Archive of SID

مطالعه ریخت شناسی و ساختار درونی کپسول شنوایی در جنس *Meriones* و نقش سازشی آن با استفاده از تکنیکهای بافت شناسی و میکروسکوپ الکترونی

فرزانه ممتازی[۱]، فرشته قاسم زاده[۲]، جمشید درویش[۳و۲] و رقیه زارعی[۱]

[۱]تهران، دانشگاه تهران، دانشکده علوم پایه، گروه زیست شناسی

[۲] مشهد ، دانشگاه فردوسی، دانشکده علوم پایه، گروه زیست شناسی

[۳]مشهد ، دانشگاه فردوسی، دانشکده علوم پایه، گروه پژوهشی جونده شناسی

تاریخ دریافت: ۸۷/۷/۱۷ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۰/۷

چکیده

تخصص یابیهای ساختار شنوایی به خصوص گوش میانی امکان دریافت فرکانسهای مختلف را فراهم می کند. در این مطالعه ریخت شناسی خارجی و ساختار درونی کپسول شنوایی با استفاده از تکنیکهای بافت شناسی و میکروسکوپ الکترونی در سه گونه جنس *Meriones* شامل *M. libycus, M. crassus, M. persicus* مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می دهند که از یک سو حجم کپسول شنوایی درجنس *Meriones* افزایش یافته است که این افزایش در گونه های *M. crassus, M .libycus* که دارای زیستگاه بیابانی هستند بیشتر می باشد، و از سوی دیگر گوش میانی دارای تقسیماتی است که باعث ایجاد حالت پنوماتیزاسیون (حجره دار شدن) شده است. پنوماتیزاسیون در بخش تیمپانیک گونه های بیابانی این جنس بیشتر است. همچنین استخوانچه های گوش میانی در این جنس دارای حجم بیشتر و سختی کمتر می باشند که همراه با پنوماتیزاسیون گوش میانی امکان دریافت فرکانسهای بالاتر را فراهم می کند. افزایش فرکانس دریافتی احتمالاً در جهت فرار از شکارچی، بازگشت به لانه و جفت یابی ایجاد شده است.

واژه های کلیدی: کپسول شنوایی، *Meriones*، ساختار درونی، ریخت شناسی و پنوماتیزاسیون

* نویسنده مسئول، تلفن تماس: ۰۹۱۲٦۷۷٦۵۸۹، پست الکترونیک: fmomtazi@yahoo.com

مقدمه

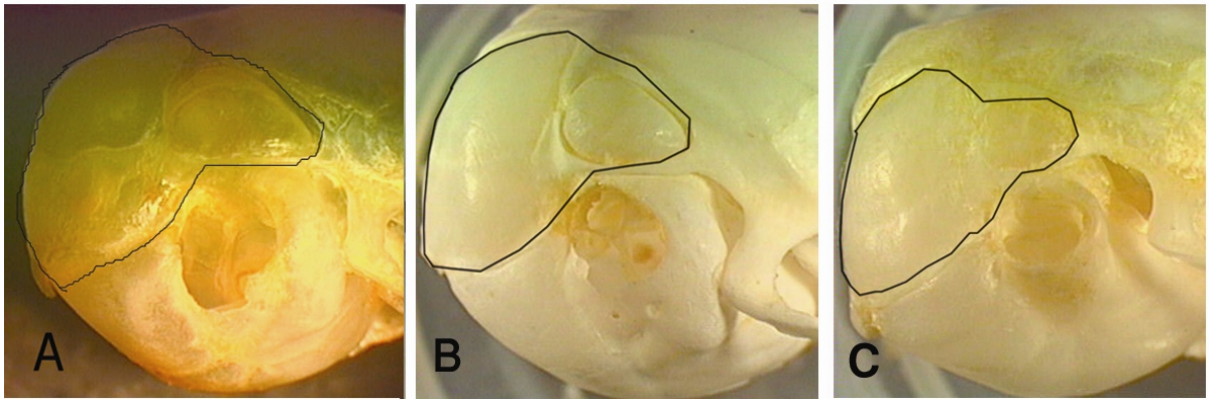
جنس *Meriones* متعلق به زیر خانواده جربیلینه و خانواده موریده از راسته جوندگان می باشد. تمامی اعضای این جنس ساکن مناطق خشک، نیمه خشک و کم باران می باشند. با این حال وضعیت توپوگرافیک محیط زیست گونه های مختلف این جنس دارای تفاوتهای بارزی با یکدیگر می باشد، به عنوان مثال *M.persicus* که بومی ایران است در مناطق استپ و صخره ایی مرتفع زیست می کند و *M.libycus* که محدوده پراکنشی از آفریقای شمالی تا خاورمیانه دارد در مناطق شنی و مرتفع یافت می شود. همچنین گونه *M.crassus* که دارای محدوده پراکنش شمال غربی آفریقا تا خاورمیانه و آسیای مرکزی است، در محیطهای کویری همچون کویر مرکزی ایران زیست می کند (۱ و ١٤).

سازشهای ساختارهای شنوایی در مهره داران به دنبال حضور در خشکی پیچیده تر شده است. اعضای رده پستانداران دارای خصوصیات ویژه ای در ساختار گوش میانی هستند که از آن جمله ظهور بخشهای جدید ماستوئید و تیمپانیک می باشد (۵). گروههای مختلف

www.SID.ir

Archive of SID

پستانداران برای سازش با شرایط محیطی دارای تخصص یابیهای مختلفی در بخشهای گوش میانی خود شده اند که در این مورد می توان به افزایش حجم گوش میانی در گوشتخواران بیابانی اشاره کرد (۱۰). این خصوصیت در جوندگان بیابانی همچون Hetromidae , Gerbillinae نیز مشاهده می شود، هرچند تخصص یافتگیهای بیشتری نیز در این گروهها دیده می شود (۵، ۱۲). استفاده از صفات ساختارهای شنوایی برای رده بندی در جوندگان سابقه ایی دیرپا دارد که از آن جمله می توان به رده بندی خانواده های Echimyssdae, Giliridae و Geomyidae اشاره کرد (۳، ۹، ۱۳). همچنین در آنالیز کلادیستیک جنس *Graphiurus* از خانواده Giliridae نیز از خصوصیات ساختار شنوایی استفاده شده است (۸). مشخصات سازشی و عملکردی تورم گوش میانی در خانواده های Ctenomyidae، Octodontidae جوندگان نیز مورد بررسی قرار گرفته است (٦، ۱۱). ساختار شنوایی در زیر خانواده Gerbilinae تنها توسط Lay به صورت کلی مطالعه شده است (٤). اما ساختارهای گونه های *M. persicus* ، *M. libycus* و *M.crassus* که جزء جوندگان ایران محسوب می شوند، بررسی نشده اند. این مطالعه به هدف بررسی بیوسیستماتیک اعضای این خانواده و در جهت تلاش برای درک ماهیت مرزهای جغرافیایی پراکنش این گونه ها و خصوصیاتی که امکان زیست این گونه ها را در این محدوده فراهم می کند، به بررسی ساختار آناتومیک و تأثیرات عملکردی آن در سه گونه *M. persicus* و *M. libycus* و *M. crassus* می پردازد. علاوه بر مورفولوژی خارجی برای بررسی ساختار کالبد شناختی از روشهای بافت شناسی برای تعیین زیر تقسیمات گوش میانی استفاده شد و برای تعیین نحوه اتصال و خصوصیات استخوانچه های گوش میانی تصاویر میکروسکوپ الکترونی تهیه گردید.



شکل ۱- تصاویر دیجیتالی کپسول شنوایی (A: *M. crassus*, B:*M. libycus*, C: *M. persicus*) بخش مشخص شده نمایانگر بخش تیمپانیک می باشد که بیشترین حجم را در *M. crassus* دارد.

مواد و روشها

نمونه های مورد بررسی در این مطالعه متعلق به موزه جوندگان گروه پژوهشی جونده شناسی دانشگاه فردوسی مشهد می باشد. برای تهیه مقاطع بافتی ابتدا بخش انتهای جمجمه که شامل کپسول شنوایی نیز بود با اره جدا شد و سپس به منظور تثبیت بافت نمونه ها به مدت ٤٨ ساعت در فیکساتور بوئن (اسید پیکریک اشباع، فرمالین و اسید سیتریک) قرار گرفت، و برای حذف کلسیم در محلولی شامل الکل ۹۰ درجه، اسید نیتریک و فرمول خالص گذاشته و در انتها به منظور حذف اثر اسید نمونه ها به

www.SID.ir

Archive of SID

مدت ٢٤ ساعت در سولفات سدیم قرار گرفتند. بعد از شستشو (٢٤ ساعت زیر آب جاری) نمونه ها به مدت ٢٤ ساعت در فیکساتور فرمل گذاشته و طی مرحله گردش بافت نمونه ها آبگیری شده و برشهایی با ضخامت ۷ تا ۸ میکرون تهیه شد. جهت رنگ آمیزی لامها از تکنیک هماتوکسیلین- ائوزین استفاده شد.

تصاویر میکروسکوپ الکترونی توسط میکروسکوپ Scanning Flectronic Mic مدل VP.LEO145 ساخت کشور آلمان با تکتور الکترونهای ثانویه Secondary Electron با بزرگنمایی متفاوت(در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه فردوسی مشهد) گرفته شد. تصاویر دیجیتال نیز توسط دور بین canon, Powershot A70 و با بزرگنمایی ۱ و وضوح ۳/۲ میلیون پیکسل فراهم گردید. به منظور مقایسه بهتر تصویر شماتیک آنها نیز رسم شد.

تهیه نمونه ها در دو بخش انتهایی نیازمند خرد کردن جمجمه نمونه های موزه ای بود که به دلیل فراوانی نمونه های *M. persicus* و امکان تکرار آن، این عمل با دقت و کیفیت بهتری نسبت به *M. libycus* صورت گرفت. از آنجا که تعداد نمونه های *M. crassus* موجود در موزه بسیار اندک بود امکان انجام این عمل روی این گونه میسر نشد.

نتایج

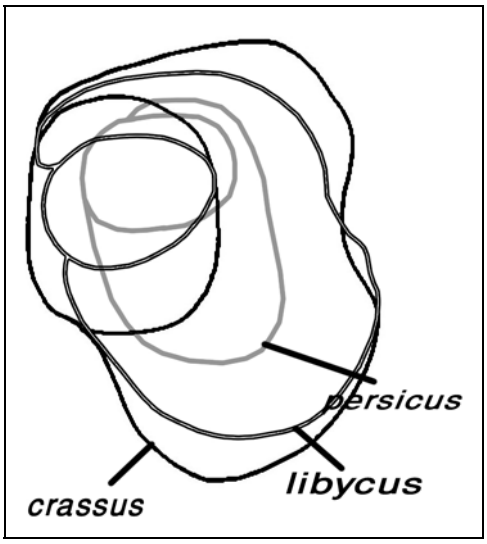
از دیدگاه ریخت شناسی خارجی ساختار گوش میانی، کپسول شنوایی را به طور کل می توان به دو بخش ماستوئیدی و تیمپانیک تقسیم کرد. تفاوتهایی در اندازه و ساختار این بخشها در سه گونه مختلف مورد بررسی دیده می شود، گرچه می توان بزرگ شدگی کلی ماستوئید شنوایی (جزئی از تیمپانیک) که تا قسمتهای عقبی جمجمه پیش رفتگی دارد را ملاحظه کرد (شکل ۱).

بخش مئاتوس شنوایی بیشترین بادکردگی و افزایش حجم را در *M. crassus* و کمترین را در*M. persicus* نشان می دهد. بادکردگی را در بخش مئاتوس شنوایی می توان به دو بخش شکمی و پشتی نسبت داد. همانطور که ملاحظه می شود این بخش *M. persicus* فاقد بادکردگی پشتی و دارای بادکردگی ناچیزی در بخش شکمی است و به طور کل شکل قیف مانندی دارد. این بخش در *M. crassus* دارای بادکرده گی در هر دو بخش است و بزرگ شدگی کلی بخش تیمپانیک آن به اندازه ای است که کندیلهای پس سری دیده نمی شوند. لازم به ذکر است که در بخش دهانه مئاتوس کراسوس پرده ای وجود دارد که مانع از دیدن استخوانچه های شنوایی می شود. در *M. libycus* بادکردگی پشتی کمتر از شکمی است (شکل ۲). در تصاویر دیجیتال و بافتی تهیه شده از جمجمه های سه گونه، پنوماتیزاسیون (حجره دار شدن) به طور واضح در بخشهای تیمپانیک و ماستوئید دیده می شود. بخش ماستوئید به طور کل به دو قطعه توسط تیغه ای تقسیم می شود: قسمت فوقانی anterior mastoid chamber و قسمت خلفی که خود این بخش نیز به دو بخش خلفی قدامی superior mastoid chamber و بخش خلفی پایینی posterior inferior chamber تقسیم می شود. بخش قدامی نیمدایره های تیمپانیک در بخش ماستوئید فوقانی قرار می گیرد، این نیمدایره ها مربوط به حجره دار شدن در بخش تیمپانیک می باشند. تورم در بخش قدامی ماستوئیدی به طور واضحی در *M. crassus* از دو گونه دیگر بیشتر بوده است. افزایش حجم تیمپانیک که به طور واضحی از دو گونه دیگر بیشتر می باشد، موجب عقب رفتگی این بخش به سمت انتهای جمجمه و دیده نشدن کندیل پس سری از دید جانبی می شود. همچنین در این بخش یک تقسیم بندی فرعی نیز مشاهده می شود که قبلاً تعریف نشده است. بخش خلفی ماستوئید دارای ریز تقسیمات متعددی است که به علت کامل نبودن دیواره ها از نامگذاری آنها خودداری شده است (شکل ۳). مقطع بافتی *M. libycus* در بخش ماستوئید افزایش حجم چشمگیری را نشان می دهد

www.SID.ir

Archive of SID

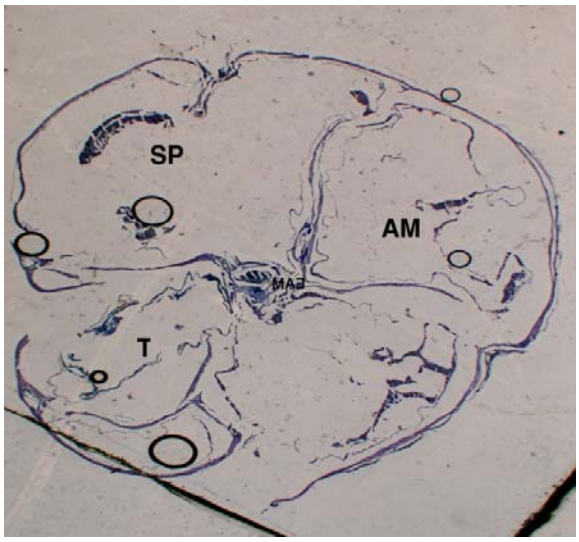
که میزان آن حتی از *M. crassus* نیز بیشتر است و توسط تیغه ای به طور کامل به دو بخش تقسیم می شود، اما در بخش تیمپانیک افزایش حجم زیادی وجود ندارد هرچند همان قسمت بندی فرعی که در *M. crassus* دیده می شود را دارا است. به طور کلی می توان گفت که اندازه کلی ساختار شنوایی گوش میانی در *M. crassus* نسبت به *M. libycus* بزرگتر است و این اندازه بزرگتر مربوط به افزایش حجم تیمپانیک می باشد (شکل ٤).



شکل ۲- تصویر شماتیک طراحی شده براساس تصاویر دیجیتال مئاتوس شنوایی در گونه های *M. persicus, M. crassus* و *M. libycus* که بیشترین میزان بادکردگی پشتی و شکمی در *M. crassus* دیده می شود و *M.persicus* فاقد بادکردگی و *M. libycus* دارای بادکردگی سطح پشتی بیشتری از سطح شکمی است.

مقطع بافتی *M. persicus* تقسیم بندی کامل، واضح و عدم افزایش حجم بخشهای کپسول شنوایی را نشان می دهد به طوری که بخش ماستوئید به سه بخش قدامی، خلفی بالایی و خلفی پایینی تقسیم شده است. بخش تیمپانیک فاقد تقسیمات ریزتر بوده و از طرفی به سمت جلوی جمجمه پیش رفتگی پیدا می کند به طوری که در نمای ظاهری کپسول شنوایی دارای فاصله واضح با کمان زایگوماتیک می شود (شکل ٥). به دلیل آنکه در این نوع آماده سازی بافتی تنها بافتهای استخوانی باقی می مانند امکان وجود تیغه های غیر استخوانی و تقسیم بندیهای ریز تر نیز وجود دارد.

نیم حلقه های تیمپانیک در *M. persicus* از چهار بخش تشکیل شده اند در حالی که این نیم حلقه ها در گونه *M. libycus* از سه بخش ولی با وسعت بیشتری تشکیل شده اند. افزایش وسعت نیم حلقه اول در *M. libycus* واضح تر می باشد (شکل٦).

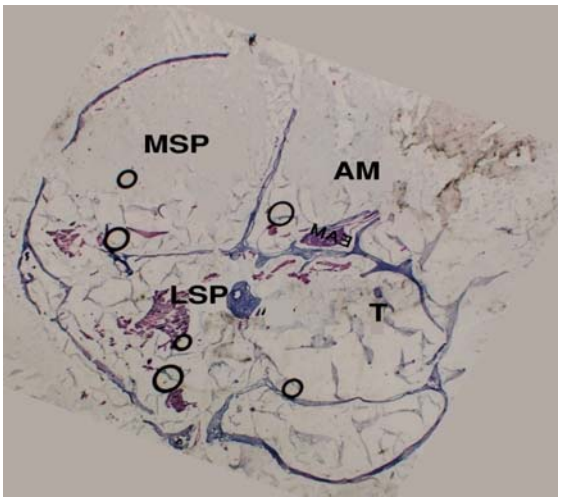


شکل ۳- مقطع بافتی کپسول شنوایی *M. crassus* (SP: بخش خلفی ماستوئید، AM: بخش فوقانی ماستوئید T: بخش تیمپانیک) بخش خلفی ماستوئید حجیم شده است همچنین بخش تیمپانیک بیشترین افزایش حجم را در بین سه گونه نشان می دهد.

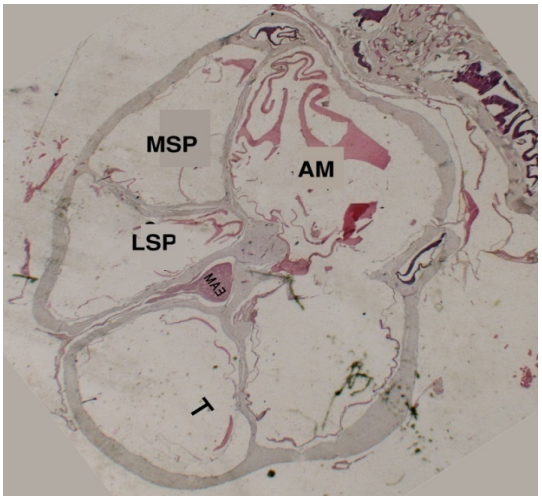
تصاویر الکترونی و بافتی بیانگر رشد و حجیم شدگی استخوانچه های شنوایی در جنس مریونس می باشند. همچنین در استخوانچه چکشی زائده مانوبریومی دیده می شود که به بخش پشتی گردن متصل شده است و طول بازوی انتقال دهنده صوت را افزایش می دهد. به طور کلی استخوانچه چکشی به دو بخش گردن و سر نامگذاری شده است. اتصال این استخوانچه به دیواره کپسول شنوایی تنها توسط سه رباط صورت می گیرد. استخوانچه های شنوایی دارای اتصالات سست تری نسبت به حالت کلی (*Rattus*) می باشند.

www.SID.ir

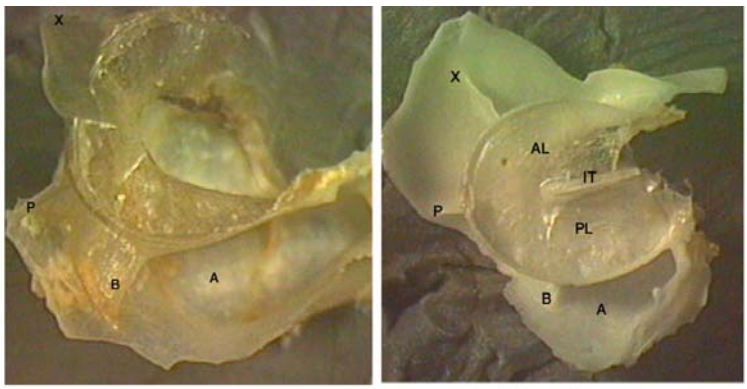
Archive of SID



شکل ٤- مقطع بافتی کپسول شنوایی *M. libycus* (MSP: بخش خلفی قدامی ماستوئید، LSP: بخش خلفی پایینی ماستوئید، AM : بخش فوقانی ماستوئید T: بخش تیمپانیک) بخش فوقانی ماستوئید حجیم شده است و بیشترین اندازه را در سه گونه دارا می باشد.



شکل۵- مقطع بافتی کپسول شنوایی *M. persicus* (MSP: بخش خلفی قدامی ماستوئید، LSP: بخش خلفی پایینی ماستوئید، AM : بخش فوقانی ماستوئید T: بخش تیمپانیک) هیچ کدام از بخشها افزایش حجمی را نشان نمی دهند.



شکل ٦- تصویر دیجیتال از بخش داخلی کپسول شنوایی و نیم حلقه های تیمپانیک(A: زائده دراز استخوان T شکل، B: پایه استخوان، P:زائده خلفی استخوان، X: لامینا) همانطور که مشاهده می شود وسعت نیم حلقه ها در گونه *M.libycus* بیشتر می باشد.

در شکل ۵ نحوه اتصال استخوانچه سندانی به رکابی قابل مشاهده است، همچنین استخوانچه رکابی به سه بخش سر و کراس قدامی و خلفی تفکیک شده است (شکل ۷).

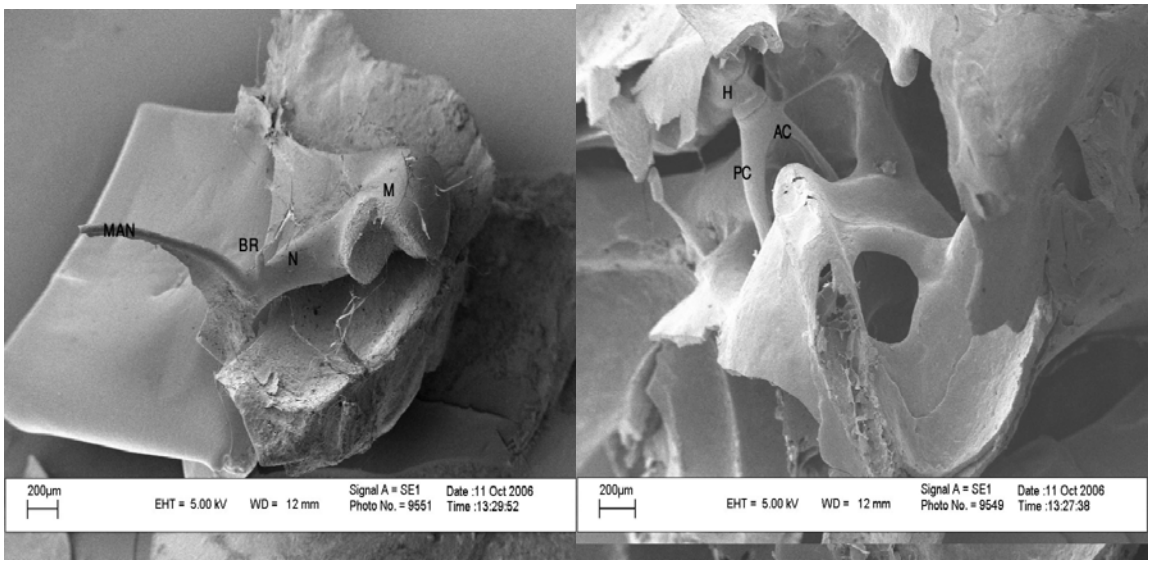
بحث

استعدادی که در سازش با نواحی بیابانی در جنس *Meriones* دیده می شود، قابل توجه است. این جنس توانسته در نواحی کویری پالئارکتیک رشد کرده و سازش کاملی با شرایط بیابانی نشان دهد (۲). دو مشخصه مهم ساختار شنوایی جنس *Meriones* افزایش حجم کپسول

www.SID.ir

Archive of SID

شنوایی و استخوانچه های شنوایی به خصوص در گونه های بیابان زی همچون *M. crassus* و *M. libycus* و دیگری پنوماتیزاسیون داخلی می باشد (شکل ۱و۳ و٤). بر اساس مطالعات انجام شده در مورد جوندگان بیابانی دو گرایش کلی در ساختار شنوایی وجود دارد، یکی افزایش لاله گوش و کوچک ماندن کپسول که در بیشتر جنسهای Allactagidae دیده شده و دیگری بزرگ شدگی کپسول و کوچک ماندن لاله گوش که در جنس مورد مطالعه *Meriones* دیده می شود. بر اساس مطالعات انجام شده، بزرگ شدگی کپسول شنوایی به وضوح سبب افزایش حساسیت شنوایی می گردد (۷). از یک سو به دلیل تراکم کمتر جمعیتهای بیابانی و به دنبال آن سخت تر شدن جفت یابی و از سوی دیگر لزوم طی مسافت طولانی تر برای به دست آوردن غذا و کمبود پناهگاه برای فرار از شکارچیان، اهمیت سازشی توانایی شنوایی بالاتر در مناطق بیابانی را توجیه می کند (٤).



شکل ۷- (H: سر، Ac: کراس قدامی، PC: کراس خلفی، F: footplate ، N: گردن، BR: زائده مانوبریوم، MAN: مانوبریوم)

با توجه به نتایج به دست آمده بیشترین میزان حجیم شدگی در نمونه های *M. crassus* مشاهده می شود که در مناطق بیابانی تر نسبت به دو گونه دیگر زیست می کند. از طرفی بر اساس مطالعات انجام شده تکمیلی این افزایش حجم در نمونه های متعلق به جمعیت یک گونه در شرایط متفاوت آب و هوایی نیز صادق است (شکل ۳).

تقسیم بندیهای ذکر شده برای بخش ماستوئیدی با تعاریف Lay که برای سایر اعضای زیر خانواده جربیلینه ارائه کرده است یکسان می باشد. تنها تفاوت وجود یک بخش جدید در بخش تیمپانیک دو گونه *M. crassus* و *M. libycus* است که در *M. persicus* مشاهده نمی شود.

از آنجایی که کاهش جرم و افزایش سختی در ساختارهای شنوایی موجب کاهش انرژی امواج صوتی می گردد و فرکانس دریافتی را کاهش می دهد (۵) انتظار می رود افزایش جرم و کاهش سختی موجب افزایش – مانند گونه های مورد مطالعه – حساسیت به فرکانسهای پایین و افزایش دامنه فرکانس دریافتی شود.

سپاسگزاری: بدین وسیله از همکاری کارشناسان آزمایشگاه بافت شناسی و میکروسکوپ الکترونی دانشگاه فردوسی مشهد، آقای علیزاده، خانم رضاییان و اعضای محترم گروه پژوهشی جونده شناسی دانشگاه فردوسی مشهد تشکر و قدردانی می گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱- مومن زاده ، م. ۱۳۷۹. بررسی بیوسیستماتیکی (مورفولوژی و مورفومتری) جنس مریونس (جوندگان _ ژربیلینه) استان خراسان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲- میزون.گزاویه.ترجمه درویش.جمشید. ۱۳۸۰. جغرافیای جانوری پستانداران ایران. مؤسسه چاپ وانتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۳۹صفحه

3- Gardner L.G and Louise H.E. 1984. Species Groups in Proechimys (Rodentia, Echimydae) as Indicated by Karylogy and Bullar Morphology. Journal of Mammelogy. 65 (1): 10-25.

4- Lay, D.M.1972.Hearing Organs of Gerbillinae Rodents. Journal of Morphology 138:41-120.

5- Lombard.R.E and Hetherington. E.T.1993. Structural Basis of Hearing and Sound Transmission. In the Skull, vol3. Haken.J and Hall.K.b.eds. Chicago press pp.241- 302.

6- Mattew.J.M. 2003. The Middler Ear Apparatus of the Tuco_Tuco *Cetonomys sociabilis* (Rodentia, Ctenomyidae). Journal of Mammelogy.82: 290-295.

7- Pavlinov. I. Ya and Rogovin, K.A. 2000. The Correlation of the Size of the Pinna the Auditory Bulla in Specialized Desert Rodents.Zh Obshch Biol. 61(1): 87-101.

8- Pavlinov. I. Ya and Potapova, G.2003.Cladistic Anaylsis of the Dormouse Genus Graphiurus Smuts, 1832 (Rodentia: Gliridae), With Comments on Evolution of its Zygomassteric Construction and Subgeneric Taxonomy. Russian Journal of Theriology. 2(1): 49-58

9- Potapova.G.E. 2001. Morphological and Evolutionary Pathways of the Middle Ear in Dormice (Gliridae, Rodentia).Trakya University Journal of Science Research. Voll2. N2: 159-170.

10- Prakash, I. 1959. Hypertrophy of Bullae Tympanica in the Desert Mammals. Science. 24: 580-582

11- Schleich. E. C and Bush. C. Functional Morphology of the Middle Ear of Ctenomys talorum (Rodentia: Octodontidae). Journal of Mammelogy.85: 290-295.

12- Webster, D.B., and M.webster. 1975. Auditory Systems of Heteromyidae: Functional Morphology and Evelotion of the Middle Ear. Journal of Morphology 146:343-376.

13- Wilkins. T.K, Roberts.C.J, Roorda.S.C and Hawkins E.J. 1999. Morphometrics and Functional Morphology of Middle Ears of Extant Pocket Gophers (Rodentia: Geomyidae). Journal of Mammelogy.32:180-201.

14- Wilson, D.E., Reeder, D.A.M. 2005. Mammals of the World: A Taxonomic and Geographic Reference. Second Edition. Smithsonian Institution Press. Washington and London

www.SID.ir

Archive of SID

The study of morphology and anatomy of tympanic bullae in the genus *Meriones* and its adaptation role using histological techniques and electron microscope

Momtazi, F.[1], Ghassemzadeh, F.[2], Darvish, J.[2,3] and Zarei, R.[1]

[1] Biology Dept., Faculty of Science, University of Tehran, Tehran, I.R. of IRAN

[2] Biology Dept., Faculty of Science, Ferdowsi University, Mashhad, I.R. of IRAN

[3] Rodentology Research Group, Faculty of Science, Ferdowsi University, Mashhad, I.R. of IRAN

Abstract

Structure of hearing organ especially middle ear has different specialization that provides response to wide range of sound frequencies. In this research external morphology and internal anatomy of tympanic bullae was studied using histological techniques and electron microscope in three species of genus *Meriones (M. persicus, M. libycus, and M. crassus)*. Our results indicated adaptive value of tympanic bullae characters as well as increasing in the volume of tympanic bullae in the genus *Meriones.* This part is larger in *M. crassus* and *M.libycus* that live in desert habitats. Also it was seen that tympanic bullae in desert species has penumatization. Maximum penumatization of this part is occurred in desert species. In addition, middle ear ossicles have less hardness and more volume that increase reception possibility for higher sound frequencies. These characters enhance the ability of adaptation with desert environment such as; escape from predators, finding mate and returning to house.

Keywords: tympanic bullae, *Meriones*, anatomy, morphology, penomatization

www.SID.ir