The 1st International Conference of IALE-Iran
30-31 October 2013, Isfahan University of Technology, Iran
نخستین کنفرانس بین المللی
اکولوژی سیمای سرزمین
۸ و ۹ آبان ۱۳۹۱، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران
Web: www.Iale.Iran.iut.ac.ir/conference, Email:Iale.Iran@of.iut.ac.ir

تأثیرات فاکتورهای زیست محیطی بر تفاوت‌های ریختی جمجمه‌های جردهای نیمروز ایران

فاطمه طباطبایی یزدی[1]

چکیده

از آنجایی که برخی از اختلافات ریختی مشاهده شده در پستانداران با شرایط زیستی آنها مرتبط بوده و عمدتاً با اولویت‌های زیستی برای جانوران همراه می‌باشد، در این مطالعه با ترکیب تکنیک‌های ریخت سنجی هندسی و آنالیزهای آماری چند متغیره به بررسی همبستگی‌های زیست محیطی با اختلافات ریختی در جردهای نیمروز ایران پرداخته‌ایم. به این منظور کوواریانس بین متغیرهای شکلی و جغرافیایی زیستی با استفاده ار روش 2B-PLS بررسی گردید. بین جمعیت‌های شمال شرق ایران و کرمان تفاوت معنی داری وجود داشت. این تفاوت‌ها بیشتر در قسمت کپسول شنوایی مشهود می‌باشد. اختلافات ریختی با فاکتورهای جغرافیایی- اقلیمی مثل میزان بارندگی سالانه و دما همبستگی نشان می‌دهند. تفاوت‌های ریختی بین جمعیت‌های مطالعه شده، منعکس کننده سازش‌های ریختی این جانوران با شرایط محیطی بوده و همچنین به لزوم بازنگری آرایه‌شناسی این گونه در ایران اشاره دارد.

واژگان کلیدی: جوندگان ، ریخت سنجی هندسی ، سازشهای ریختی ، متغیرهای زیست محیطی

مقدمه

وقتی ناهمسانی های بوم شناسی مثل اختلافات زیستگاهی وجود دارند، فاکتورهای بوم شناسی می توانند نقش بسیار مهمی در بوجود آوردن اختلافات زیستی در موجودات ایفا کنند (Mayr, 1942; Dumont, 1997; Renaud et al., 2007 & Perez et al., 2009).

از دیر باز مطالعه سازشهای ریختی با شرایط محیطی در موجودات مورد علاقه دانشمندان علوم زیستی و زیست محیطی و همچنین دانشمندان جغرافیای زیستی و زیست شناسی حفاظت بوده است. مطالعات زیادی نیز تا کنون به منظور پیدا کردن الگو ها و روابطی بین ریخت بدن (شکل و اندازه) و همچنین اجزای آن ،صفات ظاهری از جمله رنگ پوست و خز و... با متغیرهای زیست محیطی و اکولوژیکی انجام گردیده است. از آنجایی که اغلب این مطالعات بر روی صفاتی صورت گرفته که

[1]- استاد یار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه فردوسی مشهد ، مشهد ، ایران f.tabatabaei@ferdowsi.um.ac. ir

اختلافات زیادی در بین جمعیت های مختلف که به ویژه در گستره جغرافیایی گسترده نشان می دهند و از طرفی به راحتی نیز با شرایط زیستی سازگاری می یابند ، در دهه اخیر صفات ثابت تر و کلیدی‌تری مورد توجه محققین قرار گرفته‌اند. از جمله این صفات می توان به صفات جمجمه ای در پستانداران اشاره کرد. این صفات نیز گر چه ثبات بیشتری نسبت به صفات ظاهری در پاسخ به شرایط زیستی دارند و بسیاری از آنها صفات کلیدی هستند، ولی به نوبه خود انعطافات ریختی قابل توجهی در پاسخ به شرایط محیطی و اکولوژیکی نشان می دهند. در دهه اخیر با پیشرفت علم ریخت سنجی و ابداع روش پیشرفته ای به نام" ریخت سنجی هندسی" که امکان آنالیزهای چند متغیره بر روی صفات جمجمه‌ای و همچنین تلفیق آن با متغیرهای دیگر از جمله متغیرهای زیست محیطی و اکولوژیکی را فراهم آورده، می توان با اطمینان به مطالعه "کمی" صفات و میزان تفاوت آن‌ها در بین جمعیت ها و مقدار همبستگی‌های آن‌ها با شرایط زیستی پرداخت. چنین مطالعاتی تاکنون بر گونه های مختلف از رده‌ها و راسته‌های مختلف جانوری همانند جوندگان و نخستیها به عنوان مثال توسط Tabatabaei Yazdi and Adriaens 2011; Colangelo et al., 2010 و Cardini et al., 2007 انجام شده است.

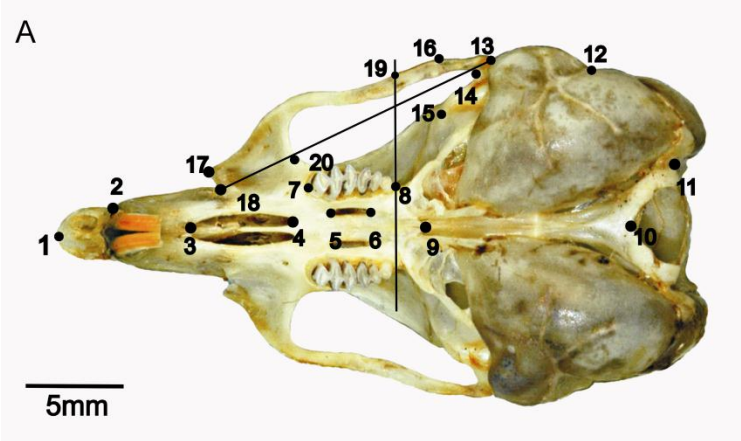
از آنجا که جردها در گستره جغرافیایی زیاد و تحت شرایط محیطی متفاوتی زندگی میکنند، سازشهای ریختی قابل توجهی تاکنون در آنها مشاهده شده‌است. از طرفی چون تفاوتهای معنی داری در بین جمعیت های آنها در سطح درون گونه ای دیده می‌شود که می‌تواند میزان و مسیر تکامل آنها را تحت تأثیر قرار دهد ، این جانوران مورد مطالعاتی مناسبی برای انجام مطالعات بوم شناختی تکاملی می‌باشند و لذا مطالعه حاضر به بررسی اختلافات ریختی و میزان همبستگی آن با شرایط جغرافیایی و اقلیمی در جرد نیمروز[1] می‌پردازد. این گونه در شمال شرقی ایران و قسمتهای محدودی از شرق در محدوده کرمان پراکندگی دارد. از آنجا که شرایط زیستی این مناطق متفاوت می‌باشد و این جمعیت ها از مسیر های مهاجرتی متفاوتی از شرق و شمال شرق ایران به این مناطق رسیده‌اند(Misonne 1959)، در این موجودات امکان وجود تفاوتهای ریختی سازشی وجود دارد (طباطبایی یزدی و همکارانش ۲۰۱۲) که در این مطالعه به آزمون این فرضیه می پردازیم.

مواد و روشها:

کلیه نمونه‌های جمجمه ای جرد نیمروز جمع آوری شده از ایران (استانهای خراسان بزرگ ،گلستان و کرمان) که در موزه‌های تاریخ طبیعی آمریکا (USNM و FMNH) ، انگلیس (BMNH) و فرانسه (MNHN) نگهداری می‌شوند، مورد مطالعه قرار گرفتند.

نمونه ها به شیوه ای استاندارد با یک دوربین دیجیتال حرفه‌ای نیکون و با استفاده از لنز ماکرو عکاسی شدند. صفات مورد نظر به روش لندمارک گذاری دو بعدی و با استفاده از تکنیک ریخت سنجی هندسی با ۲۰ لند مارک بر روی سطح شکمی جمجمه‌ها در تصویر شماره ۱ مشخص شده‌اند.

[1] - *Meriones meridianus*



تصویر شماره ۱ : محل لند مارک ها بر روی سطح شکمی جمجمه.

فاکتور های زیست محیطی منطقه شامل طول و عرض جغرافیایی ارتفاع از یادداشت‌های نمونه‌بردارها و دیتا بیس موزه‌ها جمع آوری گردیدند. دمای هوا (شامل میانگین، بیشینه و کمینه سالیانه)، میانگین بارندگی سالیانه و میزان فصلی بودن بارندگی ها که با نمایه شانون[۱] مشخص گردیده ، بر اساس یک دوره ده ساله و از طریق اطلاعات سازمان هواشناسی کشور و همچنین سامانه اطلاعات اقلیمی و هواشناسی سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (FAO) بدست آمده‌اند. داده های مذکور قبل از آنالیز استاندارد گردیده‌اند. میزان و سطح معنی دار بودن تفاوتها ی جمجمه ای بین نمونه های شمال شرق (خراسان و گلستان) و کرمان، از طرق تست مو نت کارلو[۲] و با تکرار ۱۰۰۰۰ بار مورد آزمون قرار گرفت و برای تعیین میزان همبستگی های ریختی با متغیر های زیست محیطی از روش 2B-PLS[۳] استفاده گردیده است. آنالیز مذکور و تهیه نمودارها با استفاده از دو نرم افزار TpsPLS ver. 1.18 (Rohlf, 2006) و MorphoJ ver. 1.02 (Klingenberg, 2008) انجام گرفته است.

نتایج:

جمعیت های کرمان با داشتن جمجمه های بطور متوسط بزرگتر از نظر اندازه، تفاوت شکلی معنی داری نیز با نمونه های شمال شرق ایران در سطح ۰.۰۰۱ نشان می دهند. این تفاوت‌ها بطور خاص در قسمت کپسول شنوایی و صفحه زیگوماتیک دیده می‌شود. نمونه‌های کرمان، نسبت به نمونه‌های شمال شرق، کپسول های شنوایی به نسبت بزرگتر و متورم تر و همچنین صفحه زیگوماتیک کم عرض تری دارند (تصویر شماره۲ a و b).

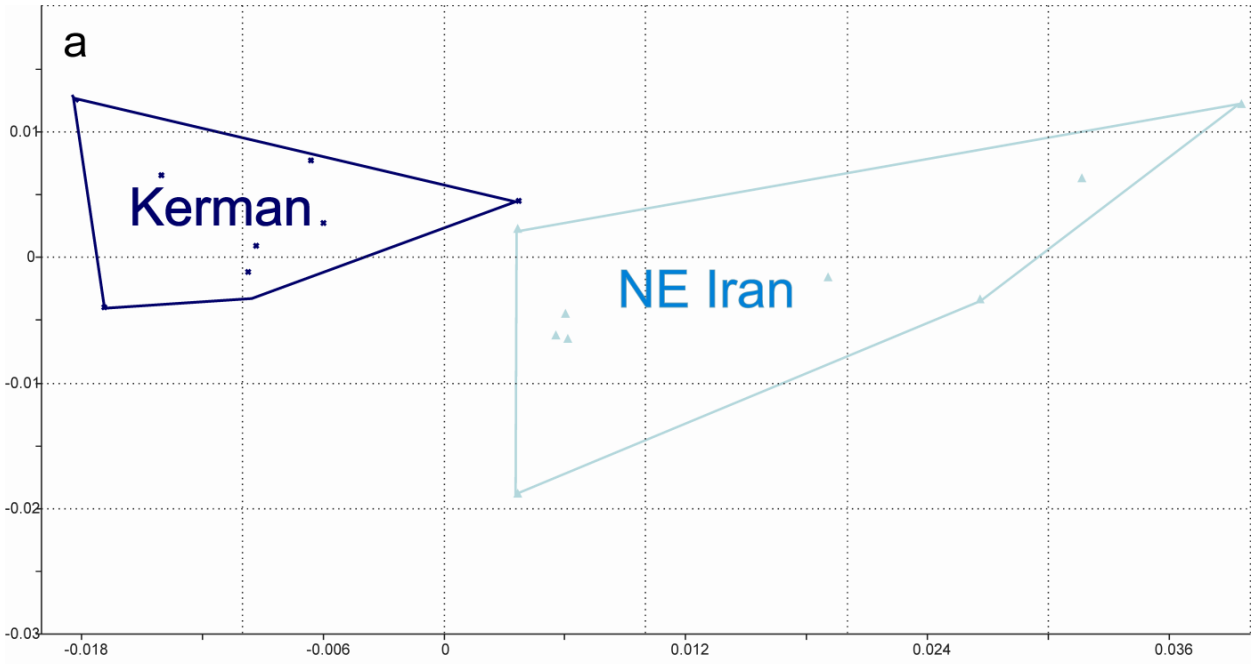
آنالیزها نشان می‌دهند که تفاوتهای شکلی بین نمونه‌ها بطور معنی داری با فاکتورهای زیست محیطی مطالعه شده همبستگی دارند.

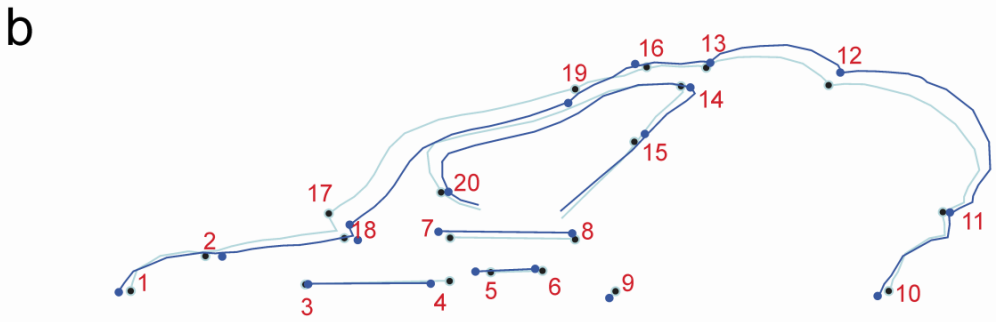
۱- Shannon Index

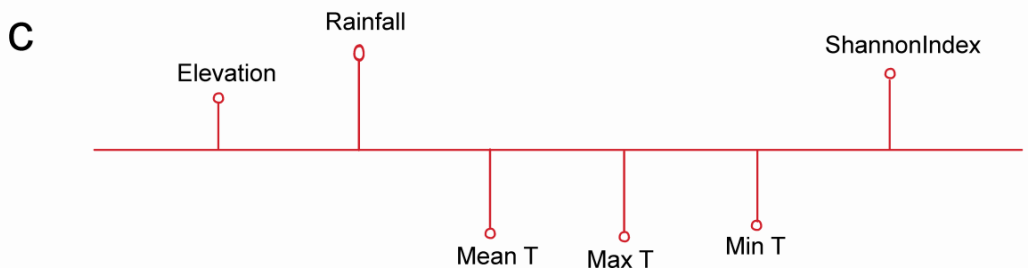
۲- Monte-Carlo randomization test

۳- Tow-Block Partial Least Square

تفاوتهای شکلی بر اساس اولین مولفه اختلافات شکلی (که بیان کننده حدود ۷۰٪ تفاوت های شکلی می‌باشد)، در جهت بردار و به سمت نمونه های شمال شرق ایران، با فاکتور ارتفاع، میزان بارندگی سالیانه و میزان فصلی بودن بارندگی ها مثبت و به ترتیب: ۰.۳۸، ۰.۶۳ و ۰.۴۶ می‌باشند. این همبستگی ها با دمای میانگین، بیشینه و کمینه به صورت منفی و به ترتیب ۰.۵۰-، ۰.۵۶- و ۰.۴۹- می باشد.







تصویر شماره ۲: در بالا، نمودار بیان کننده اختلافات شکلی نمونه ها توسط دو مولفه اصلی است. در وسط، تصویر اختلافات شکلی بین گروه ها به روش برون خطی به رنگ مشابه پلی گن‌های مربوطه نمایش داده شده‌است. نمودار پایین، جهت و میزان همبستگی بین اولین مولفه اختلافات شکلی با هر یک از فاکتورهای زیست محیطی را نشان می‌دهد.

بحث و نتیجه گیری :

اندازه نسبی کپسول شنوایی و یا میزان باد کردگی آن ، به طور معنی داری با دمای هوا و بارندگی همبستگی نشان می دهد. در بین فاکتور های اندازه گیری شده ، میزان بارندگی سالانه بیش از بقیه فاکتورها با تغییرات شکلی جمجمه ای همبستگی نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که نمونه‌های متعلق به مناطق گرم و خشک‌تر که از بردسیر کرمان جمع‌آوری شده‌اند، نسبت به نمونه‌های شمال شرق ایران دارای کپسول های شنوایی برجسته تر و بزرگتر و در درجه دوم صفحه زیگوماتیک کم عرض‌تری می‌باشند. از آنجا که این جمعیت‌ها از نقاط متفاوتی وارد ایران شده‌اند، به نظر می‌رسد توانسته‌اند پس از ورود به ایران سازش ریختی قابل توجهی با شرایط اقلیمی زیستگاه‌هایشان پیدا کنند و دچار واگرایی شوند.

داشتن کپسول شنوایی بزرگتر به خاطر فراهم آوردن امکان شنیدن صداهای با فرکانس پایین ، قابلیت ارتباطات مؤثر تر از طریق ارتباطات صوتی با هم نوعان و امکان شناسایی صیادان ، مزیت زیستی قابل توجهی برای این جانوران مناطق بیابانی است که با تراکم پایین در این زیستگاه ها می زیند و عمده فعالیت هایشان را در شب انجام می دهند (Lay 1972; Webster and Webster 1984; Burda et al. 1999; Mason 2001, 2003) .

تفاوت‌های مشاهده شده بین نمونه‌های شمال شرق (خراسان و گلستان) و کرمان از نظر آرایه شناسی ، رده بندی و تنوع زیستی نیز قابل توجه است. به طوری که می توان آنها را در سطح زیر گونه از هم جدا دانست. از آنجا که وجود گونه های پنهان در گونه های متعلق به جنس مریونس و جردها تاکنون نیز مورد بحث بوده است ، شاید بتوان این جمعیت‌ها را گونه هایی نوزاد دانست و یا به طور علمی آنها را به عنوان دو زیر گونه متفاوت از ایران نام گذاری و معرفی کرد که این امر می‌تواند به شناساندن تنوع زیستی ایران نیز کمک نماید.

مراجع:

1) Mayr, E. 1942. Systematics and the origin of species. New York: Columbia University Press, 334 p.
2) Dumont, E.R. 1997. Cranial shape in fruit, nectar and exudate feeders: implications for interpreting the fossil record. American Journal of Physical Anthropology 102:187–202.
3) Renaud, S. Chevret, P. Michaux, J. 2007. Morphological vs. molecular evolution: ecology and phylogeny both shape the mandible of rodents. Zoologica Scripta 36: 525–535.
4) Perez, S.I. Diniz-Filho, J.A.F. Rohlf, FJ. dos Reis, S.F. 2009. Ecological and evolutionary factors in the morphological diversification of South American spiny rats. Biological Journal of the Linnean Society 98: 646–660.
5) Tabatabaei Yazdi, F. Adriaens, D. 2011. Patterns of phenotypic skull variation in *M. persicus* (Rodentia: Muridae) in relation to geoclimatical conditions Fatemeh Tabatabaei Yazdi and Dominique Adriaens. Iranian Journal of Animal Biosystematics 7(2): 129-142.
6) Colangelo, P. Castiglia, R. Franchini and Solano, E. 2010. Pattern of shape variation in the eastern African gerbils of the genus *Gerbilliscus* (Rodentia, *Muridae*): environmental correlations and implication for taxonomy and systematic, Mamm. Biol. 75**:** 302-310.
7) Cardini, A. Jansson, A.-U. and Elton, S. 2007. A geometric morphometric approach to the study of ecogeographical and clinal variation in vervet monkeys. J. Biogeogr. 34(10): 1663-1678.
8) Misonne, X. 1959. Analyse Zooge´ographique des mammife`res de Iran. Bruxelles Mem Inst Roy Sci Nat Belgique, 2nd Ser 59:1–157.

9) Tabatabaei Yazdi, F. Adriaens, D. Darvish, J. 2012. Geographic pattern of cranial differentiation in the Asian Midday Jird Meriones meridianus (Rodentia: Muridae: Gerbillinae) and its taxonomic implications. J Zool Syst Evol Res 50:157–16
10) Rohlf, F.J. 2006. TpsPLS: Partial Least-Squares, Version 1.18. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at Stony Brook (http://life.bio.sunysb.edu/morph/).
11) Klingenberg, C.P. 2008. MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. Mol. Ecol. Resour., advance online publication. doi: 10.1111/j.1755-0998.2010.02924.x
12) Lay, D.M. 1972. The anatomy, physiology, functional significance and evolution of specialized hearing organs of gerbilline rodents. J. Morphol. 138: 41-120
13) Webster, D.B. and Webster, M. 1984. The specialized auditory system of kangaroo rats. Contrib. Sens. Physiol. 8:161-96.
14) Burda, H. V. Bruns and Müller, M. 1999. Sensory adaptations in subterranean mammals. Prog. Clin. Biol. Res. 335: 269-293.
15) Mason, M.J. 2001. Middle ear structures in fossorial mammals: a comparison with non-fossorial species. J. Zool. Lond. 255:467-86.
16) Mason, M.J. 2003. Morphology of the middle ear of golden moles (Chrysochloridae). J. Zool. Lond. 260:391-403.

The effects of the environmental variables on the morphological variation of the Iranian Midday jirds' skulls

Fatemeh Tabatabaei Yazdi

Abstract:

Since some of the observed morphological variation in mammals has been already linked to environmental conditions, and their habitat needs, the correlations between geoclimatical condition and morphology has been tested on a sample of midday jird species originated from Iran, using a combination of geometric morphometrics and multivariate statistical techniques. The covariation between cranial shape and several geoclimatic variables was evaluated using the Two-Block Partial Least-Squares (2B-PLS) method. A significant difference was observed between the north east of Iran specimens and those have been originated from Kerman. The results have shown that the observed differences were mainly at level of auditory bulla. The morphological variation was certainly correlated with the geoclimatical condition of their habitats, e.g. rainfall and temperature. These observed differences between the north east of Iran specimens and those have been originated from Kerman have shown a morphological adaptation in the Midday jirds to the environmental condition of their habitats and also recommend a taxonomical revision of this species in Iran.

Key words: geoclimatical variation - geometric morphometrics - morphological adaptation- rodent