



مقاله پژوهشی

نویافته‌هایی از ردپاهای سه انگشتی پستانداران از کوه‌های طارم زنجان

مجید میرزایی عطاآبادی*^۱ و نسیم مصطفائی بی‌غم^۲

۱- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۲- دانشجوی دوره کارشناسی زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۰۶/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۳۰

*مسئول مکاتبات: مجید میرزایی عطاآبادی، majid.mirzaie@znu.ac.ir

چکیده

رسوبات ائوسن پسین در منطقه‌ی سولی چای کوه‌های طارم، شمال زنجان دارای رخنمون‌های وسیعی از سطوح لایه‌های ماسه‌سنگی و توفی سنگی است که ردپاهای فراوانی از پستانداران و پرندگان را در خود حفظ نموده‌اند. در تعدادی از تخته‌سنگ‌های واریزه‌ای این واحدها دو نمونه تازه حاوی آثار ردپاهای سه انگشتی پستانداران یافت شده است. بررسی این ردپاها نشان می‌دهد که دو تیپ یا شکل از ردپا در میان آنها قابل شناسایی می‌باشد. یکی از تیپ‌ها مشابه نمونه‌های گزارش شده قبلی بوده (*Moropopus elongatus*) که با داشتن انگشتان کناری با واگرایی کم و درازشده‌ی شناخته می‌شوند. تیپ دوم (*Lophiopus*) دارای ابعاد بزرگتر و واگرایی انگشتان کناری زیاد و فاقد درازشده‌ی می‌باشد. وجود همزمان این دو تیپ در یکی از سطوح می‌تواند نشان دهنده تعلق آنها به یک موجود اثرگذار ولی با تفاوت‌هایی در دوشکلی جنسی، میزان بلوغ یا رفتار متفاوت اندام‌های حرکتی باشد. البته احتمال وجود دو گونه مختلف از موجودات اثرگذار نیز ممکن است. این یافته‌های جدید نشان دهنده برخی ویژگی‌های گزارش نشده نمونه‌های قبلی است و حاکی از پتانسیل بالای منطقه مورد مطالعه برای یافته‌های جدید می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سازند کرج، سازند کند، ائوسن پسین، ردپا، پستانداران، زنجان.

ماخذنگاری: میرزایی عطاآبادی، م. و مصطفائی بی‌غم ن. (۱۴۰۴). نویافته‌هایی از ردپاهای سه انگشتی پستانداران از کوه‌های طارم زنجان. دو فصلنامه چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، ۳(۱)، ۶۶-۷۴.

©حقوق معنوی مقاله برای دوفصلنامه چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی و نویسندگان محفوظ است.

doi 10.30470/zpaleo.2025.731848



This is an open access article under the by-nc/4.0/ License
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)



New findings of tridactyl mammalian tracks from Tarom mountains of Zanjan

Majid Mirzaie Ataabadi*¹ and Nasim Mostafaei Bigham²

- 1- Associated professor, Department of geology, Faculty of science University of Zanjan, Zanjan, Iran.
- 2- BSc student, Department of geology, Faculty of science University of Zanjan, Zanjan, Iran.

Corresponding author: Majid Mirzaie Ataabadi: majid.mirzaie@znu.ac.ir

Abstract:

Late Eocene sediments in the Suli Chai area of the Tarom Mountains, north of Zanjan, have extensive outcrops of sandstone and lithic tuff layers that have preserved abundant footprints of mammals and birds. Two new specimens containing three-toed footprints of mammals have been found in a number of debris boulders in these units. Examination of these footprints shows that two types or forms of footprints can be identified among them. One of the types is similar to previously reported specimens (*Moropopus elongatus*), which is characterized by having lateral digits with little divergence and elongation. The second type (*Lophiopus*) is larger in size and has a high divergence of lateral digits and no elongation. The simultaneous presence of these two types in one surface could indicate that they belong to the same track maker but with differences in sexual dimorphism, maturity level, or different behavior of the locomotory organs. However, the possibility of the existence of two different species of trackmakers is also possible. These new findings reveal some unreported features of previous samples and indicate the high potential of the study area for new discoveries.

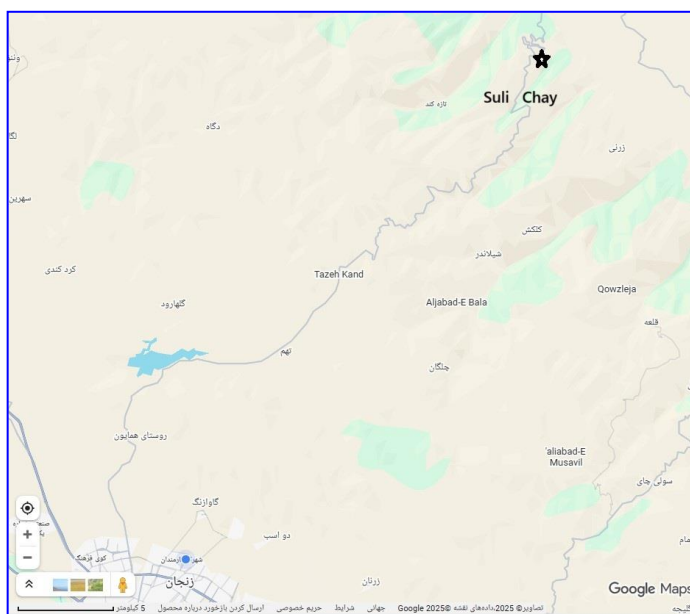
Keywords: Karaj Formation, Kond Formation, Late Eocene, Footprint, Mammals, Zanjan

مقدمه

سنگ‌های رسوبی ائوسن میانی قرار گرفته و توسط سنگ‌های آتشفشانی الیگوسن پوشیده شده‌اند. این ردپاها در ۱۶ سایت از ۱۰ سطح چینه‌شناسی مختلف گزارش شده‌اند. ردپاهای پستانداران بزرگ شناخته‌شده در این ناحیه به فیل‌سانان (*Proboscipeda enigmatica*) نسبت داده شده‌اند. ردپاهای فرد سمان (*Perissodactyls*) نیز شامل ردپاهای سه‌انگشتی هستند که به یک جنس و گونه جدید به نام *Moropopus elongatus* نسبت داده شده‌اند. همچنین ردپاهای کوچک متعلق به پستانداران چونده مانند به عنوان *Musaltipes taromi* معرفی شده‌اند. در این مطالعه ردپاهای جدیدی از فردسمان سه‌انگشتی در منطقه سولی چای یافت شده که مورد توصیف و تجزیه تحلیل قرار گرفته‌اند.

ردپای پستانداران ائوسن در ایران گسترش نسبتاً فراوانی داشته و این آثار فسیلی از نواحی مختلف کوه‌های البرز (طالقان، الموت و زنجان) و همچنین شرق ایران (بیرجند) گزارش شده‌اند. (Mirzaie Ataabadi and Sarjeant, 2000, Mirzaie Ataabadi and Khazaee, 2004, Abbassi and Lockley, 2004, Davoodi et al., 2016, Abbassi and Maleki, 2020). منطقه سولی چای در کوه‌های طارم یکی از نواحی پر فسیل از ردپاهای مهره‌داران ائوسن است که پیش از این نیز مورد مطالعه قرار گرفته است (Abbassi et al., 2016).

این ردپاها در ماسه‌سنگ‌ها و ماسه‌سنگ‌های توفی متعلق به سازند کند یافت شده‌اند که بر روی



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه (سولی چای) در شمال زنجان، کوه‌های طارم و محل ردپاها (ستاره)، اقتباس از نقشه گوگل ۲۰۲۵

مواد و روشها

منطقه سولی چای واقع در کوه‌های طارم در شمال زنجان بوده و در مسیر جاده زنجان به طارم (چورزق) قرار دارد (شکل ۱). در نتیجه فعالیت‌های راهسازی رخنمون‌های فراوانی در ماسه سنگ‌ها و توف‌های سنگی منطقه آشکار شده است که بسیاری از آنها حاوی ردپاها می‌باشند. در این تحقیق تعدادی ردپای سه انگشتی پستانداران در دو تخته سنگ یافت شده است (شکل ۲). این آثار در واریزه‌های حاشیه جاده بعد از راهداری سولی چای و قبل از سرازیری نهایی به سمت طارم مورد مطالعه قرار گرفته است. از ردپاها علاوه بر تصویر برداری و ترسیم میدانی بر روی پلاستیک، قالب لاستیکی و سپس گچی نیز تهیه شده و اندازه‌گیری‌ها عمدتاً بر روی قالب انجام شده است (جدول ۱، ۲). داده‌های یافت شده با مطالعات قبلی در این ناحیه مقایسه گردیده است.

زمین‌شناسی و چینه‌شناسی

کوه‌های طارم بطور عمده شامل سازند ائوسن کرج در بخش کوهستانی و رسوبات پالئوسن تا کواترنر در دامنه شمالی و دره طارم است. سازند کرج بطور کلی شامل تناوب‌هایی از توفیت‌های سبزی با لایه‌بندی خوب و رسوبات شیلی توفی است. با این حال، سنگ‌های رسوبی توفی و غیر توفی در بخش‌های پایینی و بالایی سازند کرج وجود دارند که از نظر سنگ‌شناسی رابطه مهمی با سازند کرج در کوه‌های البرز مرکزی و طارم دارند. هیرایاما و همکاران (1966) سازند کرج را در کوه‌های طارم به دو بخش کردکند و آمند تقسیم کردند که دو چرخه اصلی فعالیت آتشفشانی را نشان می‌دهند. عضو کردکند بخش پایینی سازند کرج (حدود ۲۴۰۰ متر) را تشکیل می‌دهد و به هشت واحد سنگی گلسنگ، ماسه‌سنگ، توفیت و آندزیت تقسیم شده است.

عضو آمند (۱۳۷۰ متر) به صورت هم‌تراز روی عضو کردکند نهشته شده و شامل نه واحد سنگی توفیت، ماسه‌سنگ و گلسنگ و گدازه آندزیت است. هر عضو با رسوبات ماسه‌ای-آرژیلی شروع می‌شود که در بخش میانی به مواد آتشفشانی و در نهایت دوباره به سمت بالا به رسوبات رسوبی تبدیل می‌شوند. لایه‌های بالایی بخش کردکند از سازند کرج در دامنه جنوبی کوه‌های طارم نیز شامل ردپای مهره داران بوده است (Abbassi and Lockley, 2004, Abbassi et al., 2016).

با این وجود، ردپاهای فراوان مهره‌داران منطقه سولی چای در واحدهای سنگی ائوسن پسین یافت می‌شوند. این واحد بر اساس موقعیت سنگ چینه‌ای خود، سن ائوسن پسین دارد. رسوبات ائوسن پسین مورد مطالعه معادل بخش کندوان سازند کرج هستند و بر اساس موقعیت سنگ چینه‌ای و البته رخساره‌های قاره‌ای آنها، به سازند کند در کوه‌های البرز مرکزی نسبت داده می‌شوند. این رسوبات شامل ماسه‌سنگ سبز-خاکستری، ماسه‌سنگ توفی، توف سنگی و سیلتستون با ضخامت ۲۴۰ متر است (شکل ۳). لایه‌بندی متقاطع، نقش امواج و گرهک‌ها از دیگر ساختارهای رسوبی در این لایه‌ها هستند. هم سازند کرج و هم رسوبات ائوسن پسین، با ضخامت زیاد، در مدت زمان کوتاهی رسوب کرده‌اند. رسوب‌گذاری فراوان در یک حوضه به سرعت در حال فرونشست، فعالیت آتشفشانی را نشان می‌دهد که منبعی از رسوبات آتشفشانی را برای رسوب‌گذاری فراهم کرده است (Abbassi et al., 2016).

نتایج

ردپا‌های تازه یافت شده به صورت برجسته در سطح زیرین لایه بندی و در دو تخته سنگ حفظ شده است. ردپاها فرد سم هستند با سه انگشت نسبتاً کوتاه.

ابعاد طول (FL) و عرض ردپاها (FW) به ترتیب ۱۰ و ۸ سانتی متر و زوایای بین انگشتان ۲۰ تا ۳۰ درجه می باشد. بیش از ۱۰ ردپا یافت شده است که دو نمونه کامل بوده و حفظ شدگی بسیار خوبی دارند. اندازه گیری ردپاها در جدول ۱ ارائه شده است. ردپاهای موجود در سه مسیر عبور مشاهده می شوند.

در ردپاهای تخته سنگ بزرگتر (ردهای شماره ۱- ۱۰ جدول ۱)، انگشت میانی بزرگتر از انگشتان جانبی است. انگشتان جانبی نسبت به انگشت میانی متقارن اند (شکل ۴). یکی از انگشتان کناری می تواند اندکی کوچکتر از دیگری می باشد. اثر کف پا بزرگتر از انگشتان و در بعضی ردپاها به خوبی مشاهده می شود. موجود به صورت کف رو تا نیمه کف رو بوده است.



شکل ۲: نمایی از تخته سنگ های بزرگ و کوچک یافت شده حاوی ردپاهای سه انگشتی پستانداران در منطقه سولی چای، کوه های طارم زنجان



شکل ۳: رخنمونی از رسوبات حاوی ردپا در منطقه سولی چای کوه های طارم

اثر کف پا و انگشتان در این نمونه ها واضح دیده نمی شوند ولی به نظر می رسد ساختاری مشابه ردپاهای خوب حفظ شده تخته سنگ بزرگ داشته باشند. زاویه انگشتان کناری کمی بیشتر از نمونه های تخته سنگ بزرگ و ابعاد ردپاها نیز بزرگتر و طول و عرض آنها ۱۲ و ۱۱ سانتی متر است.

بر اساس مسیر های عبوری طول قدم (PL) معادل ۳۶ سانتی متر و طول گام (SL) ۷۳ سانتی متر می باشند (جدول ۲).

ردپاهای تخته سنگ کوچکتر (ردهای شماره ۱۱-۱۵) دارای سه انگشت نسبتا کوتاه هستند. انگشت میانی کمی بزرگتر از انگشت های کناری است (شکل ۴).



Lophiopus latus
Ellenberger 1980



Moropopus elongatus
Abbassi et al. 2016



شکل ۴: نمایی نزدیک از ردپاهای سه انگشتی مطالعه شده در این تحقیق که با توجه به اندازه، کشیدگی و واگرایی انگشتان کناری به دو تیپ قابل تفکیک می باشند

شماره ردپا	دست (M یا P)	راست (R) - چپ (L)	طول	عرض	طول انگشت I	طول انگشت II	طول انگشت III	عرض انگشت I	عرض انگشت II	عرض انگشت III	زاویه انکشان I-II	زاویه انکشان II-III	طول کف با عرض کف با
1	P	L	10.5cm	8.5cm	4cm	4.9cm	4.5cm	3cm	5cm	3cm	زاویه 20 درجه	زاویه 30 درجه	6cm
2	P	L?	9cm?	8cm							زاویه 35 درجه	زاویه 40 درجه	5.5cm
3	M	L?	9cm?	7cm	5cm	5cm	3cm	2.5cm	4cm	2cm	زاویه 30 درجه	زاویه 40 درجه	4.5cm
4	P	R?	9cm?	8cm	4cm	4.3cm	3.5cm	2.8cm	3.8cm	2cm	زاویه 40 درجه	زاویه 30 درجه	4cm
5	M	R?	9cm?	6.5cm							زاویه 30 درجه	زاویه 40 درجه	4cm
6	P	R	10cm?	10cm?							زاویه 30 درجه	زاویه 40 درجه	6.5cm
7	M	R	8cm	8cm	3cm	2.2cm	2.5cm	3.5cm	3cm	2.5cm	زاویه 40 درجه	زاویه 35-40 درجه	5.5cm
8	P	R	10cm?	9cm							زاویه 40 درجه	زاویه 35-40 درجه	5.5cm
9	P		8.5cm	9cm	2cm	3cm	3.3cm	2.5cm	3.5cm	4cm			4.5cm
10	M		9cm	9.5cm									
11			12cm	11cm									
12			12cm	11cm									
13			11cm	10cm									
14			10cm	9cm									
15			11cm	10cm									

جدول ۱: اندازه‌گیری‌های انجام شده بر روی ردپاهای سه انگشتی پستانداران منطقه سولی چای طارم

عرض مسیر	زاویه قدم	طول قدم	طول گام	ردپا	مسیر عبور
7cm	13درجه	36.5cm	73cm	1-6-7-8	1
		37-39cm		2-3-4-5	2
				9.-10	3

جدول ۲: اندازه‌گیری‌های انجام شده بر روی مسیرهای عبور پستانداران سه انگشتی منطقه سولی چای طارم

بحث و نتیجه‌گیری

ردپاهای مشابه موجود در منطقه سولی چای پیش از به عنوان جنس و گونه اثری جدیدی به نام *Moropopus elongatus* معرفی شده است. آنها به عنوان ردپاهای سه انگشتی متوسط جثه با اثر انگشتان بیضی شکل تا دوکی شکل کشیده معرفی شده‌اند. انگشتان جانبی از انگشت میانی کوچکتر هستند و به سمت جلو خمیده هستند. اثر انگشت سوم در جلو پهن‌تر است. نوک انگشتان کاملاً خمیده و بدون اثر چنگال هستند. اثر کف پا شامل دو پد متاپود با پشت کاملاً گرد یا با دو لوب است (Abbassi et al., 2016).

ردپاهای سه انگشتی دیگری از پستانداران فردسم متوسط جثه نیز از لایه‌های ائوسن فرانسه گزارش شده است که لوفیوپوس (*Lophiopus*) نام دارد. آنها نیز اثر انگشت میانی بلندتر نسبت به انگشت‌های جانبی داشته‌ولی با داشتن انگشتان جانبی واگرا از نمونه‌های طارم متمایز می‌شوند (Ellenberger, 1980).

در میان ردپاهای تازه یافت شده و توصیف شده به نظر می‌رسد ردپاهای تخته سنگ کوچکتر و تعدادی از ردپاهای تخته سنگ بزرگتر شباهت و قرابت بیشتری با جنس اثری لوفیوپوس دارا باشند. انگشتان کناری واگرا و طول و عرض بزرگتر و تقریباً برابر (کشیدگی ناچیز ردپاها) از ویژگی‌های این نمونه‌ها می‌باشد.

این جنس اثری قبل از این از این منطقه گزارش نگردیده بود. ردپاهای موجود در تخته سنگ بزرگتر عمدتاً با نمونه‌های گزارش شده از قبل (Abbassi et al. 2016) قابل تطابق می‌باشند. البته همانگونه که عنوان شد در تعدادی از این نمونه‌ها کشیدگی ردپاها کمتر از نمونه‌های گزارش شده در قبل است. ولی انگشتان کناری که با زاویه اندکی نسبت به انگشت میانی قرار داشته و به جلو متمایل هستند از ویژگی‌های این نمونه‌ها می‌باشد که مشابه نمونه‌های گزارش شده قبلی است. حضور تعداد اندکی نمونه بزرگتر در این تخته سنگ که در عین سه انگشتی بودن و تشابه شکلی متفاوت از دیگر آثار هستند (انگشتان کناری بزرگتر و پهن‌تر و اندازه طول و عرض تقریباً برابر) در این میان جالب توجه است. با توجه به همزمانی ایجاد این آثار در لایه فسیلی تفاوت‌های موجود در این ردپاها را می‌توان به چند دلیل دانست.

یکی احتمال تفاوت در ردپای افراد نر و ماده است. افراد نر معمولاً بزرگ جثه‌تر بوده و قاعدتاً ردپاهای بزرگتری بر جای می‌گذارند. احتمال دیگر تعلق ردپاهای کوچکتر و کشیده‌تر و با انگشتان کناری باریک‌تر به موجودات نابالغ می‌باشد. احتمال دیگر تغییر در میزان واگرایی انگشتان کناری در حین قدم زدن در سطوح مختلف از لحاظ نرمی و سختی رسوبات می‌باشد.

Abbassi N, Alinasiri S, Lucas SG (2016) New localities of Late Eocene vertebrate footprints from the Tarom Mountains, North western Iran. *Hist Biol* 29:987–1006.

Abbassi N, Maleki SM (2020) Carnivore and Artiodactyl Mammal Footprints from the Karaj Formation (Eocene), Taleghan Valley, Alborz Mountains, North Iran. *Iran J Sci Technol Trans Sci*, <https://doi.org/10.1007/s40995-020-00968-3>.

Davoodi L, Mirzaie Ataabadi M, Omrani M (2016) Paleochology of Tertiary vertebrates from Taleghan area, NE Qazvin. *Proceedings of the 34th National and 2nd International Geosciences Congress, Tehran*.

Ellenberger P (1980) Sur les empreintes de pas de gros mammifères de l'Éocène supérieur de Garrigues-Ste-Eulalie (Gard) Paleover tebrata, *Mémoire Jubilé R Lavocate* 9:37–78

Hirayama K, Samimi M, Zahedi M, Hushmand-zadeh A (1966) Geology of the Tarom district, western part (Zanjan area, northwest Iran). *Geological Survey of Iran, Report No. 8, Tehran*

Mirzaie Ataabadi M, Sarjeant WAS (2000) Eocene mammal footprints from eastern Iran: a preliminary study. *Compte Rendus Acad Sci Terre Planets*. 331:543–547.

Mirzaie Ataabadi M, Khazae AR (2004) New Eocene mammal and bird footprints from Birjand Area, Eastern Iran. *Ichnos*. 11:363–370.

احتمال آخر نیز می تواند تعلق ردپاها به موجوداتی متفاوت باشد که احتمال آن کمتر است. لذا موجودی متفاوت یا بزرگتر (نسبت به نمونه های گزارش شده قبلی) می تواند ردپاهای تیپ لوفیوپوس را بر جای گذاشته باشد. البته ردپاهای تیپ لوفیوپوس احتمالا در سطحی چسبنده تر و گلی تر برجای گذاشته شده که در آن محیط موجود می تواند آناتومی حرکتی متفاوتی داشته باشد.

در هر حال یافته های جدید این مطالعه نشان می دهد که رسوبات ائوسن منطقه سولی چای همچنان می تواند دارای آثار قابل توجهی باشد که نیازمند بررسی های جدید است.

سپاسگزاری

از آقای امیر علی هاشمی نژاد (دانشگاه فردوسی مشهد) و دانشجویان گروه زمین شناسی دانشگاه زنجان که در برداشت های صحرایی و قالب گیری نمونه ها نگارندگان را یاری نموده اند قدردانی می نمایم.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می دارند که هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی یا انتشار این مقاله ندارند.

منابع

Abbassi N, Lockley MG (2004) Eocene bird and mammal tracks from the Karaj Formation, Tarom Mountains, northwestern Iran. *Ichnos* 11:349–356.