‌ها را خویشاوند کروکودیل‌ها و پرندگان در نظر گرفتند (Crawford و همکاران، ۲۰۱۵). اگرچه به‌کارگیری هر دو روش موید خاستگاه آناسپیدی برای لاک‌پشت‌ها است. مطالعات سیستماتیک و مقایسه‌ای لاک‌پشت‌ها در چند دهه اخیر مورد توجه بوده‌اند. این مطالعات طیف وسیعی از زیست‌شناسی و بوم‌شناسی این جانوران را در بر می‌گیرد که می‌توان به مطالعات مولکولی و ژنتیکی (Krenz و همکاران، ۲۰۰۵)، مطالعات ریختی و ریخت‌سنجی (Claude و همکاران، ۲۰۰۳)، تهیه چک‌لیست خزندگان ایران (Safaei-Mahroo و همکاران، ۲۰۱۵)، و لیست تمامی گونه‌های شناخته شده لاک‌پشتان جهان (Rhodin و همکاران، ۲۰۱۷) اشاره کرد. تعداد محدودی از مطالعات قبلی از مورفولوژی اسکلت لاک‌پشت‌ها برای بررسی تنوع رده‌بندی، توصیف ریخت‌های جدید، و روشن ساختن روابط تکاملی استفاده کرده‌اند (Shaffer و همکاران، ۱۹۹۷). لاک‌پشتان دارای یک لاک پشتی (Carapace) و یک لاک شکمی (Plastron) می‌باشند که توسط پل‌هایی در دو طرف به هم متصل می‌شوند. اندازه و شکل لاک در گونه‌های مختلف بر اساس محیط‌زندگی متفاوت است. لاک دو لایه است که لایه خارجی شاخی و کراتینی و لایه داخلی استخوانی است. قطعات بزرگ لاک نوعی پولک محسوب می‌شوند و به صفحات کراتینی خارجی Scute می‌گویند (Ernst و همکاران، ۱۹۷۶). لاک‌پشتان آبی دارای لاک تخت‌تر و مسطح‌تر نسبت به خشکی‌زی‌ها می‌باشند و برخی گونه‌ها نیز دارای لاک نرم می‌باشند (Goverse و همکاران، ۲۰۱۴). پلاسترون از چهار جفت استخوان: (از قدامی به خلفی: اپی پلاسترون، هیوپلاسترون، هیوپوپلاسترون و زیفی پلاسترون) و یک استخوان منفرد (انتوپلاسترون) تشکیل شده است. شکل استخوان انتوپلاسترون گاهی به‌عنوان یک کلید شاخص برای شناسایی گونه‌ها استفاده می‌شود (Wyneken، ۲۰۰۱). حدود ۲۴۱ گونه خزنده در ایران وجود دارد که شامل ۱۰ گونه لاک‌پشت هستند، طی سال‌های اخیر لاک‌پشت گوش قرمز (*Trachemys scripta*, Schoepff، ۱۷۹۲) و لاک‌نرم چینی (*Wiegmann Pelodiscus sinensis*، ۱۸۳۵) به‌صورت بیگانه در محدوده کشور ایران مشاهده شده است که با احتساب آن‌ها، تعداد گونه‌های لاک‌پشت موجود در قلمرو ایران به ۱۲ می‌رسد (حجتی و همکاران، ۱۳۸۱؛ Safaei-Mahroo و همکاران، ۲۰۱۵؛ حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷). گونه *Testudo graeca* دارای رنگ لاک پشتی زرد کدر، قهوه‌ای، یا قهوه‌ای تیره است و حاشیه پولک‌ها مشکی رنگند. لاک شکمی به رنگ زرد، خاکستری یا زرد متمایل به سبز است و

نتایج

توصیف عمومی جمجمه *Testudo graeca*: هم‌چنان که در جدول ۱ مشخص شده است، نسبت طول (از مرز قدامی پوزه تا لبه انتهایی کوفک فرانس سری (crista supraoccipitalis) به عرض جمجمه فرد بالغ ۱/۵ (بزرگ‌ترین پهنا در سطح تنه میانی استخوان فلسی) است و نسبت طول (از مرز قدامی پوزه تا لبه انتهایی کوفک فرا پس سری) به ارتفاع جمجمه ۲/۳۹ است، بیش‌ترین ارتفاع در سطح بخش مفصلی (pars articularis) استخوان مربعی است. جمجمه از نمای پشتی ظاهری تقریباً بیضوی دارد. از نمای کناری، جمجمه ظاهری کامبیش برآمده دارد. مفصل شدن استخوان‌های فلسی (squamosal) و پس‌گوشی (opisthotic) در لبه خلفی کناری جمجمه به شکل‌گیری زائده کنارپس‌سری (processus paraoccipitalis) نمی‌انجامد. تاج فرانس‌سری استخوان فرانس‌سری گسترشی معادل یک ششم فاصله میان استخوان‌های فلسی دو طرف دارد. جمجمه فوق‌العاده استخوانی شده است و می‌توان در زوایا میان عناصر جمجمه‌ای را در اکثر موارد تشخیص داد. جمجمه یک گودی گیجگاهی (fossa temporalis) سطحی وسیع دارد که نقطه خاستگاهی برای ماهیچه‌های منقبض‌کننده ماندیبول (mandibulae M. depressor) و نزدیک‌کننده ماندیبول (M. adductor mandibulae) را شکل می‌دهند.

جدول ۱: میانگین مقادیر حاصل از بیومتری جمجمه *Testudo graeca*

اندازه	توصیف	صفات مورد بررسی
۳۰/۴ میلی‌متر	از مرز قدامی پوزه تا لبه انتهایی کوفک فرا پس‌سری	طول جمجمه
۲۰/۳ میلی‌متر	بزرگ‌ترین پهنا در سطح تنه میانی استخوان فلسی	عرض جمجمه
۱۲/۷ میلی‌متر	بیش‌ترین ارتفاع	ارتفاع جمجمه
۲۵ سانتی‌متر	بیش‌ترین طول لاک پشتی در خط مستقیم	طول مستقیم لاک پشتی
۲۰ سانتی‌متر	بیش‌ترین عرض لاک پشتی در خط مستقیم	عرض لاک پشتی

ستبر، از نمای پشتی قدری کوژ و به‌طور میانی به یکدیگر جوش خورده‌اند که سقف پوشینه بینی (nasal capsule) را تشکیل می‌دهند. استخوان‌های بینی به‌طور قدامی با تیغه میانی بینی (septomaxilla)، به‌طور قدامی کناری با استخوان آرواره‌ای (maxilla)، به‌طور خلفی کناری با استخوان‌های جلوپیشانی (prefrontal)، به‌طور خلفی استخوان‌های پیشانی (frontal) جوش خورده مفصل می‌شوند و برای تمام این مفصل شدگی‌ها درزهای بارز شکل می‌گیرد.

استخوان‌های جلوپیشانی (Prefrontal): در *T. graeca* قدامی‌ترین بخش سقف جمجمه توسط استخوان بینی شکل می‌گیرد ولی لبه پشتی و قدامی حدقه توسط استخوان جلوپیشانی شکل می‌گیرد. استخوان جلوپیشانی را می‌توان با دو برجستگی شناسایی کرد: یک برجستگی پیشانی با گسترش پسین تا با استخوان پیشانی پیوند برقرار کند، و یک برجستگی کامی با گسترش شکمی بین استخوان‌های

در این پروژه از یک نمونه نر بالغ (موجود در فرمالین) از موزه جانورشناسی دانشگاه رازی (RUZM) استفاده شد. بعد از آن‌که نمونه‌ها با کلروفرم و فرمالدهید ۱۰ درصد بی‌هوش و کشته شدند، عضلات جمجمه جانور با قرار دادن آن به مدت ۵ دقیقه در آب جوش و با پنس و قیچی جدا شدند. بعد از جدا کردن کامل عضلات جمجمه‌ها مراحل سفید کردن جمجمه‌ها طبق روش زیر انجام شد (این روش با تلفیق و تغییر روش Wassersug (۱۹۷۶) به دست آمده است):

۱- خونگیری: با استفاده از محلول کلرید سدیم ۱.۵٪ به مدت ۲۴ ساعت. ۲- چربی‌زدایی: با استفاده از بنزین به مدت ۲۴ ساعت. ۳- رنگ‌زدایی: با استفاده از آب ژاول ۵٪ به مدت ۲۴ ساعت و در تاریکی کامل. ۴- سفید کردن کامل جمجمه: با استفاده از آب اکسیژنه ۷/۵٪ به مدت ۲۴ ساعت. ۵- آبیگری: با استفاده از اتانول ۹۶٪ به مدت ۲۴ ساعت. تمامی این مراحل در مدت ۵ روز انجام شد. بعد از آن به نمونه‌ها برچسب زده و سطوح پشتی و شکمی توسط اسکنر اسکن شد و توسط دوربین دیجیتال Dino-Lite و با استفاده از لوپ مجهز به دوربین دیجیتال مدل Olympus DP عکس‌برداری صورت گرفت (Karamiani و Rastegar-Pouyani, ۲۰۱۷).

چنان‌که در نمای کناری دیده می‌شود، یک دریچه زیرگیجگاهی (Subtemporal fenestra) نسبتاً بیضوی به‌طور خلفی کناری نسبت به حدقه‌ها جای دارد. دریچه بینی خارجی (externum aperturum narium) به دلیل رشد استخوان‌های مجاور تنها با دو سوراخ در قسمت نوک پوزه نمایندگی می‌شود. به‌طور کناری، در سطح منطقه مفصلی استخوان مربعی یک فرورفتگی مخروطی ماریچی عمیق با جهت‌گیری میانی لبه بیرونی گذرگاه شنوایی خارجی (external auditory meatus) را شکل می‌دهد. دریچه بینی داخلی (aperturum narium interni) زوج است و چنان‌که از نمای شکمی دیده شود، مانند دو تونل کام را در میانه جمجمه به‌طور قدامی سوراخ می‌کند (شکل ۲).

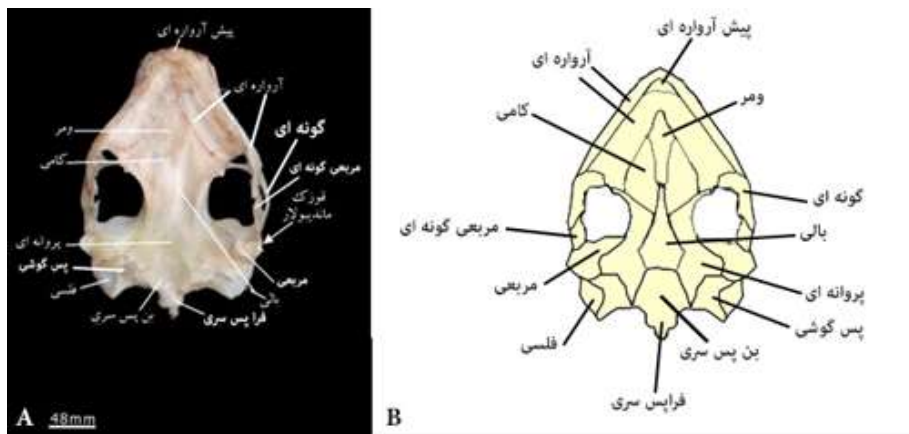
عناصر سقف جمجمه پوستی

استخوان‌های بینی (Nasal): زوج استخوان‌های بینی در *T. graeca* وجود دارد (شکل ۲). هر یک از استخوان‌های بینی در *T. graeca*

گسترده مفصل می‌شود، و شاخه کناری خلفی عمدتاً با لبه پشتی استخوان گونه‌ای و نوک آن با استخوان مربعی گونه‌ای تماس دارد.

عناصر کامل کننده مجموعه پوستی

استخوان پیش آرواره‌ای (Premaxillae): استخوان‌های پیش آرواره‌ای لبه قدامی پوزه را می‌سازند (شکل ۳). در گونه *T. graeca* ظاهری شش ضلعی با حدود ۸ شیار سطحی، سبب شکل‌گیری تزئینات استخوانی، در سطح یک سوم رویین دارد و لبه فرسایشی آن دو فرورفتگی متقارن دارد، ظاهری مستطیلی با اندکی کوژی در نمای لبی (labial) دارد. این استخوان در گونه *T. graeca* به‌طور کناری و کناری پشتی با استخوان آرواره‌ای مفصل می‌شود. در نمای قدامی، استخوان پیش آرواره‌ای *T. graeca* در ایجاد دریچه بینی خارجی مشارکت نمی‌کند. لبه خلفی زائده کامی (process palatal) استخوان پیش آرواره‌ای با گسترش خلفی علاوه بر جدایی استخوان‌های آرواره‌ای به برقراری تماس با استخوان تیغه‌ای می‌انجامد. ناوک‌های زبانی (lingual ridges) پیش آرواره‌ای در این گونه وجود ندارند.



شکل ۳: مجموعه لاک پشت *T. graeca* در نمای شکمی (A)، نمای شماتیک (B)

استخوان تیغه‌ای (Vomer): استخوان‌های تیغه‌ای لبه قدامی میانی دریچه بینی داخلی (interna apertura narium) را می‌سازد و با دو منفذ میان آرواره‌ای (Intermaxillary foramens) در جلوی دریچه بینی داخلی در نزدیکی مرز مفصل شدن با استخوان پیش آرواره‌ای سوراخ می‌شود (شکل ۳). در *T. graeca* تماس استخوان‌های آرواره‌ای دو سوی مجموعه از مفصل شدن استخوان تیغه‌ای با استخوان پیش آرواره‌ای جلوگیری می‌کند. در هر حال، این استخوان به‌طور قدامی و قدامی - کناری با استخوان آرواره‌ای، و ناوک خلفی میانی آن به‌طور خلفی با استخوان‌های کامی و نیز با گسترش بیش تر با استخوان‌های بالی مفصل می‌شود. شیار تیغه‌ای وجود ندارد اما درز میان دو استخوان تیغه‌ای را در *T. graeca* می‌توان تمیز داد. در *T. graeca* نیمی از تنه اصلی استخوان تیغه‌ای در زیر گودی حدقه‌ای (به‌طور قدامی) و نیمه

شکل گسترده با استخوان مربعی مفصل می‌شود و در قدامی ترین نوک خود تماس اندکی با استخوان مربعی گونه تماس دارد. از دید خلفی استخوان فلسی با استخوان مربعی مفصل می‌شود ولی تماسی با زائده کنار پس سری استخوان پس گوشه قرار نمی‌کند، به واقع استخوان مربعی مانند یک نوار باریک میان استخوان فلسی و زائده کنار پس سری استخوان پس گوشه قرار می‌گیرد. از نمای خلفی و نیز شکمی مشخص است که استخوان فلسی و زائده کنار پس سری استخوان پس گوشه پیوند گسترده‌ای برقرار می‌کند.

استخوان‌های پساحدقه‌ای (Postorbital): زوج استخوان‌های پساحدقه‌ای دو ظاهر متفاوت دارد (شکل ۲). از نمای پشتی و کناری این استخوان کوژی است، اما در *T. graeca* این استخوان بسیار باریک با لبه خلفی صاف است. در *T. graeca* ساختاری سه شاخه‌ای دارد، شاخه میانی، شاخه کناری، شاخه کناری خلفی. شاخه میانی با درز بارز عمدتاً با استخوان آهیانه‌ای و اندکی نیز با استخوان پیشانی مفصل می‌شود، شاخه کناری با لبه پشتی استخوان گونه‌ای به‌طور

استخوان‌های آرواره‌ای (Maxillae): استخوان‌های آرواره‌ای لبه قدامی کناری مجموعه را می‌سازند (شکل ۳). از دید کناری، سطح سایشی در نمونه *T. graeca* کاواست. هر استخوان آرواره‌ای با لبه‌های خلفی و خلفی - پشتی استخوان پیش آرواره‌ای مفصل می‌شود. استخوان آرواره‌ای به‌طور معمول با استخوان جلوپیشانی مفصل می‌شود، در هر حال، درز میان استخوان‌های آرواره‌ای و جلوپیشانی در *T. graeca* مشخص است. سطح مفصلی استخوان آرواره‌ای با استخوان گونه‌ای (jugal) در *T. graeca* بزرگ است. به‌طور شکمی، هر استخوان آرواره‌ای *T. graeca* یک ناوک زبانی دنداندار برجسته دارد که در کل طول این عنصر گسترش می‌یابد. ستیغ‌های کامی هر استخوان آرواره‌ای به‌طور قدامی در پشت زائده کامی استخوان پیش آرواره‌ای با هم برخورد می‌کنند و از تماس میان استخوان‌های پیش آرواره‌ای و تیغه‌ای جلوگیری می‌کند.

وسيله کوفک فراپس سری استخوان‌های آهیانه‌ای (parietal) پوشیده است.

استخوان پس‌گوشی (Opisthotic): زوج استخوان پس‌گوشی بخش خلفی کپسول‌گوشی (otic capsule) را می‌سازد (شکل ۳). در *T. graeca* استخوان پس‌گوشی در قدامی‌ترین محدوده خود به دریچه *stapediotemporalis superius* فوقانی (foramen *stapediotemporalis superius*) ختم می‌شود اما با استخوان پیش‌گوشی مفصل نمی‌شود و دریچه فوق‌الذکر مرز میان آن‌ها تلقی می‌شود، به نحوی که لبه خلفی، خلفی میانی و میانی این دریچه را با استخوان پس‌گوشی، لبه قدامی - کناری آن با استخوان پیش‌گوشی، لبه قدامی - میانی آن با استخوان آهیانه‌ای و لبه کناری آن با استخوان مربعی ساخته می‌شود. لبه میانی استخوان پس‌گوشی با استخوان فراپس سری مفصل می‌شود. در *T. graeca*، به‌طور کناری، استخوان پس‌گوشی با لبه‌های میانی استخوان مربعی (quadrate) مفصل می‌شود.

استخوان برون‌پس‌سری (Exoccipital): زوج استخوان برون‌پس‌سری لبه‌های کناری و شکمی - کناری سوراخ بزرگ پس‌سری (foramen magnum) را می‌سازد، هر استخوان برون‌پس‌سری یک سوم پشتی - کناری قوزک پس‌سری (condylus occipitalis) را می‌سازد (شکل ۳). استخوان بن‌پس‌سری نقشی در ساختن سوراخ بزرگ پس‌سری در این گونه ندارد. استخوان برون‌پس‌سری به‌طور کناری با لبه خلفی میانی استخوان پس‌گوشی و به‌طور شکمی و میانی با استخوان بن‌پس‌سری مفصل می‌شود. استخوان برون‌پس‌سری به‌طور شکمی و شکمی - کناری با استخوان بن‌پس‌سری مفصل می‌شود. لبه کناری هر استخوان برون‌پس‌سری عمیقاً کاو است و سوراخ‌های عصب زیرزبانی در عمق بیش‌تری جای می‌گیرد.

استخوان بن‌پس‌سری (Basioccipital): تک استخوان بن‌پس‌سری، منفرد و میانی، و از دید شکمی کاو است. یک سوم شکمی قوزک پس‌سری توسط این استخوان فراهم می‌شود (شکل ۳). لبه خلفی استخوان بالی در *T. graeca* به استخوان بن‌پس‌سری پیوند می‌خورد و استخوان بن‌پس‌سری یک گوه میان استخوان برون‌پس‌سری و استخوان بالی ایجاد می‌کند. سطح پشتی استخوان بن‌پس‌سری کف کاسه جمجمه خلفی را در این گونه می‌سازد. لبه خلفی - شکمی استخوان بن‌پس‌سری دارای جهت‌گیری شکمی - کناری و مقداری نیز قدامی است.

استخوان پیش‌گوشی (Prootic): زوج استخوان پیش‌گوشی بخش قدامی میانی کپسول‌های گوش را می‌سازد (شکل ۳). در جمجمه این گونه، استخوان پیش‌گوشی اندکی به‌طور پشتی کاو است و کف قدامی میانی گودی گیجگاهی (fossa temporalis) را می‌سازد. مرز میان استخوان پیش‌گوشی با عناصر مجاور در *T. graeca* کاملاً مشخص

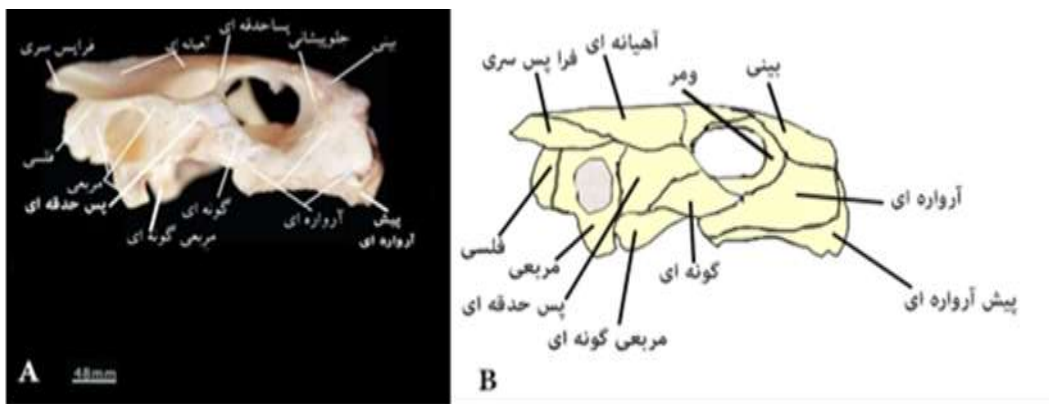
دیگر در زیر گودی بینی (به‌طور خلفی) جای می‌گیرد و در ساختن دریچه بینی داخلی شرکت می‌کنند.

استخوان‌های کامی (Palatine): طول استخوان کامی در *T. graeca* تقریباً ۱/۵ برابر عرض آن است (شکل ۳). لبه کناری استخوان کامی یک زائده با جهت‌گیری قدامی - شکمی - کناری شکل می‌دهد که با استخوان آرواره‌ای مفصل می‌شود. جایگاه استخوان کامی در *T. graeca* در یک سوم میانی جمجمه جای می‌گیرد. چنان‌که در نمای شکمی دیده می‌شود، استخوان‌های کامی به‌طور قدامی با استخوان تیغه‌ای پیوند می‌شود. در نمای کناری، این استخوان به‌طور قدامی با استخوان جلوپیشانی مفصل می‌شود به نحوی که درز میان این استخوان‌ها در *T. graeca* کاملاً مشخص است و سوراخ آلوئولار فوقانی به‌صورت یک دریچه این درز را سوراخ می‌کند.

استخوان بالی (Pterygoid): استخوان‌های بالی به‌طور قدامی به‌طور گسترده به همدیگر مفصل می‌شوند، اما به‌طور خلفی از یکدیگر جدا هستند (شکل ۳). هر استخوان بالی در *T. graeca* از دید شکمی یک کاویدگی قدامی دارد. درز قدامی استخوان‌های بالی برای مفصل شدن با استخوان کامی در *T. graeca* مشخص نیست اما به‌میزان اندکی دنبال‌کردنی است. از دید شکمی، این استخوان در *T. graeca* از میانه جمجمه تا نزدیکی کناره میانی استخوان بن‌پس‌سری (basioccipital) گسترش می‌یابد. به‌طور خلفی نسبت به درز میانی استخوان‌های بالی، استخوان‌های بالی به‌طور گسترده با کل لبه کناری استخوان بن‌پروانه‌ای (basisphenoid) به‌طور میانی مفصل می‌شوند. به‌طور خلفی، استخوان بالی دو زائده انشعابی کناری و خلفی می‌سازد. لبه کناری میان تنه استخوان بالی لبه میانی دریچه زیرگیجگاهی (Subtemporalis fenestra) را می‌سازد و به‌طور قدامی - کناری به یک زائده بالی خارجی (processus pterygoideus externus) جهت مفصل شدن با استخوان آرواره‌ای ختم می‌شود. استخوان بالی به‌طور خلفی با استخوان بن‌پروانه‌ای مفصل می‌شود. در *T. graeca*، هر استخوان بالی به‌طور پشتی یک کوفک بالی (crista pterygoidei) بارز دارد که به دیواره شکمی - کناری حفره جمجمه‌ای متصل است.

جمجمه عصبی استخوان فراپس‌سری (Supraoccipital): تک استخوان فراپس‌سری سازنده سطح خلفی پشتی حفره جمجمه است. این استخوان به‌طور کناری با استخوان پیش‌گوشی (prootic) و به‌طور خلفی - کناری با استخوان پس‌گوشی (opisthotic) و لبه‌های پشتی میانی استخوان برون‌پس‌سری (exoccipital) مفصل می‌شود (شکل ۳). این استخوان یک زائده فراپس‌سری برجسته دارد که به‌طور خلفی فراتر از سطح برجستگی کناری پس‌سری استخوان‌های فلسی و پس‌گوشی بیرون می‌زند. در *T. graeca* از نماهای پشتی و کناری مشخص است که نیمه قدامی کوفک فراپس‌سری به‌طور پشتی به

قوزک ماندیبولار (condyles mandibularis) برجسته با رویه‌های میانی و کناری برجسته دارد که به وسیله شیار پاراساژیتال (parasagittal furrow) از هم جدایند و با آرواره پایین مفصل می‌شود. از نمای کناری مشخص است که هر استخوان مربعی بخش اعظم دیواره و لبه‌های میانی حفره صماخی (cavum tympani) را می‌سازد. در *T. graeca*، استخوان مربعی به‌طور قدامی لبه خلفی دریچه رویین و زیرین گیجگاهی را می‌سازد. در *T. graeca*، استخوان مربعی به‌طور خلفی-کناری با استخوان فلسی، به‌طور خلفی-میانی با استخوان پس‌گوشی، به‌طور قدامی-کناری-پشتی تا قدامی-کناری با استخوان مربعی گونه‌ای، به‌طور قدامی-مربعی گونه‌ای، به‌طور قدامی-شکمی-میانی با استخوان روبالی (epipterygoid) در بالا و با شاخه مربعی استخوان بالی به‌طور گسترده در پایین مفصل می‌شود. **استخوان روبالی (Epipterygoid):** استخوان روبالی در *T. graeca* به‌طور قدامی با لبه خلفی زائده بالارونده (processus ascendans) استخوان بالی و زائده پایین رونده استخوان آهیانه‌ای در تماس است و به‌طور برجسته لبه قدامی سوراخ عصب سه قلو را شکل می‌دهد و به‌طور خلفی-شکمی به بخش میان تنه استخوان مربعی تماس دارد (شکل ۴).



شکل ۴: مجسمه لاک پشت *T. graeca* در نمای کناری (A)، نمای شماتیک (B)

خلفی این دریچه تکمیل می‌شوند. از نمای کناری مشخص است که زائده منقاری هر شاخه ماندیبول از تیغه‌ای دندان، پیش‌مفصلی و منقاری تشکیل می‌شود. در *T. graeca* تنها استخوان مفصلی است که منطقه مفصلی ماندیبولار را می‌سازد.

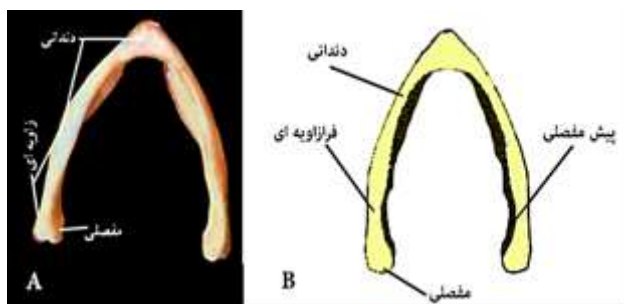
استخوان زاویه‌ای (Angular): زوج استخوان زاویه‌ای دراز و باریک است و در نیمه خلفی هر شاخه ماندیبولار در *T. graeca* (از نزدیکی انتهای خلفی) کشیده شده است (شکل ۵). از نمای میانی و کناری استخوان زاویه‌ای به‌طور خلفی با استخوان مفصلی می‌شود و تا زیر منطقه مفصلی ماندیبولار تداوم می‌یابد، از دید کناری به‌طور پشتی با استخوان دندانی و از دید میانی به‌طور پشتی با لبه شکمی

است، به‌نحوی که می‌توان اظهار داشت این عنصر به‌طور میانی با استخوان آهیانه‌ای و به‌طور کناری با استخوان مربعی پیوند می‌خورد، اما هیچ پیوندی با استخوان پس‌گوشی صورت نمی‌گیرد. در *T. graeca* به‌طور قدامی-شکمی-میانی مشخص است که هر استخوان پیش‌گوشی لبه پشتی سوراخ عصب تریژمینال را می‌سازد.

استخوان بن پروانه‌ای (Basisphenoid): تک استخوان بن پروانه‌ای یک عنصر مرکب تشکیل شده از استخوان کنار پروانه‌ای (parasphenoid) پوستی و استخوان بن پروانه‌ای درون غضروفی است (شکل ۳). استخوان کنار پروانه‌ای و بن پروانه‌ای به‌طور درهم تنیده در نمونه‌های بالغ جوش می‌خورند، از این رو امکان پذیر نیست که این دو عنصر را تمیز داد. در نمای شکمی مشخص است که استخوان بن پروانه‌ای به‌طور قدامی با لبه‌های خلفی-میانی استخوان‌های کامی، به‌طور جانبی با استخوان بالی، و به‌طور خلفی با لبه قدامی استخوان بن پس‌سری مفصل می‌شود.

مجسمه احشایی استخوان‌های مربعی (Quadrate): زوج استخوان‌های مربعی از دید پشتی، در گونه *T. graeca* ساختاری نازک، پهن و دراز به درازای کل سوراخ پساگوشی (antrum postoticum) دارد (شکل ۴). به‌طور شکمی، هر استخوان مربعی یک

آرواره پایین: استخوان‌های دندانی (dentary)، مفصلی (articular)، پیش‌مفصلی (prearticular)، زاویه‌ای (angular)، فرازاویه‌ای (surangular) و منقاری (coronoid) سازنده آرواره پایین در گونه *T. graeca* وجود دارد (شکل ۵). چنان‌که در نمای پشتی دیده می‌شود، آرواره پایین V مانند است و سمفیز ماندیبولار جوش خوردگی کاملی دارد. هر یک از شاخه‌های چپ و راست به‌طور لبی کوژ و به‌طور زبانی (lingual) کاو است. دریچه گودی مکمل (fossa meckelii) باریک و دراز است، و به‌طور کناری با استخوان فرازاویه‌ای، و به‌طور میانی با استخوان پیش‌مفصلی لبه‌دار می‌شود و از به هم رسیدن استخوان‌های فرازاویه‌ای و پیش‌مفصلی به‌طور قدامی و خلفی لبه‌های قدامی و



شکل ۶: آرواره پایین در گونه *T. graeca* در نمای شکمی (A) و نمای شمانیک (B)

استخوان پیش مفصلی (Prearticular): زوج استخوان پیش مفصلی (prearticular) نازک است و دیواره میانی گودی مکل را می‌سازد (شکل ۷). چنان‌که در نمای میانی دیده می‌شود، هر استخوان پیش مفصلی با لبه خلفی - شکمی استخوان منقاری و نیمه خلفی لبه پشتی استخوان زاویه‌ای مفصل می‌شود. چنان‌که از نمای میانی دیده می‌شود، استخوان پیش مفصلی تا میانه هر شاخه ماندیبولار پیش می‌رود و در این میان نیمه خلفی لبه شکمی شیار غضروف مکل را به‌طور میانی دیواره‌بندی می‌کند. استخوان پیش مفصلی به‌طور خلفی با استخوان مفصلی پیوند می‌خورد.

استخوان احشایی: استخوان احشایی (splenial) در این گونه وجود ندارد. **استخوان فرازاویه‌ای (Surangular):** زوج استخوان‌های فرازاویه‌ای عناصر نازکی هستند که در بخش خلفی کناری آرواره پایین قرار می‌گیرند (شکل ۷). استخوان فرازاویه‌ای به‌طور خلفی با استخوان مفصلی پیوند می‌خورد. از نمای کناری مشخص است که لبه قدامی پشتی استخوان فرازاویه‌ای با لبه خلفی - کناری استخوان منقاری مفصل می‌شود و لبه قدامی به‌طور کناری به‌وسیله استخوان دندان‌ی مفصل می‌شود. به‌طور خلفی - شکمی، استخوان فرازاویه‌ای با استخوان زاویه‌ای مفصل می‌شود. به‌طور خلفی - پشتی، استخوان فرازاویه‌ای یک برجستگی دارد که مقداری مولفه پشتی منطقه مفصلی ماندیبولاریس را می‌سازد. در نمای پشتی، استخوان فرازاویه‌ای سطح کناری گودی مکل را می‌سازد و از برخورد آن با استخوان پیش مفصلی به‌طور قدامی و خلفی دریچه گودی مکل را به‌طور کامل لبه‌دار می‌کند.

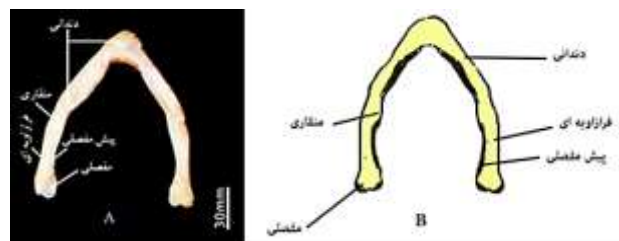
دستگاه هیوئید (Hyoid): دستگاه هیوئید به‌طور شکمی نسبت به زبان، حلق، حنجره و نای قرار دارد و از زبان، حلق و کف دهان پشتیبانی می‌کند. دستگاه هیوئید از هفت عنصر تشکیل شده است: یک صفحه هیوئید میانی و سه جفت عنصر دو طرفه متقارن. ضخامت آن از حدود ۱ سانتی‌متر در قسمت قدامی تا ۲/۵ سانتی‌متر در قسمت خلفی - جانبی متفاوت است. به‌صورت شکمی محدب می‌باشد. اجزاء اسکلتی آن شامل یک جسم تا حدودی ۵ ضلعی است که در ناحیه گلو و بین دو آرواره پایین واقع شده است (شکل ۸). در امتداد حاشیه‌های خلفی - جانبی آن سه برجستگی قرار دارد و از قسمت

استخوان پیش مفصلی مفصل می‌شود. استخوان زاویه‌ای در این گونه لبه خلفی شکمی شیار غضروف مکل را می‌سازد.

استخوان مفصلی (Articular): زوج استخوان‌های مفصلی خلفی‌ترین عنصر آرواره پایین را می‌سازد که تقریباً همه منطقه مفصلی ماندیبولار را می‌سازند تا با استخوان مربعی مجموعه مفصل می‌شود (شکل ۶). استخوان مفصلی به‌طور قدامی با استخوان پیش مفصلی مفصل می‌شود. استخوان مفصلی به‌طور کناری با استخوان فرازاویه‌ای مفصل می‌شود، و در *T. graeca* تنها استخوان مفصلی است که منطقه مفصلی ماندیبولار را می‌سازد. به‌طور شکمی استخوان مفصلی با استخوان زاویه‌ای تماس برقرار می‌کند.

استخوان منقاری (Coronoid): زوج استخوان‌های منقاری کوچک و پهن است که بیش‌ترین بخش زائده منقاری (coronoid process) را می‌سازند (شکل ۶). چنان‌که در نمای میانی دیده می‌شود، استخوان منقاری، به‌طور میانی، لبه فوقانی استخوان پیش مفصلی را می‌پوشاند. از نمای کناری مشخص است که لبه خلفی - پشتی استخوان دندان‌ی بیش‌تر استخوان منقاری، به‌استثنای بخش راسی آن، را می‌پوشاند. استخوان دندان‌ی به‌طور مشخص از تماس میان استخوان منقاری و استخوان فرازاویه‌ای جلوگیری می‌کند. زائده منقاری هر استخوان منقاری به‌طور قدامی با زائده منقاری استخوان دندان‌ی مفصل می‌شود.

استخوان دندان‌ی (Dentary): زوج استخوان‌های دندان‌ی بزرگ و به خوبی استخوانی شده هستند، و بخش اعظم سطوح قدامی، میانی و شکمی آرواره پایین را می‌سازند (شکل ۶). جوش خوردگی دو استخوان دندان‌ی در *T. graeca* بیش‌تر به حالت قائم نزدیک است. از دید پشتی مشخص است که استخوان‌های دندان‌ی جوش خورده ۷ مانند هستند. از دید پشتی مشخص است که استخوان دندان‌ی یک ناوک لبی برجسته با لبه نامنظم دارد. ناوک لبی در خلفی‌ترین ناحیه به زائده منقاری ختم می‌شود که با زائده منقاری استخوان منقاری پیوسته است.

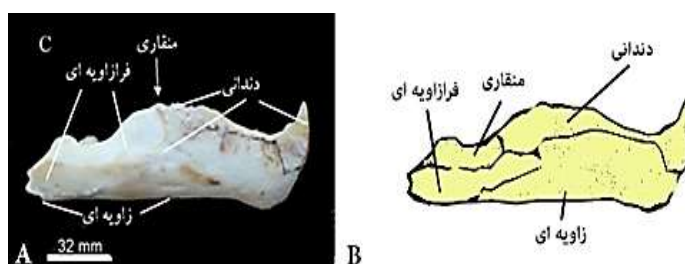


شکل ۵: آرواره پایین در گونه *T. graeca* در نمای پشتی (A) و نمای شمانیک (B)

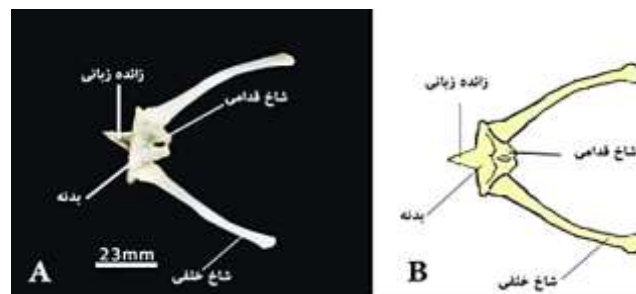
هم‌چنین استخوان دندان‌ی دارای یک ناوک زبانی است که در *T. graeca* مانند ناوک لبی نوک تیز و برآمده است و با آن هم‌سطح ناوک لبی است. بر روی استخوان دندان‌ی شاخه ماندیبولار چپ یک ردیف دندان‌ی را می‌توان بر روی ناوک زبانی مشاهده کرد.

و احتمالاً ریه‌ها را روی هم جمع می‌کند، در حالی که گونه‌های خشکی و نیمه خشکی تمایل دارند که لاک طویل‌تر داشته باشند و جمع کردن اندام‌ها و سر به نظر می‌رسد که حجم ریه و حجم بدن را کاهش نمی‌دهد. نیاز برای یک نسبت حجم به سطح بیش‌تر در یک موقعیت خشکی‌زی و نیاز به فرو رفتن در آب در یک نوع آبی منجر به آن چه می‌شود که یک تطابق را در گونه‌های آبی و خشکی‌زی ایجاد می‌کند. نتایج این مطالعه اولین مطالعه آناتومیک مفصل ساختار جمجمه *Testudo graeca* بالغ را فراهم آورده است و شرح جزء به جزء ساختار جمجمه آن را ارائه می‌دهد. *T. graeca* دارای تعدادی ویژگی تغییر یافته در جمجمه است که می‌تواند به علت سازگاری‌های مورفولوژیکی مربوط به شرایط زیستگاهی آن باشد، از جمله یک سقف مسطح جمجمه (در نتیجه قوس کم جمجمه)، استخوان‌های باریک جمجمه، کاهش ارتفاع زائده پشتی فک بالا، زوائد منقاری پایین کاهش یافته و زائده پشتی طویل فک پایین. عناصر دیگر تغییر یافته جمجمه شامل ساختارهای محور عمودی جمجمه، روبالی، مربعی، گونه‌ای و زائده بینی پیش‌آرواره‌ای است. جمجمه هم‌چنین تغییرات دیگری را نشان می‌دهد که ممکن است از نظر ساختاری مرتبط به کاهش ارتفاع جمجمه، از جمله استخوان تیغه‌بینی محکم متصل شده، جوش خوردن پیش‌آرواره‌ها، کاهش اندازه استخوان‌های کامی، عدم مفصل شدن پس‌حدقه بینی با پس‌فرون‌تال، کوتاه شدن روبالی و شکاف فلسی استخوان مربعی کاملاً بسته شده باشد. مهم‌ترین نتیجه کاربردی این تغییرات جمجمه در *T. graeca* ممکن است یک تغییر در نیروی گاز گرفتن و عملکرد تحرک جمجمه باشد. تحقیقات قبلی نشان داده است که ارتفاع سر پیش‌بینی‌کننده قدرت قوی آواره در جانوران است (Mcbrayer, ۲۰۰۴) که کاهش جمجمه منجر به کاهش نیروی آواره به دلیل کوتاه شدن اهرم شدن ماهیچه‌های نزدیک‌کننده آواره می‌شود. کاهش ارتفاع زائده استخوان منقاری در *Testudo graeca* هم‌چنین ممکن است کاهش نیروی گاز گرفتن را نشان دهد، زیرا ارتفاع استخوان منقاری با اهرم شدن مؤثر عضله گیجگاهی مطابقت دارد. استخوان‌های تیغه‌ای جوش خورده دارای یک تاج برجسته شکمی-میانی می‌باشند که از سطح حاشیه قدامی تا حاشیه خلفی آن امتداد دارد. از منظر قدامی-پشتی، تیغه‌ای به‌طور برجسته محدب است و دیواره خلفی-شکمی بینی را تشکیل می‌دهد. شیار تیغه‌ای وجود ندارد. از منظر پشتی-جانبی، تیغه‌ای دارای یک جفت زائده پشتی-جانبی است که دیواره‌های شکمی-جانبی منفذ اتموئید را تشکیل می‌دهند. استخوان جلوپیشانی در *T. graeca* جای خود را به استخوان بینی داده است و خود به کناره‌های لوحه بین حدقه‌ای رانده شده است. جایگاه استخوان زاویه‌ای آواره پایین در گونه مورد پژوهش بیش‌تر در موقعیت شکمی قرار می‌گیرد، در بعضی لاک‌پشت‌ها

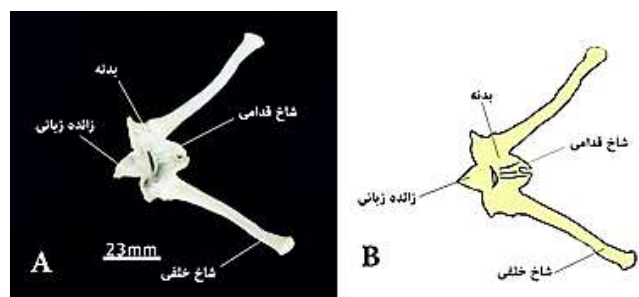
قدامی به خلفی، به *cornu hyale*، شاخ کمان آبششی ۱ و شاخ کمان آبششی ۲ متصل هستند. شاخ دومی به‌خصوص توسعه یافته است و به‌طور خلفی-پشتی در اطراف گلو تا سطح انتهای خلفی استخوان مربعی گسترش می‌یابد. سطح پشتی آن دارای یک شیار طولی میانی است. غضروف‌های حنجره و نای در نزدیکی آن قرار دارند و توسط بافت فیبری محکم به آن متصل می‌شود. سه عنصر هیوئید هر یک از طریق یک مفصل بسیار متحرک با آن مفصل می‌شود (شکل ۹).



شکل ۷: آرواره پایین در گونه *T. graeca* در نمای کناری (A) و نمای شماتیک (B)



شکل ۸: دستگاه هیوئید در گونه *T. graeca* در نمای پشتی (A) و نمای شماتیک (B)



شکل ۹: دستگاه هیوئید در گونه *T. graeca* در نمای شکمی (A) و نمای شماتیک (B)

بحث

استخوان‌شناسی یک تاریخچه مهم و طولانی در سیستماتیک لاک‌پشتان دارد. اگرچه استفاده از اسلکت در طبقه‌بندی بسیار کم انجام شده است. گونه‌های آبی تمایل دارند که لاک فشرده داشته باشند و با جمع کردن سر و اندام‌ها، احشاء را تحت فشار قرار می‌دهد

منابع

۱. حسن‌زاده، ن.؛ بلقیس‌زاده، ح. و یوسفی‌سیاه‌کلرودی، س.، ۱۳۹۷. بررسی فونستیک لاک‌پشت‌های استان البرز. فصلنامه محیط زیست جانوری سال ۱۰، شماره ۱، صفحات ۱۱۵ تا ۱۲۲.
 ۲. حجتی، و.؛ مقدس، د. و فقیری، ا.، ۱۳۸۸. شناسایی دوزیستان و خزندگان پارک ملی شهیدزارع ساری. فصلنامه زیست‌شناسی جانوری. سال ۱، شماره ۳، صفحات ۳۲ تا ۳۸.
 3. Ananjeva, N.B.; Minto, K.D.; Barabanov, A.V. and Golynsky, E.A., 2020. An annotated type catalogue of amphibians and reptiles collected by Nikolay A. Zarudny in Iran and Middle Asia. Zootaxa. Vol. 4722, pp: 101-128.
 4. Claude, J.; Paradis, E.; Tong, H. and Auffray, J.C., 2003. A geometric morphometric assessment of the effects of environment and cladogenesis on the evolution of the turtle shell. Biological J of Linnean society. Vol. 79, pp: 485-501.
 5. Ernst, C.H.; Lovrcu, J. and Barbour, R., 1976. Turtles. World Book Encyclopedia. Vol. 5.
 6. Estes, R.; de Queiroz, K. and Gauthier, J., 1988. Phylogenetic relationships within Squamata. Pages 119-281 in Estes, R. and Pregill, G., eds., Phylogenetic relationships of the lizard families. Essays commemorating Charles L. Camp, Stanford University Press, Stanford, California.
 7. Gaffney, E.S., 1972. The systematics of the North American family Baenidae (Reptilia, Cryptodira): Bulletin of the American museum of Natural History. Vol. 147, pp: 241-320.
 8. Gaffney, E.S. and Meylan, P.A., 1988. A phylogeny of turtles, in Benton, M.J. (ed). The phylogeny and classification of tetrapods. Oxford: Clarendon Press. pp: 157-219.
 9. Gauthier, J.; Estes, R.D. and De Queiroz, K., 1988. A phylogenetic analysis of Lepidosauromorpha, Stanford University Press.
 10. Goverse, E.; Janse, M.; Zwartepoorte, H.; McLean, P.; Bonnet, P.; Oosterbaan, A.; Hilterman, M. and Dondorp, E., 2014. Notes on Sea Turtles from the Netherlands: An Overview 1707-2013. Marine turtle newsletter. Vol. 141, pp: 3-7.
 11. Karamiani, R. and Rastegar-Pouyani, N., 2017. Skull anatomy and comparative cranial osteology of *Eublepharis angramainyu* (Sauria: Eublepharidae) and *Asaccus elisae* (Phyllodactylidae). Species. Vol. 18, No. 59, pp: 117-132.
 12. Krenz, J.G.; Naylor, G.J.; Shaffer, H.B. and Janzen, F.J., 2005. Molecular phylogenetics and evolution of turtles. Molecular phylogenetics and evolution. Vol. 37, pp: 178-191.
 13. Mcbrayer, L.D., 2004. The relationship between skull morphology, biting performance and foraging mode in Kalahari lacertid lizards. Zoological Journal of the Linnean Society. Vol. 140, pp: 403-416.
 14. Pehrson, T., 1945. Some problems concerning the development of the skull of turtles. Acta Zoologica. Vol. 26, pp: 157-184.
 15. Rhodin, A.G.; Iverson, J.B.; Bour, R.; Fritz, U.; Georges, A.; Shaffer, H. and Van Dijk, P., 2017. Turtles of the World. Annotated checklist and atlas of taxonomy, synonymy, distribution, and conservation status (8th Ed.) Chelonian Research Monographs. Vol. 7, pp: 1-292.
 16. Safaei-Mahroo, B.; Ghaffari, H.; Fahimi, H.; Broomand, S.; Yazdani, M.; Najafi-Majid, E.; Hosseinian Yousefkhani, S.S.; Rezazadeh, E.; Hosseinzadeh, M.S.; Nasrabadi, R. and Rajabizadeh, M., 2015. The herpetofauna of Iran: checklist of taxonomy, distribution and conservation status. Asian Herpetological Research. Vol. 6, No. 4, pp: 257-290.
 17. Shaffer, H.B.; Meylan, P. and Mcknight, M.L., 1997. Tests of turtle phylogeny: molecular, morphological, and paleontological approaches. Systematic Biology. Vol. 46, pp: 235-268.
 18. Sterli, J.; Muller, J.; Anquetin, J. and Hilger, A., 2010. The parabisphenoid complex in Mesozoic turtles and the evolution of the testudinate basicranium. Canadian Journal of Earth Sciences. Vol. 47, pp: 1337-1346.
 19. Wassersug, R.J., 1976. A procedure for differential staining of cartilage and bone in whole formalin-fixed vertebrates. Stain technology. Vol. 51, pp: 131-134.
 20. Wyneken, J., 2001. The Anatomy of Sea Turtles. NOAA Tech. Memor (p. 172). NMFS-SEFSC-470.
 21. Zaaf, A.; Herrel, A.; Aerts, P. and De Vree, F., 1999. Morphology and morphometrics of the appendicular musculature in geckoes with different locomotor habits (Lepidosauria). Zoomorphology. Vol. 119, pp: 9-22.
- مانند *Chelydra serpentina*، یک شیار در قسمت پشتی زائده روبروی خارجی وجود دارد. Gaffney به‌طور خلاصه توضیح داد و اشاره کرد که یک "فضای قدامی" نامگذاری نشده وجود دارد که گسترش قدامی زائده قدامی استخوان روبروی را دربر می‌گیرد (Gaffney, ۱۹۷۲). این گسترش در بسیاری از Emydidهای مختلف استخوانی شده است (Meylan و Gaffney, ۱۹۸۸). بعضی محققین واژه sulcus pro-epipterygoidei را پیشنهاد کردند که موقعیت تشریحی این شیار را در طول شدن قدامی استخوان روبروی را نشان می‌دهد. از آن‌جا که این ساختار هنوز برای بسیاری از لاک‌پشت‌ها از جمله گونه مورد مطالعه در این پژوهش گزارش نشده، ارتباط تبارزایی آن نامشخص است. استخوان کنارپروانه‌ای یک استخوان پوستی است که در زیر پایه بن پروانه‌ای قرار دارد و در اکثر مهره‌داران وجود دارد. با این حال، این دو استخوان غالباً در حین انتوژنی جوش می‌خورند و باعث می‌شود که تشخیص آن‌ها از یکدیگر در نمونه‌های بالغ دشوار شود (Sterli و همکاران، ۲۰۱۰). Pehrson یک مطالعه جنین‌شناسی انجام داد و نتیجه گرفت که لاک‌پشتان پاراسفونوئید ندارند (Pehrson, ۱۹۴۵). برعکس تمام لاک‌پشت‌های دیگر، گونه مورد مطالعه در برخی از نقاط خود علائم پاراسفونوئید استخوانی شده را نشان می‌دهد. عوامل محیطی ممکن است بر ویژگی‌های استخوانی مشاهده شده در بین خانواده لاک‌پشت‌ها تأثیر بگذارد. شرایط محیطی می‌تواند به نفع یا عدم نفع رشد سریع عمل کند که در نهایت بر نسبت‌های استخوانی مشاهده شده در میان رده‌های مختلف تأثیر بگذارد و پتانسیل تنوع جغرافیایی را بین جمعیت‌ها تغییر دهد. پژوهش حاضر به‌عنوان یک مطالعه توصیفی توانست به بیان ویژگی‌های استئومورفولوژیک مجموعه گونه *Testudo graeca* بپردازد که می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای تبیین جایگاه دقیق تاکسونومیک این گونه استفاده شود. امید است این مطالعه، که اولین توصیف جزء به‌جزء مجموعه *Testudo graeca* است به‌عنوان یک مبنای تشریحی برای کارهای بعدی در استخوان‌شناسی مجموعه خانواده Testudinidae استفاده شود. نتایج اخیر نشان داد که تغییرات استخوان‌شناسی زیادی در خانواده‌های نزدیک از نظر تاکسونومیک وجود دارد، از جمله از بین رفتن ساختارها، ادغام عناصر و تغییرات در شکل و اندازه هر استخوان مجموعه *Testudo graeca* یک مجموعه فشرده به‌صورت پشتی-شکمی دارد، و چندین تغییر استخوان‌شناسی در آن شناسایی شد که می‌تواند به‌دلیل عادات زیستگاهی متفاوت تکامل یافته باشند. علاوه بر این، این تغییرات ممکن است نتایج عملکردی مربوط به نیروی آرواره و قابلیت تحرک مجموعه باشد، و پیشنهاد می‌شود که این تاکسون می‌تواند یک سیستم کامل برای بررسی چگونگی تأثیر ریخت‌شناسی سر بر قابلیت‌های بیومکانیک مجموعه باشد.