Journal of Animal Biology, Summer 2024; 16(4):1-12

Review Article

Histological Structure of the Tongue in Birds at Light and Scanning Electron Microscopic Level: A Review Study

Ali Parchami*

Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
*Corresponding author: parchami413@yahoo.com

Received: 29 January 2024 Accepted: 8 June 2024

DOI: 10.60833/ascij.2024.1590

Abstract

The tongue in birds has many fundamental similarities with this organ in mammals and has three parts: tip, body, and root. Significant differences in the morphology of the tongue in birds may be caused by differences in the anatomical structure of the lower beak, type of diet, nutritional habits, lifestyle, environmental conditions, etc. The tongue and especially the tip of the organ can be seen in different forms in birds. In some species of birds, the median groove is found on the dorsal surface of the tongue. The papillary crest on the dorsal surface of the body consists of cone-like papillae, which show significant differences in different species from the point of view of distribution, number, appearance, manner of placement, and degree of evolution. The epithelium of the dorsal surface of the tongue in some birds shows differences in specific areas of the organ based on nutritional patterns, type of food, and animal's environment. In birds, taste buds are mainly found at the base of the tongue and on the floor or roof of the mouth. Salivary glands show obvious species differences and are generally much more developed in grain-eating birds. In prey birds, they have little development and in some birds, they are absent. Lingual salivary glands are found in alveolar, tubulo-alveolar, and tubular types and are of serous and seromucous type. In many birds, the lingual salivary glands are located in two anterior and posterior groups without any anatomical continuity, in some birds, the parin layer in the mucous membrane of the organ is filled with mucous glands whose pores open on the dorsal and ventral surfaces of the tongue. The way of distribution and the anatomical position of these glands in the connective tissue of the tongue show differences in different species of birds.

Keywords: Tongue, Birds, Light microscopy, Electron microscopy, Salivary glands.

زیست‌شناسی جانوری، سال شانزدهم، شماره چهارم، تابستان ۱۴۰۳، صفحات ۱۲-۱

مقاله مروری

ساختار بافتی زبان در پرندگان در سطح میکروسکوپ نوری و الکترونی پویشی: یک مطالعه‌ی مروری

علی پرچمی*

گروه علوم پایه دانشکده‌ی دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

*مسئول مکاتبات: parchami413@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۱۹

DOI: 10.60833/ascij.2024.1590

چکیده

زبان در پرندگان، شباهت‌های بنیادین بسیاری با این اندام در پستانداران داشته و از سه بخش رأس، بدنه و ریشه برخوردار است. تفاوت‌های چشم‌گیر در ریخت‌شناسی زبان در پرندگان ممکن است ناشی از تفاوت در ساختار آناتومیکی منقار پایین، نوع جیره‌ی غذایی، عادات تغذیه‌ای، سبک زندگی، شرایط محیطی و ... باشند. زبان و به‌ویژه رأس اندام در پرندگان به اشکالی گوناگون دیده می‌شوند. در برخی از گونه‌های پرندگان در سطح پشتی زبان شیاری میانی یافت می‌شود. ستیغ پرزی در سطح پشتی اندام از پرزهای مخروط‌مانندی تشکیل شده که در گونه‌های مختلف تفاوت‌های چشم‌گیری از دیدگاه توزیع، شمار، شکل ظاهری، شیوه‌ی جای‌گیری و میزان تکامل نشان می‌دهند. اپیتلیوم سطح پشتی زبان در برخی پرندگان در نواحی ویژه‌ای از اندام بر اساس الگوهای تغذیه‌ای، نوع غذا و محیط زیست حیوان تفاوت‌هایی نشان می‌دهد. در پرندگان، جوانه‌های چشایی به‌طور عمده در قاعده‌ی زبان و روی کف یا سقف دهان یافت می‌شوند. غدد بزاقی تفاوت‌های گونه‌ای آشکاری نشان داده و درمجموع در پرندگان دانه‌خوار بسیار بیش‌تر تکامل یافته؛ در پرندگان شکاری، از تکامل ناچیزی برخوردارند و در برخی پرندگان وجود ندارد. غدد بزاقی زبانی در انواع آلوئولی، لوله‌ای‌آلوئولی و لوله‌ای یافت شده و از نوع سروز و سروموکوس‌اند. در بسیاری از پرندگان، غدد بزاقی زبانی بدون هیچ پیوستار آناتومیکی در دو گروه قدامی و خلفی جای گرفته و در برخی، لایه‌ی پارین در مخاط اندام با غدد موکوسی‌ای پر شده که منافذ آن‌ها بر دو سطح پشتی و شکمی زبان باز می‌شوند. شیوه‌ی توزیع و جایگاه آناتومیکی این غدد در بافت پیوندی زبان در گونه‌های مختلف پرندگان تفاوت‌هایی نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: زبان، پرندگان، میکروسکوپ نوری، میکروسکوپ الکترونی، غدد بزاقی.

مقدمه

زبان که در مهره‌داران، نقشی چشم‌گیر در تغذیه ایفا می‌کند اندامی است که تغییرات ریختی بسیاری را در راستای سازگاری حیوانات با شرایط محیطی نشان می‌دهد (۳۳). این اندام در به حرکت درآوردن غذا در حفره‌ی دهانی در راستای بلع، سهیم شمرده می‌شود (۶۷). در پرندگان، زبان در کف آرواره‌ی پایین جای گرفته و دربرگیرنده‌ی ساختار اسکلتی‌غضروفی دستگاه لامی، غدد، ماهیچه‌ها، اعصاب، رگ‌های خونی و بافت پیوندی است (۲۹). دو نوع ماهیچه با زبان هم‌راهند: ماهیچه‌های زبانی داخلی که استخوان‌های دستگاه لامی را به هم متصل می‌کنند و ماهیچه‌های خارجی که امکان تغییر موقعیت زبان را

فراهم می‌کنند. در بیش‌تر پرندگان بجز طوطی‌ها، تنها ماهیچه‌های خارجی تکامل‌یافته‌اند (۳۰). از دیدگاه کالبدشناسی، زبان در پرندگان از سه بخش رأس، بدنه و ریشه برخوردار است. تفاوت‌های چشم‌گیر در ریخت‌شناسی زبان در پرندگان ممکن است ناشی از تفاوت در ساختار آناتومیکی منقار پایین، نوع جیره‌ی غذایی، عادات تغذیه‌ای، سبک زندگی، شرایط محیطی و ... باشند (۱۷، ۱۸، ۵۸). در پرندگان کارکردهای گوناگونی هم‌چون جمع‌آوری غذا، گرفتن، بلعیدن، چشیدن، لمس‌کردن، مشارکت در لانه‌سازی و رفتارهای جفت‌خواهی برای زبان برشمرده شده‌اند (۹، ۴۷). آگاهی از ساختار زبان و غدد بزاقی در پرندگان یافته‌هایی را پیرامون جیره‌ی غذایی حیوان در دست‌رس قرار داده؛ در پیش‌رفت صنایع غذایی، صنایع مرتبط با طیور و صنایع دارویی مهم شمرده شده و دانش ما را پیرامون گوارش غذا و آثار بزاق بر حس چشایی ارتقا می‌دهد (۵۱).

شکل زبان

زبان در پرندگان به اشکال گوناگونی هم‌چون مثلثی‌شکل، کشیده و لوله‌ای‌شکل، کشیده و مسطح، بیل‌مانند، پیکان‌مانند و گرد دیده می‌شود (جدول ۱). زبان در پرندگان از سه بخش رأس، بدنه و ریشه برخوردار است.

جدول ۱- شکل ظاهری زبان در پرندگان گوناگون

شکل زبان	گونه‌ی پرنده (منبع)
مثلثی‌شکل (کاردمانند)	بلدرچین *(Coturnix coturnix)* (۷۱)، ماکیان *(Gallus gallus domesticus)*، قرقاول معمولی *(Phasianus colchicus)* (۳۶)، عقاب طلایی *(Aquila chrysaetos)* (۵۸)
لوله‌ای‌شکل و کشیده	مرغان مگس‌خوار *(Trochilidae)*، دارکوب‌ها *(Picidae)* (۲۶)
کشیده و مسطح با رأسی مدور	پرندگان آب‌زی نظیر غاز پازرد *(Anser fabalis Middendorffii)* (۳۵)
بیل‌مانند با رأسی بیضوی	عقاب دم‌سفید *(Haliaeetus albicilla)* (۳۸)، شاهین بلندپا *(Buteo rufinus)* (۱۹)
پیکان‌مانند	کلاغ لاش‌خور *(Corvus corone cornix)* (۱۱)
گرد	طوطی خاکستری آفریقایی (*Psittacus erithacus*) (۲۸)

Table 1. The appearance of the tongue in different birds

The shape of the tongue	Bird species (reference)
triangular (knife-like)	Common quail *(Coturnix coturnix)* (71), chickens *(Gallus gallus domesticus)*, common pheasant *(Phasianus colchicus)* (36), golden eagle *(Aquila chrysaetos)* (58)
tubular and elongated	Hummingbirds *(Trochilidae)*, Woodpeckers *(Picidae)* (26)
elongated and flat with a rounded tip	Bean goose (*Middendorffii Anser fabalis*) (35)
spade-like with an oval tip	White tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*) (38), long-legged buzzard (*Buteo rufinus*) (19)
arrow-like	hooded crow (*Corvus cornix*) (11)
round	grey parrot (*Psittacus erithacus*) (28)

رأس زبان

رأس زبان در پرندگان ممکن است منشعب یا فاقد انشعاب بوده یا ظاهری فرچه‌مانند نشان دهد. این بخش از اندام، گاه ویژگی‌هایی ازجمله برخورداربودن از زواید ظریف مومانند، زواید شرابه‌ای‌شکل یا زواید بزرگ و خنجرمانند نشان داده و سطح آن در برخی گونه‌ها صاف بوده و در برخی گونه‌ها فرش‌مانند و دارای زوایدی با اشکال گوناگون است. این ویژگی‌های ریختی، رأس زبان را با انجام کارکردهای ویژه‌ی آن در پرندگان سازگار می‌کنند (جدول ۲).

جدول ۲- ویژگی‌های آناتومیکی رأس زبان در پرندگان

ویژگی آناتومیکی	گونه‌ی پرنده (منبع)
دارای بیرون‌زدگی‌های مومانند ظریف در راستای قدامی یا خلفی	گنجشک‌سانان *(Passerines – Passerformes)* (٦٦)، فنچ‌ها *(Fringillidae)* (۲۳)، دارکوبیان *(woodpeckers)* (۵)، قناری *(Serinus canaria domestica)* (۳)
منشعب یا نخ‌نماشده	بیش‌تر گنجشک‌سانان *(Passerines – Passerformes)* (۱۸)
دوشاخه با شرابه‌هایی در هر انتها و دو شیار تا قاعده‌ی زبان	مرغان مگس‌خوار *(Trochilidae)* (٦۵)
دارای دو زایده‌ی نوک‌تیز خنجرمانند بسیار شاخی‌شده	فندق‌شکن‌ها *(Corvidae)* (۱۸,٤۱)
فرچه‌مانند با پرزهایی برای روفتن گرد و شهد گل‌ها	طوطی معلق فیلیپینی *(Loriculus philippensis)* و مرغان عسل‌خوار *(Meliphagidae)* (۹, ۵۵)
دارای یک بخش قاشقکی‌شکل بسیار مقعر با اپیتلیومی ستون‌مانند	مرغ عشق *(Melopsittacus undulatus)* (٦۱)
دارای زواید مومانند (پرزهای نخی‌شکل) جانبی	غازسانان *(Anseriformes)* (۳۵)
دوشاخه با شمار زیادی زایده‌ی سوزن‌مانند در دوسوی رأس	کلاغ لاش‌خور *(Corvus corone cornix)* (۱۱)
دارای شمار زیادی زایده‌ی متراکم بر سرتاسر سطح پشتی	شاهین بحری *(Falco peregrinus)*، دلیجه‌ی معمولی *(Falco tinnunculus)* (۱٦)، بلدرچین ژاپنی *(Coturnix coturnix japonica)* (٦۳)

Table 2. Anatomical features of the tip of the tongue in birds

Anatomical feature	Bird species (reference)
delicate hair-like protrusions in the anterior or posterior direction	Passerines – Passerformes (66), finches (*Fringillidae*) (23), woodpeckers (5), domestic canary (*Serinus canaria domestica*) (3),
Branched or with frayed tip	Passerines – Passerformes (18),
bifurcated at the tip with lamellae (fringe) at each tip and two grooves running from the tip toward the tongue's base	Hummingbirds (*Trochilidae*) (65)
two highly keratinized dagger like pointed processes	Nutcrackers (*Corvidae*) (18, 41)
like a shaving brush with papillae designed to brush up pollen and nectar from flowers	Philippine hanging parrot (*Loriculus philippensis*), Honeyeaters *(Meliphagidae)* (9, 55)
a deep concave spoon-shaped part with a columnlike epithelium	Budgerigar *(Melopsittacus undulatus)* (61)
spiny papillae on the side of the tongue	*(Anseriformes) (35)*
bifurcated with many needle-like processes on both sides of the tip	hooded crow (*Corvus corone cornix*) (11)
Having a large number of dense processes on the entire dorsal surface	peregrine falcon *(Falco peregrinus)*, common kestrel (*Falco tinnunculus*) (16), Japanese quail (*Coturnix japonica*) (63),

تاخوردگی‌های اپیتلیومی

در بسیاری از گونه‌های پرندگان ازجمله ماکیان *(Gallus domesticus)* (۲۱)، بلدرچین ژاپنی *(Coturnix coturnix japonica)* (۴۹، ٦۳) و شترمرغ *(Struthio camelus)* (٦، ۷، ۸)، بر سطح زبان، تاخوردگی‌های اپیتلیومی یافت می‌شوند که با احتباس بزاق در تسهیل بلع ایفای نقش می‌کنند.

شیار میانی

در برخی پرندگان، هم‌چون عقاب دم‌سفید *(Haliaeetus albicilla)* (۳۸)، کبوتر اهلی *(Columba livia domestica)* (۵۷)، قمری خانگی *(Spilopelia senegalensis)* (۲۲) و جغد کوچک *(Athene noctua)* (۱) در بخش میانی سطح پشتی زبان، شیار میانی آشکاری یافت می‌شود. شیار میانی در پرندگانی هم‌چون سهره‌ی نوک‌بزرگ *(Coccothraustes coccothraustes)* (۱٤)، پنگوئن‌ها *(Spheniscidae)* (٤٤) و مرغ عشق *(Melopsittacus undulatus)* (٦۱)

وجود ندارد. در قره‌غاز *(Phalacrocorax carbo)* بجای شیار، بر سطح پشتی زبان، ستیغی میانی یافت می‌شود (۳۷). شیار میانی به‌عنوان ناودانی ایفای نقش می‌کند که غذا در آن انتقال یافته و جایگاهی برای فرود ماهیچه‌های زبانی به‌شمار می‌رود.

پرزهای زبانی و پرزهای مخروطی

ستیغ پرزی در بسیاری از پرندگان از آشکارترین ویژگی‌های سطح پشتی زبان به‌شمار می‌رود. این ستیغ از یک یا دو ردیف پرز مخروط‌مانند تشکیل شده و در بیش‌تر پرندگان در مرز بدنه و ریشه‌ی زبان جای گرفته است. ستیغ پرزی در پالایش مایعات و انتقال ذرات غذایی بر سطح زبان و پیش‌گیری از بیرون‌ریخته‌شدن غذا از حفره‌ی دهانی ایفای نقش می‌کند (۱۸، ۴۵ ، ۵۳، ۷۲). پرزهای مخروطی در پرندگانی هم‌چون عقاب دم‌سفید (*Haliaeetus albicilla*) (۳۸) و جغد (*Strix uralensis*) (۱۳) که از ماهی یا حیوانات کوچک تغذیه می‌کنند به‌خوبی تکامل یافته و در پرندگانی هم‌چون دارکوب ژاپنی (*Dendrocopos kizuki*) (۱۵) و شترمرغ (*Strutio camelus*) (۳۹) که از حشرات یا گیاهان تغذیه می‌کنند، وجود ندارند. پرزهای مخروطی‌شکل تفاوت‌های چشم‌گیری از دیدگاه توزیع، شمار، شکل ظاهری و میزان تکامل در گونه‌های مختلف پرندگان نشان می‌دهند (جدول ۳).

جدول ۳- ویژگی‌های پرزهای مخروطی‌شکل زبان در پرندگان

ویژگی	گونه‌ی پرنده (منبع)
جای‌گرفته در یک ردیف منفرد	قناری *(Serinus canaria domestica)* (۳)، کلاغ لاش‌خور *(Corvus corone cornix)* (۱۱)، ماکیان *(Gallus domesticus)* (۲۱)، عقاب دم‌سفید *(Haliaeetus albicilla)* (۳۸)، کورکور سیاه *(Milvus migrans)* (۱۲)، بیش‌تر گجشک‌سانان *(passerines)* (۴۸)
جای‌گرفته در دو ردیف	قمری خانگی *(Spilopelia senegalensis)* (۲۲)، غاز پازرد *(Anser fabalis Middendorffii)* (۳۵)، غاز اهلی *(Anser Anser f. Domestica)* (۴۰)، غاز مصری *(Alopochen aegyptiacus)* (۲۷)
دارای توزیع مکانی گسترده (بین رأس و بدنه‌ی زبان)	جغد اورالی *(Strix uralensis)* (۱۳)، شاهین بحری *(Falco peregrinus)*، دلیجه‌ی معمولی *(Falco tinnunculus)* (۱۶)
دارای آرایش Vمانند در ستیغ پرزی	عقاب دم‌سفید *(Haliaeetus albicilla)* (۳۸)، بلدرچین معمولی *(Coturnix coturnix)* (۵۹)، کبک چوکار *(Alectoris chukar)* (۲۰)
دارای آرایش Wمانند در ستیغ پرزی	فنچ گورخری *(Carduelis Carduelis)* (۲۳)

Table 3. Characteristics of cone-shaped papillae of the tongue in birds

Bird species (reference)	Property
Canary (*Serinus canaria domestica*) (3), Hooded crow (*Corvus corone cornix*) (11), Chickens *(Gallus gallus domesticus)* (21), White tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*) (38), Black kite (*Milvus migrans*) (12), Passerines – Passerformes (48)	placed in a single row
Laughing dove (*Spilopelia senegalensis*) (22), Bean goose (*Middendorffii Anser fabalis*) (35), Domestic goose *(Anser Anser f. Domestica)* (40), Egyptian goose (*Alopochen aegyptiaca*) (27)	placed in two rows
Ural owl (*Strix uralensis*) (13), Peregrine falcon (*Falco peregrinus*), Common kestrel (*Falco tinnunculus*) (16),	having a wide spatial distribution (between the tip and the body of the tongue)
White tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*) (38), Common quail (*Coturnix coturnix*) (71), Chukar partridge (*Alectoris chukar*) (20)	Having a V-like arrangement in papillary crest
Zebra finch *(Carduelis Carduelis)* (23)	Having a W-like arrangement in papillary crest

اپیتلیوم مخاط زبان

در بیش‌تر گونه‌های پرندگان، سطح زبان با اپیتلیوم سنگ‌فرشی مطبق مفروش شده که در برخی نواحی، شاخی‌شده بوده و در دیگر نواحی غیرشاخی (شاخی‌نشده) است (۷۳). به‌طور معمول، اپیتلیوم پوشاننده‌ی سطح زبان در پرندگان گیاه‌خوار و دانه‌خوار، اغلب از لایه‌ی شاخی تکامل‌یافته‌تری برخوردار بوده و در پرندگان آب‌زی، لایه‌ی شاخی کم‌تر تکامل یافته است (۳٤، ۳۷، ۳۹، ٦۹). پژوهش‌ها نشان می‌دهند که شیوه‌ی گردآوری غذا، شیوه‌ی انتقال آن بر سطح اپیتلیوم زبانی در حین انتقال به مری و مدت‌زمان درنگ مواد غذایی بر سطح پشتی زبان در حین گذر از حفره‌ی دهانی بر میزان شاخی‌شدن اپیتلیوم اثرگذار است (٦۸). الگوی توزیع اپیتلیوم سنگ‌فرشی مطبق شاخی‌شده و غیرشاخی بر سطوح پشتی و شکمی زبان در گونه‌های مختلف پرندگان متفاوت است (جدول ٤). الگوی توزیع اپیتلیوم بر سطح زبان در برخی گونه‌های پرندگان نظیر سار معمولی (*Sturnus valguris*) (۲) و مرغ مینا (*Acridotheres tristis*) (٤۲) نامتعارف بوده به‌نحوی‌که لبه‌ی جانبی سطح پشتی زبان با اپیتلیوم سنگ‌فرشی مطبق شاخی مفروش شده، درحالی‌که لبه‌ی میانی با اپیتلیوم سنگ‌فرشی مطبق غیرشاخی مفروش شده است.

جدول ٤- الگوی توزیع انواع اپیتلیوم بر سطوح گوناگون زبان در پرندگان

ویژگی	گونه‌ی پرنده (منبع)
رأس زبان در هر دو سطح پشتی و شکمی: اپیتلیوم سنگ‌فرشی مطبق شاخی؛ بدنه و ریشه‌ی زبان در هر دو سطح پشتی و شکمی: اپیتلیوم سنگ‌فرشی مطبق غیر شاخی	بلدرچین سفید پنجاب (۷۱)
رأس، بدنه و ریشه‌ی زبان در هر دو سطح پشتی و شکمی: اپیتلیوم سنگ‌فرشی مطبق شاخی	مرغ عشق (*Melopsittacus undulatus*) (٦۱)، قمری خانگی (*Spilopelia senegalensis*) (۲۲)
رأس زبان: اپیتلیوم سنگ‌فرشی مطبق غیرشاخی در سطح پشتی و اپیتلیوم سنگ‌فرشی مطبق شاخی در سطح شکمی؛ بدنه و ریشه‌ی زبان: اپیتلیوم سنگ‌فرشی مطبق غیرشاخی بر هر دو سطح پشتی و شکمی	کلاغ لاش‌خور (*Corvus corone cornix*) (۱۱)
رأس ، بدنه و ریشه‌ی زبان در هر دو سطح پشتی و شکمی: اپیتلیوم سنگ‌فرشی مطبق غیرشاخی	بلبل خرما (*Pycnonotus leucotis*) (٦۰)، عقاب دم‌سفید (*Haliaeetus albicilla*) (۳۸)، شتر مرغ (*Strutio camelus*) (۳۹)

Table 4. Distribution pattern of epithelium types on different surfaces of the tongue in birds

Bird species (reference)	Property
Punjab white quail	Lingual tip on both dorsal and ventral surfaces: keratinized squamous epithelium; Body and root of tongue on both dorsal and ventral surfaces: non-keratinized squamous epithelium
Budgerigar (*Melopsittacus undulatus*) (61), Laughing dove (*Spilopelia senegalensis*) (22)	Tip, body and root of the tongue in both dorsal and ventral surfaces: keratinizes squamous epithelium
Hooded crow (*Corvus cornix*) (11)	Lingual apex: non-keratinized squamous epithelium on the dorsal surface and keratinized squamous epithelium on the ventral surface; Body and root of the tongue: non-keratinized squamous epithelium on both dorsal and ventral surfaces
White-eared bulbul (*Pycnonotus leucotis*) (60), White tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*) (38), Common ostrich (*Struthio camelus*) (39)	Tip, body and root of the tongue on both dorsal and ventral surfaces: non-keratinized squamous epithelium.

ریزشیارها

در گونه‌های مختلف پرندگان در نواحی گوناگون سطح زبان ممکن است ریزشیارهایی با اعماق گوناگون مشاهده شوند. این ریزشیارها که آن‌ها را می‌توان هم‌تای ریزستیغ‌های اپیتلیوم سطح زبان در پستانداران به‌شمار آورد، به احتباس موکوس و افزایش چسبندگی آن به اپیتلیوم کمک کرده (۳٤، ٤٦) و هدایت دانه را بر سطح زبان به‌سوی کانال گوارشی تسهیل می‌کنند. عمق ریزشیارها در بخش قدامی بدنه‌ی زبان در مرغ عشق *(Melopsittacus undulatus)* بسیار زیاد بوده و این ناحیه از اندام را به شمار زیادی ناحیه‌ی برجسته در اندازه‌های گوناگون تقسیم کرده‌اند (٦١).

اپیتلیوم سطح پشتی زبان با میکروسکوپ الکترونی پویشی

در بیشتر پرندگان، اپیتلیوم سطح پشتی زبان در سطح میکروسکوپ الکترونی پویشی بجز در ناحیه‌ی رأسی، مسطح بوده و فاقد ساختارهای تغییرشکل‌یافته‌ی اپیتلیومی است (۷۳). با این‌حال این اپیتلیوم در برخی پرندگان در نواحی ویژه‌ای از اندام بر اساس الگوهای تغذیه‌ای، نوع غذا، و محیط زیست حیوان تفاوت‌هایی نشان می‌دهد (۱۸، ٥٤، ٥٦، ۷۰) (جدول ۵).

جدول ۵- نمای ظاهری اپیتلیوم سطح پشتی زبان در پرندگان در سطح میکروسکوپ الکترونی پویشی

ویژگی	گونه‌ی پرنده (منبع)
فرش‌مانند با برآمدگی‌های پرزمانند بر سطح پشتی بدنه‌ی زبان	ماکیان *(Gallus gallus domesticus)* (۲۱، ۲۹، ۳٦)
فرش‌مانند با برآمدگی‌های پرزمانند در رأس زبان	شاهین بحری *(Falco peregrinus)*، دلیجه‌ی معمولی *(Falco tinnunculus)* (١٦)
دارای پرزهای مخروطی‌شکل بلند بر سرتاسر سطح پشتی زبان	پنگوئن‌ها *(Spheniscidae)* (٤٤)
صاف و فاقد پرز	دارکوب کوتوله‌ی ژاپنی *(Yungipicus kizuki)* (١٥)، مرغ عشق *(Melopsittacus undulatus)* (٦١)، مرغ شاخ‌دار *(Numida meleagris)* (۳۲)

Table 5. The appearance of the epithelium of the dorsal surface of the tongue in birds at the scanning electron microscope level

Bird species (reference)	Property
Chickens (*Gallus gallus domesticus*) (21, 29, 36)	carpet-like with papillary projections on the dorsal surface of the body of the tongue
Peregrine falcon (*Falco peregrinus*), Common kestrel (*Falco tinnunculus*) (16) Penguins (*Spheniscidae*) (44)	carpet-like with papillary projections on the tip of the tongue
Penguins (*Spheniscidae*) (44)	having long conical papillae on the dorsal surface of the tongue
Pygmy woodpecker (*Yungipicus kizuki*) (15), Budgerigar (*Melopsittacus undulatus*) (61), Helmeted guineafowl (*Numida meleagris*) (32)	smooth and without papilla

غدد بزاقی زبانی

در پرندگان، غدد بزاقی در جای‌گاه‌های گوناگونی روی زبان ازجمله ریشه و بدنه‌ی اندام یافت می‌شوند. این غدد، بزاق تولید می‌کنند که موکوس موجود در آن ضدباکتری بوده و غذا را پیش از بلعیده‌شدن مرطوب می‌کند (۲۵). غدد بزاقی، تفاوت‌های گونه‌ای آشکاری نشان داده و درمجموع در پرندگان دانه‌خوار بسیار بیش‌تر تکامل یافته؛ در پرندگان شکاری، از تکامل ناچیزی برخوردارند و در باکلان بزرگ (*Phalacrocorax carbo*) و مارگردنان (*Anhingidae*) وجود ندارند (۷۳). غدد بزاقی زبانی در انواع آلوئولی، لوله‌ای‌آلوئولی و لوله‌ای یافت شده و از نوع سروز و سروموکوس‌اند (٦، ۷، ۱۷، ۱۹، ۲۰).

در بسیاری از پرندگان، غدد بزاقی زبانی بدون هیچ پیوستار آناتومیکی در دو گروه قدامی و خلفی جای گرفته و در برخی پرندگان هم‌چون شترمرغ، لایه‌ی پارین در مخاط اندام با غدد موکوسی‌ای پر شده که منافذ آن‌ها بر دو سطح پشتی و شکمی زبان باز می‌شوند (۳۹). ساختار غدد بزاقی در پرندگانی که از غذای خشک تغذیه می‌کنند در مقایسه با پرندگانی که از غذاهای لغزنده‌ی مرطوب تغذیه می‌کنند تکامل‌یافته‌تر و پیچیده‌تر است (۵۲). در برخی دارکوب‌ها، غدد بزاقی، موکوسی چسبناک ترشح می‌کنند که نوک زبان را پوشانده و در تغذیه‌ی پرنده به خارج‌کردن مورچه‌ها و حشرات کمک می‌کند (۵). برخی پرندگان از بزاق سرشار از موکوس خود برای ساخت آشیانه بهره می‌گیرند (۵۰). شیوه‌ی توزیع و جایگاه آناتومیکی این غدد در بافت پیوندی زبان در گونه‌های مختلف پرندگان تفاوت‌هایی نشان می‌دهد (جدول ٦).

جدول ٦- شیوه‌ی توزیع آناتومیکی غدد بزاقی زبانی در پرندگان

جایگاه غدد	گونه‌ی پرنده (منبع)
رأس، بدنه و ریشه‌ی زبان	مرغ شاخ‌دار ***(Numida meleagris)*** (۳۲)
زیرمخاط بخش خلفی زبان	پنگوئن‌ها ***(Spheniscidae)*** (٤٤)
سرتاسر لایه‌ی پارین در مخاط زبان	شترمرغ ***(Strutio camelus)*** (۳۹)
سطح پشتی بدنه و ریشه‌ی زبان	مرغ عشق ***(Melopsittacus undulatus)*** (٦١)، شانه‌به‌سر ***(Upupa Epops)*** (۱۰)
سطح پشتی ریشه‌ی زبان	کلاغ لاش‌خور ***(Corvus corone cornix)*** (۱۱)، کلاغ سینه‌سفید ***(Corvus albus)*** (۳۱)
سطح شکمی زبان در بخش‌های خلفی بدنه و ریشه و سرتاسر سطح پشتی اندام	شترمرغ استرالیایی (***Dromaius novaehollandiae***) (۷)
سرتاسر سطح پشتی زبان	فنچ گورخری ***(Carduelis carduelis)*** (۲۳)

Table 6. Anatomical distribution of lingual salivary glands in birds

Bird species (reference)	Location of glands
Helmeted guineafowl (*Numida meleagris*) (32)	tip, body and root of the tongue
Penguins (*Spheniscidae*) (44)	the submucosa of the pcaudal part of the tongue
Common ostrich (*Struthio camelus*) (39)	throughout the lamina propria of the lingual mucosa
Budgerigar (*Melopsittacus undulatus*) (61), Eurasian hoopoe (*Upupa epops*) (10)	dorsal surface of the body and the root of the tongue
Hooded crow (*Corvus cornix*) (11), Pied crow (*Corvus albus*) (31)	dorsal surface of the lingual root
Emu (*Dromaius novaehollandiae*) (7)	the ventral surface of the tongue in the posterior parts of the body and root and throughout the dorsal surface of the organ
Zebra finch (*Carduelis Carduelis*) (23)	throughout the dorsal surface of the tongue

جوانه‌های چشایی

وجود جوانه‌های چشایی نخستین‌بار در اوایل دهه‌ی ۱۹۰۰ در پرندگان آشکار شد. شمار جوانه‌های چشایی در پرندگان بسیار کم‌تر از شمار این ساختارها در پستانداران است. به‌عنوان نمونه در ماکیان حدود ۲٤؛ در کبوتران ٥۹-۲۷ و در طوطی‌ها ٤۰۰-۳۰۰ جوانه‌ی چشایی یافت می‌شوند (٦۲، ٦٤). جوانه‌های چشایی در پرندگان به‌طور عمده در قاعده‌ی زبان و روی کف یا سقف دهان یافت می‌شوند. جوانه‌های چشایی در پرندگانی هم‌چون ماکیان، کبوتران، طوطی‌ها و جغد کوچک (۱، ٤، ٥۰، ٥۹، ٦۲، ٦٤) یافت شده و در قناری (۳)، بلدرچین (٦۳) غاز و اردک (٤۳) یافت نمی‌شوند.

نتیجه‌گیری

تاکنون پژوهش‌های گسترده‌ای درخصوص ویژگی‌های بافتی زبان در گونه‌های مختلف پرندگان در سطح میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی انجام گرفته است. نتایج این پژوهش‌ها شباهت‌های بسیاری را در ویژگی‌های این اندام در پرندگان و پستانداران نشان می‌دهند که آشکارا تنوع جیره‌ی غذایی، عادات تغذیه‌ای، سبک زندگی و شرایط محیطی را بازتاب داده و تنوع در شکل زبان و به‌ویژه بخش رأسی اندام، تفاوت در ساختارهای موجود در سطح پشتی اندام ازجمله شیار میانی و پرزهای زبانی، جوانه‌های چشایی و نوع و شیوه‌ی توزیع غدد بزاقی را دربرمی‌گیرند. انجام پژوهش‌های گسترده‌تر در گونه‌های متنوع‌تری از پرندگان با زیست‌بوم‌های گوناگون زمینه‌ساز افزایش دانش ما در صنایع غذایی، صنایع مرتبط با طیور و صنایع دارویی بوده و یافته‌های بنیادین بیش‌تری را پیرامون گوارش غذا و آثار بزاق بر حس چشایی در دست‌رس قرار می‌دهد.

منابع

1. Abou-Zaid D.F.A. 2008. Comparative anatomical study on the dorsal surface structure of the tongue of two birds with different feeding habits. *Egyptian Journal of Experimental Biology*, 4:65-72.

2. Al-Taai S.A.H., Khalaf A.S. 2022. Histomorphological study of the tongue in adult starling birds *(Sturnus valguris)*. *Iranian Journal of Ichthyology*, 9: 116-122.

3. Başak F., Atalgin Ş.H., Bozkurt E.Ü. 2017. Tongue and lingual salivary glands of the canary: scanning electron microscopy and histochemical study. *Folia Morphologica*, 76(3):348-354.

4. Beason R.C. 2003. Through a Bird's Eye - Exploring Avian Sensory Perception. Bird Strike Committee USA/Canada, *5th Joint Annual Meeting*, Toronto, Internet Center for Wildlife Damage Management.

5. Bock W.J. 1999. Plenary03: Functional and evolutionary morphology of woodpeckers. *Proc. 22 International Ornithology Congess*, Durban: Ostrich, 70(1)23-31.

6. Crole M.R., Soley J.T. 2009. Morphology of the tongue of the emu (*Dromaius novaehollandiae*). I. Gross anatomical features and topography. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 76:335-345.

7. Crole M.R., Soley J.T. 2009. Morphology of the tongue of the emu (*Dromaius novaehollandiae*). II. histological features. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 76:347-361.

8. Crole M. R., Soley J. T. 2010. Surface morphology of the tongue of the emu (*Dromaius novaehollandiae*) Tongue. *Anatomia Histologia Embryologia*, 39:355-365.

9. del Hoyo J., Elliott A., Sargatal J. 2011. Handbook of the Birds of the World (Vol. 1-16). Barcelona: Lynx Edictions.

10. El-Bakary N.E. 2011. Surface Morphology of the Tongue of the Hoopoe *(Upupa Epops)*. *Journal of American Science*: 7.

11. Elsheikh E.H., Al-Zahaby S.H.A. 2014. Light and scanning electron microscopic study of the tongue in the hooded crow *(Aves: Corvus corone cornix)*. *The Journal of Basic and Applied Zoology*, 67:83-90.

12. Emura S. 2008. SEM studies on the lingual papillae and their connective tissue cores of the black kite *(Milvus migrans)* (in Japanese). *Medicine and Biology*, 152:43-47.

13. Emura S., Chen H. 2008. Scanning electron microscopic study of the tongue in the owl *(Strix uralensis)*. *Anatomia Histologia Embryologia*, 37:475-478.

14. Emura S., Okumura T., Chen H. 2010. Comparative studies of the dorsal surface of the tongue in three avian species by

23. Fatahian Dehkordi R. A., Parchami A., Bahadora, S. 2010. Light and scanning electron microscopic study of the tongue in the zebra finch *(Carduelis carduelis) (Aves: Passeriformes: Fringillidae)*. *Slovenian Veterinary Research*, 47:139-144.

24. Gentle M.J. 1971. The lingual taste buds of Gallus domesticus. *British Poultry Science*, 12(2):245-248.

25. Gill F.B. 1994. Ornithology. 2nd edition. New York: W.H. Freeman and Company.

26. Grant V., Temeles E. J. 1992. Foraging ability of rufous humming birds on humming bird flowers and hawkmoth flowers. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 89:9400-9404.

27. Hassan S.M., Moussa E.A., Cartwright A.L. 2010. Variations by Sex in Anatomical and Morphological Features of the Tongue of Egyptian Goose *(Alopochen aegyptiacus)*. *Cells Tissues Organs*, 191:161-165.

28. Homberger D.C., Brush A.H. 1986. Functional morphological and biochemical correlations of the keratinized structures in the African grey parrot *(Psittacus erithacus)*. *Zoomorphology*, 106:103-114.

29. Homberger D.G., Meyers R.A. 1989. Morphology of the Lingual Apparatus of the Domestic Chicken Gallus gallus, With Special Attention to the Structure of the Fasciae. *The American Journal of Anatomy*, 186:217-257.

30. Huang R., Zhi Q., Izpisua-Belmonte J., Christ B., Patel K. 1999. Origin and development of the avian tongue muscles. *Anatomy and Embryology*, 200:137-152.

31. Igwebuike U.M., Eze U.U. 2010. Anatomy of the oropharynx and tongue of the African Pied crow (*Corvus albus*). *Veterinarski Arhiv*, 80:523-531.

32. İlgün R., Kuru N., Bölükbaş F., Gür F. M. 2020. Histological and Electron Microscopical Structure of Tongue and Lingual Papillae of Guinea Fowl *(Numida meleagris) Pakistan Journal of Zoology*, 52(3):949-956.

scanning electron microscopy. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 86(4):111-115.

15. Emura S., Okumura T., Chen H. 2009. Scanning electron microscopic study of the tongue in the Japanese Pygmi Woodpecker *(Dendrocoposkizuki)*. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 86:31-35.

16. Emura S., Okumura T., Chen H. 2008. Scanning electron microscopic study of the tongue in the peregrine falcon and common kestrel. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*, 85:11-15.

17. Erdogan S., Alan A. 2012. Gross anatomical and scanning electron microscopic studies of the oropharyngeal cavity in the European magpie *(Pica pica)* and the common raven *(Corvus corax)*. *Microscopy Research Technique*, 75:379-387.

18. Erdoğan S., Iwasaki S. 2014. Function-related morphological characteristic and specialized structures of the avian tongue. *Annals of Anatomy*, 196:75-87.

19. Erdogan S., Pérez W., Alan A. 2012. Anatomical and scanning electron microscopic investigations of the tongue and laryngeal entrance in the longlegged buzzard *(Buteorufinus, Cretzschmar*). *Microscopy Resesarch and Technique*, 75:1245-1252.

20. Erdoğan S., Sağsöz H., Akbalik M.E. 2012. Anatomical and histological structure of the tongue and histochemical characteristics of the lingual salivary glands in the Chukar partridge *(Alectoris chukar)*. *British Poultry Science*, 53(3):307-315.

21. Ertas T.D., Erdogan S. 2019. Investigation of abou *(Gallus domesticus)* tongue by morphometric and scanning electron microscopic methods. *Dicle Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 12:8-12.

22. Farouk S.M., Hassan S.A. 2015. Histochemical and ultrastructural characteristics of tongue of laughing dove *(Stigmatopelia senegalensis)*. *Journal of Cytology and Histology*, 6:363-368.

International Scholarly Research Notices, 2013:1-4.

43. Karadağ H., Nur İ. H. 2002. Systema digestorium. In: Anatomy of domestic birds (ed. N. Dursun). Medisan publication, Ankara, 55-56.

44. Kobayashi K., Kumakura M., Yoshimura K. 1998. Fine structure of the tongue and lingual papillae of the penguin. *Archives of Histology and Cytology*, 61:37-46.

45. Komarek V., Malinovesky L., Lemez L. 1986. Anatomia avium domesticarum embryologia galli. Priroda vedavatel'stvo knih a casoposov, Bratyslava.

46. Kullaa-Mikkonen A., Sorvari T. E. 1985. A scanning electron microscopic study of the dorsal surface of the human tongue. *Acta Anatomica*, 123:114-120.

47. Landsborough, S.A. 1964. A New Dictionary of Birds. New York: McGraw-Hill Book Company.

48. Lucas F.A. 1896. The Taxonomic Value of the Tongue in Birds. The Auk, Vol 13, No 2, 1896. The Tongues of Birds. *U.S. National Museum for 1895*, 1895:1001-1019.

49. Madkour F.A. 2018. Characteristic features of the pharyngeal cavity of the laughing dove *(Strep-topelia senegalensis aegyptiaca)* and Japanese quail *(Coturnix coturnix)*. *Assiut Veterinary Medical Journal*, 64:52–59.

50. Marshall A.J. 1960. Biology and Comparative Physiology of Birds. New York and London: Academic Press.

51. Matsuo R. 2000. Role of saliva in the maintenance of taste sensitivity. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, 11(2):216–229.

52. McLelland J. 1990. A Color Atlas of Avian Anatomy. Wolfe Publishing Ltd.

53. McLelland J. 1979. Systema digestorium. In: Baumel, J. J., King, A. S., Lucas, A. M., Breazile, J. E., Evans, H. E. (Eds.), *Nomina anatomica avium*. Academic Press, New York, pp. 307-309.

33. Iwasaki S. 2002. Evolution of the Structure and Function of the Vertebrate Tongue. *Journal of Anatomy*, 201:1–13.

34. Iwasaki S. 1992. Fine structure of the dorsal lingual epithelium of the little tern, *Sterna albifrons Pallas (Aves, Lari)*. *Journal of Morphology*, 212(2):13-26.

35. Iwasaki S., Asami T., Chiba A. 1997. Ultrastructural study of the keratinization of the dorsal epithelium of the tongue of Middendorff's bean goose, *Anser fabalis middendorffii (Anseres, Antidae)*. *The Anatomical Record*, 247(2):149–163.

36. Iwasaki S., Kobayashi K. 1986. Scanning and transmission electron microscopical studies on the lingual dorsal epithelium of chickens. *Acta Anatomica Nipponica*, 61:83–96.

37. Jackowiak H., Andrzejewski W., Godynicki S. 2006. Light and scanning electron microscopic study of the tongue in the cormorant *Phalacrocorax carbo (Phalacrocoracidae, aves)*. *Zoological Science*, 23:161-167.

38. Jackowiak H., Godynicki S. 2005. Light and scanning electron microscopic study of the tongue in the white tailed eagle (*Haliaeetus albicilla, Accipitridae, Aves*). *Annals of Anatomy*, 187:251-259.

39. Jackowiak H., Ludwig M. 2008. Light and scanning electron microscopic study of the ostrich (*Strutio camelus*) tongue. *Zoological Science*, 25:188-194.

40. Jackowiak H., Shieresz-Szewczyk K. 2011. Functional Morphology of the Tongue in the Domestic Goose *(Anser Anser f. Domestica)*. *The Anatomical Record*, 294:1574-1584.

41. Jackowiak H., Skieresz-Szewczyk K., Kwiecinski Z., Trzielinska-Lorych J., Godynicki S. 2010. Functional Morphology of the Tongue in the Nutcracker *(Nucifraga caryocatactes)*. *Zoological Science*, 27(7):589-594.

42. Kadhim K.K., AL-Timmemi H., Thamir A.A. 2013. Histomorphological and histochemical observations of the Common Myna (*Acridotheres tristis*) tongue.

coturnix japonica). *Journal of Morphology*, 31:177-181.

64. Proctor N.S., Lynch P.J. 1993. Manual of Ornithology. New Haven and London: Yale University Press.

65. Rico-Guevara A., Rubega M.A. 2011. The hummingbird tongue is a fluid trap, not a capillary tube. PNAS, 2011.

66. Salem S.B. 1990. Comparative morpho-histology of the tongue of birds in relation to the feeding habits. *Delta Journal of Science*, 14(4):1586-1614.

67. Schwenk K. 1989. Functional and evolutionary morphology of lingual feeding in squamate reptiles: phylogenetics and kinematics. *Journal of Zoology*, 219:153-175.

68. Skieresz-Szewczyk K., Jackowiak H., Ratajczak M. 2014. LM and TEM study of the orthokeratinized and parakeratinized epithelium of the tongue in the domestic duck *(Anas platyrhynchos f. domestica)*. *Micron*, 67:117-124.

69. Susi F.R. 1969. Keratinization in the mucosa of the ventral surface of the chicken tongue. *Journal of anatomy*, 105: 477-486

70. Tabasi M., Mohammadpour A.A. 2019. Light and scanning electron microscopic study of the tongue in the guinea fowl (*Numida meleagris*). *Comparative Clinical Pathology*, 28:613-619.

71. Uppal V., Bansal N., Anuradha Pathak D., Singh A. 2014. Light and scanning electron microscopy studies of tongues. *Avian Biology Research*, 7:167-171.

72. Vollmerhaus B., Sinowatz F. 1992. Verdauungsapparat. In: Nickel, R., Schummer, E., Seiferle, E. (Eds.), Anatomie der Vogel Bd. 5, Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Parey, Berlin.

73. Whittow G.C. 2000. Sturkie's Avian Physiology. Academic press, NewYork, London, USA, 97-107.

54. Nickel R., Schummer A., Seiferle E. 1977. Anatomy of the domestic birds, Verlag Paul Parey, Berlin, 45-46.

55. Olsen P., Joseph L. 2011. Stray Feathers: Reflections on the Structure, Behavior and Evolution of Birds. Collingwood VIC 3066: CSIRO Publishing.

56. Onuk B., Tütüncü S., Kabak M., Alan A. 2015. Macroanatomic, light microscopic, and scanning electron microscopic studies of the tongue in the Seagull *(Larus fuscus)* and common buzzard *(Buteo buteo)*. *Acta Zoologica*, 96:60-66.

57. Parchami A., Dehkordi R.F. 2011. Lingual structure in the domestic pigeon *(Columba livia domestica)*: A light and scanning electron microscopic study. *World Applied Science Journal*, 12:1517-1522.

58. Parchami A., Fatahian Dehkordi R. F., Bahadoran S. 2010. Scanning electron microscopy of the tongue in the golden eagle *Aquila chrysaetos (Aves: Falconiformes)*. *World Journal of Zoology*, 5:257-263.

59. Parchami A., Fatahian Dehkordi R.F., Bahadoran S. 2010. Fine Structure of the Dorsal Lingual Epithelium of the Common Quail *(Coturnix coturnix)*. *World Applied Sciences Journal*, 10:1185-1189.

60. Parchami A., Fatahian Dehkordi R.A. 2013. Light and electron microscopic study of the tongue in the White-eared bulbul (*Pycnonotus leucotis*). *Iranian Journal of Veterinary Research*, 2013(14):9-14.

61. Parchami A., Salimi M. 2017. Light and scanning electron microscopic study of the lingual structure in the budgerigar (*Melopsittacus undulatus*). *Iranian Journal of Veterinary Medicine*, 11(1):97-104.

62. Portman A. 1961. Sensory Organs: Skin, Taste and Olfaction. In Biology and Comparative Physiology of Birds, Vol. II, by A.J. Marshall. New York and London: Academic Press, 37-48.

63. Pourlis A.F. 2014. Morphological features of the tongue in the quail *(Coturnix*