

# شناسایی و مطالعه ردپاهای پستانداران در رسوبات ائوسن شمال بیرجند

نویسنده: دکتر مهدی نجفی\*، دکتر رضا موسوی حرمی\*، دکتر اسداله محبوبی\* و نرگس هاشمی\*\*

## Identification and Study of Mammal Footprints of Eocene Sediments in North of Birjand

By :Dr. M. Nadjafi\*, Dr. R. Moussavi-Harami\*, Dr. A. Mahboubi\* & N. Hashemi\*\*

### چکیده

مطالعات پالئوایکتولوژی در رسوبات ناحیه چهکنند (شمال بیرجند) منجر به شناسایی ۴۶ عدد رد پا شده است. این رد پاها متعلق به دو راسته از علفخواران منقرض شده به نامهای پانتودونتها و دینوسراتاها بوده و معروفترین جنسهای آنها کوری فودونتها از راسته پانتودونتها و یوئینتاتریس ها و تیتانوتریس ها از راسته دینوسراتاها می باشند که از اواخر پالئوسن تا اواخر ائوسن می زیسته اند. مطالعات چینه شناسی و سنگ نگاری نشان می دهد که این ناحیه عمدتاً از رسوبات سیلیسی آواری و کربناته و همچنین آذرآواری شامل ۳ مجموعه رخساره ای و ۸ رخساره تشکیل شده است. رد پاها در ناحیه مورد مطالعه عمدتاً در گل های آهکی که در حاشیه ساحل بر جای گذاشته شده اند، وجود دارند.

**کلید واژه ها:** پانتودونتها، دینوسراتاها، کوری فودونت، تیتانوتریس، یوئینتاتریس، اندیس رد پا

### Abstract

Paleoichnological study of 46 footprints of vertebrates in the Chahkand region (North of Birjand) shows that they belong to Pantodonts and Dinocerata, which are two orders of extinct herbivores. The most famous genera are Coryphodonts from order Pantodonts and Uintatheres and Tithanotheres from order Dinocerata that lived from the Late Paleocene to the Eocene time. Stratigraphic and petrographic studies show that this region is mainly composed of siliclastic and carbonate sediments as well as volcanoclastic sediments including 3 facies and 8 subfacies. Footprints are mostly observed in lime mud sediments that are deposited in shoreline condition.

**KeyWords:** Pantodonts, Dinocerata, Coryphodont, Tithanotheres, Uintatheres, Index of footprints

### مقدمه

Folk (1980) و Pettijohn et al. (1987) و سنگهای کربناتی از روش Folk (1959) و سنگهای آذر آواری از روش Fisher & Schmincke (1984) استفاده شده است. همچنین تعداد ۴۶ نمونه از اثرات رد پا که در دو لایه حفظ شده اند، مورد مطالعه قرار گرفته است. این مطالعات شامل اندازه گیری طول، عرض و عمق آثار رد پا، بررسی شکل ظاهری، اندیس رد پاها و بالاخره کیفیت حفظ شدگی آنهاست. برای مطالعه رد پاها از روش مختصاتی Sarjeant (1975) استفاده شده است. در این روش، ابتدا میخی در گوشه سمت چپ سطح حاوی رد پاها به عنوان مبدا قرار داده و از این نقطه تا مرکز هر رد پا طول و عرض اندازه گیری و بر اساس مقیاس تصاویر شماتیکی از آنها رسم می گردد.

منطقه مورد مطالعه به مختصات ۱۳° ۵۹' طول خاوری و ۳۳° ۱۲' عرض شمالی در ۵۰ کیلومتری شمال بیرجند در محدوده یک کیلومتری باختر روستای چهکنند قرار دارد (شکل ۱). این ناحیه که در محدوده نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ روم (شهیدی ۱۳۷۹) واقع است، شامل مجموعه متنوعی از رسوبات آذر آواری (توف و آگلومرا)، آواری (ماسه سنگ و شیل) و کربناتی به سن ائوسن می باشد. هدف از انجام این تحقیق، شناسایی اثرات پای مهره داران، تعیین سن آنها و تشخیص رخساره های سنگی در ناحیه مورد مطالعه است. در این مطالعه یک مقطع چینه شناسی به ضخامت ۱۸۰ متر اندازه گیری و برداشت شده است. ۵۶ نمونه سنگی، ۳۳ مقطع نازک و ۲۳ نمونه شسته شده شیل برای تفکیک رخساره های سنگی مطالعه شده است. برای نامگذاری سنگهای آواری از روشهای

### زمین شناسی منطقه

تشکیل شده است. این ماسه سنگها، جورشدگی ضعیف و ذرات نیمه زاویه‌داری برخوردارند. در این رخساره مقداری کانی ژئولیت که از دگرسانی شیشه‌های آتشفشانی به وجود آمده اند نیز مشاهده می‌شود (شکل ۲-ب).

رخساره  $a_3$ : در این رخساره، مقادیر فراوانی پلاژیوکلازهای دانه درشت (در حدود ۶۵ درصد) و نیز مقداری فلدسپار قلیایی دیده می‌شود. اجزای دیگر این رخساره شامل کوارتز با فراوانی ۲۴ درصد، خرده سنگ آتشفشانی با فراوانی حدود ۱۰ درصد و حدود ۱ درصد کانی سنگین است. کلیه اجزای تشکیل دهنده این رخساره در متنی از ذرات ریز گلی پراکنده‌اند (شکل ۲-ج).

**۲- مجموعه رخساره سنگی کربناتی (B):** این مجموعه شامل میکریت ( $b_1$ ) و دولومیکریت ( $b_2$ ) است.

رخساره  $b_1$ : زمینه این رخساره که عمدتاً از گل آهکی تشکیل شده، فاقد فسیل و سایر ذرات آهکی است. رد پاهای منطقه در این رخساره مشاهده شده است (شکل ۲-د).

رخساره  $b_2$ : این رخساره که در روی زمین به صورت متوسط لایه و نخودی رنگ مشاهده می‌شود از بلورهای بسیار ریز دولومیت تشکیل شده است (شکل ۲-ه).

**۳- مجموعه رخساره سنگی آذر آواری (C):** این رخساره از توفهای بلورین ( $c_1$ )، توفهای آهکی ( $c_2$ ) و توفهای دانه درشت ( $c_3$ ) تشکیل شده است.

رخساره  $c_1$ : در این رخساره، ذرات فراوانی با جورشدگی بد در یک زمینه‌ای از خاکستر بسیار ریز دانه مشاهده می‌شوند. درشت بلورهای اصلی آن عمدتاً از جنس کوارتز و فلدسپار است. افزون بر این، کانیهای کدر و اکسید آهن نیز به همراه دیگر کانیهای ذکر شده با فشردگی نسبتاً زیادی در زمینه خاکستر ریز دانه پراکنده‌اند. سنگهای این رخساره در روی زمین به صورت نازک لایه و سبزرنگ مشاهده می‌شوند (شکل ۲-و).

رخساره  $c_2$ : مهم‌ترین ویژگی این رخساره وجود مقادیر فراوانی از کربنات‌ها در زمینه‌ای از ذرات ریز خاکستر است. افزون بر این، وجود دگرسانی شدید باعث تشکیل مقدار فراوانی از کانیهای ثانویه مانند کلسیت، کلریت شده است که فضای بین اجزای تشکیل دهنده را پر کرده‌اند. کانیهای کدر و اکسید آهن نیز در این رخساره مشاهده می‌شوند (شکل ۲-ز).

از نظر زمین شناسی، خاور ایران متشکل از رشته کوههای مکران، بلوک‌های لوت و هیرمند، فلیش، آمیزه رنگین ایرانشهر - بیرجند و آتشفشانهای جوان تفتان و بزمان است. این زون با عنوان زمیندرز سیستان توسط (Camp & Griffis (1982) و (Tirrul et al. (1983 معرفی شده و تکوین آن را از کافتی شدن تا بسته شدن می‌دانند. (Reyer & Mohafez (1972 از منطقه ایرانشهر - بیرجند به نام فلیش‌های خاور ایران و دگرگونی‌های خاور لوت نام برده‌اند. منطقه مورد بررسی بخشی از پهنه ساختاری خاور ایران و در مجاورت حاشیه شمال باختری بلوک لوت می‌باشد. عملکرد جنبشهای زمین ساختی در امتداد آلپ - هیمالیا که از ائوسن میانی شروع شده است، باعث ایجاد انواع حوضه‌های کم عمق، محیطهای رسوبگذاری با رخساره‌های متنوع و همچنین فعالیتهای آتشفشانی بویژه در نواحی خاور، جنوب خاور و مرکز ایران شده است. تشکیل سنگهای رسوبی پالئوژن ناحیه بیرجند نیز از زمان پالئوسن بالایی متعاقب رخداد زمین ساختی لارامید آغاز و بالاخره در ائوسن میانی پایان می‌پذیرد. ته نشینی این سنگها بویژه در ناحیه شمال بیرجند، در یک حوضه پشت کمانی صورت گرفته است و آتشفشانهای منطقه، فعالیت خود را با فورانهایی که بیشتر خاکستر خارج می‌کرده، آغاز می‌نمایند. این شرایط نقطه، شروعی برای نهشته شدن واحد توف آندزیتی ائوسن و پایان رسوبگذاری واحد ماسه سنگی آن دوره بوده است. فعالیت این آتشفشانها تا ائوسن بالایی و حتی الیگوسن ادامه یافته و توفهای ضخیمی را بر جای گذاشته است. با گذشت زمان و پس از کوهزایی‌های مختلف، سرانجام لایه‌های آذر آواری و رسوبی ناحیه تحت تاثیر قرار گرفته و به شکل امروزی در آمده‌اند.

### رخساره های سنگی

مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی نشان داده است که ناحیه مورد مطالعه از سه مجموعه رخساره ای و هشت رخساره به شرح زیر تشکیل شده است.

**۱- مجموعه رخساره سنگی سیلیسی آواری (A):** این مجموعه از

سه رخساره سنگی سیلتستون و سیلتستون ماسه ای ( $a_1$ )، سبب آركوز ( $a_2$ ) و فلدسپاتیک گری وک ( $a_3$ ) تشکیل شده است.

رخساره  $a_1$ : ویژگی این رخساره، وجود دانه‌های ریز سیلتستون و همچنین ذرات درشت تری در حد ماسه است که به صورت لایه‌های متناوب تیره (لایه سیلتستونی) و روشن (لایه ماسه ای) قرار گرفته‌اند (شکل ۲-الف).

رخساره  $a_2$ : این رخساره از ۷۶ درصد کوارتز تک بلورین، ۱۴ درصد فلدسپار قلیایی، ۸ درصد خرده سنگ آتشفشانی و بقیه از کانی کدر

رخساره C<sub>3</sub>: وجود حالت جریان یافتگی در ذرات ریز خاکستر از مهم‌ترین ویژگی‌های این رخساره است. کانیهای دانه ریز کوارتز و فلدسپار با جورشدگی بد به همراه کانی‌های کربناتی در بخشهای مختلف این رخساره مشاهده می‌شود (شکل ۲-ح).

## رد پاها

همان‌گونه که قبلاً اشاره شد، یکی از اهداف مهم این تحقیق، بررسی دقیق اثرات ردپای موجود در رسوبات ائوسن ناحیه مورد مطالعه است. این آثار نخستین بار در سال ۱۳۷۶ در بررسی‌های باستان‌شناسی و سپس در سال ۱۳۷۷ توسط گروه زمین‌شناسی دانشگاه بیرجند گزارش شده است.

Mirzaie & Sarjeant در سال ۲۰۰۰ مطالعات جامع‌تری در این خصوص انجام داده و این آثار رد پاها را به پری‌سوداکتیل‌ها (Perissodactyles) که از پستانداران بزرگ ائوسن بوده‌اند، نسبت داده‌اند. نجفی و همکاران (۱۳۸۱) بار دیگر این رد پاها را بررسی نموده و در این تحقیق ضمن معرفی اختصاصات هر یک از آنها (بر اساس اندازه و علائم موجود در رسوبات)، نوع پستانداران ایجاد کننده این علائم را نیز تعیین نموده‌اند. در توالی رسوبی مطالعه شده لایه‌های شماره ۳۸ (T<sub>1</sub>) و ۴۶ (T<sub>2</sub>) با جنس آهک (میکریتی) که به ترتیب در ۱۶۸ متری و ۱۷۵ متری قاعده توالی قرار داشتند حاوی ردپاها می‌باشند (شکل ۳). رد پاها موجود در لایه شماره ۳۸ (T<sub>1</sub>) به علت واضح نبودن و نداشتن رخنمون کافی، برای مطالعه چندان مناسب نبوده، بنابراین در این تحقیق از آثار و علائم موجود در لایه شماره ۴۶ (T<sub>2</sub>) استفاده شده است. تعداد رد پاها ۴۶ عدد بوده و در رخساره میکریتی شناسایی شده‌اند (شکل ۴). این ردپاها از نظر ظاهری عمدتاً کروی شکل بوده و در اندازه‌های مختلفی دیده می‌شوند (شکل ۵). طول متوسط رد پاها در حدود ۲۰ الی ۳۰ سانتی متر و عرض متوسط آنها در حدود ۱۰ الی ۲۰ سانتی متر است (جدول ۱). افزون‌براین، از آنجاکه پارامترهای اندازه‌گیری شده رد پاها نزدیک به یکدیگرند، بنابراین برای به دست آوردن بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین رد پا در منطقه از اندیس رد پاها استفاده شده است (شکل ۶). این اندیس عبارت از جذر حاصلضرب طول رد پا در عرض رد پا است (Thulborn 1990). رد پای شماره ۳۵ با طول ۴۰ سانتی متر و عرض ۳۰ سانتی متر بزرگ‌ترین و رد پای شماره ۲۴ با طول ۲۵ سانتی متر و عرض ۶ سانتی متر کوچک‌ترین رد پا در ناحیه مورد مطالعه است. با توجه به شکل ۶، رد پای شماره ۳۵ دارای اندیس حداکثر و رد پای شماره ۲۴ دارای اندیس حداقل است. سه قله مشخص شده در شکل ۶ (C, B, A) متعلق به رد پاها شماره ۳۵، ۲۵ و ۲۲ بوده که به ترتیب دارای بزرگ‌ترین پارامترهای اندازه‌گیری شده می‌باشند.

همچنین سه اثری که دارای کمترین اندیس است، به ترتیب رد پاها شماره ۲۴، ۳۱ و ۱۱ (c, b, a) هستند. بنابراین با توجه به اطلاعات به دست آمده، می‌توان رد پاها منطقه را بر اساس اندازه آنها مرتب کرد و بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین رد پا را شناسایی کرد. لازم به ذکر است که به دلیل گلی بودن محیط و عدم وجود شرایط مناسب در منطقه، رد پاها به خوبی حفظ نشده‌اند. در صورت مساعد بودن شرایط، کلیه ویژگیهای نظیر جزئیات مربوط به پوست، اختصاصات کف پا و حتی خز موجودات نیز قابل حفظ شدن است. رد پاها منطقه به دلایل ذکر شده کیفیت حفظ شدگی متفاوتی را نشان می‌دهند. همان‌گونه که در جدول ۲ نشان داده شده است، از بین ۴۶ رد پای مطالعه شده تنها رد پاها شماره ۱، ۲، ۳ و ۴ از حفظ شدگی خیلی خوبی برخوردارند و بیشتر رد پاها دارای حفظ شدگی متوسط بوده و رد پاها شماره ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۶، ۳۷ و ۴۴، حفظ شدگی ضعیفی دارند، به گونه‌ای که تشخیص و شناسایی آنها دشوار است.

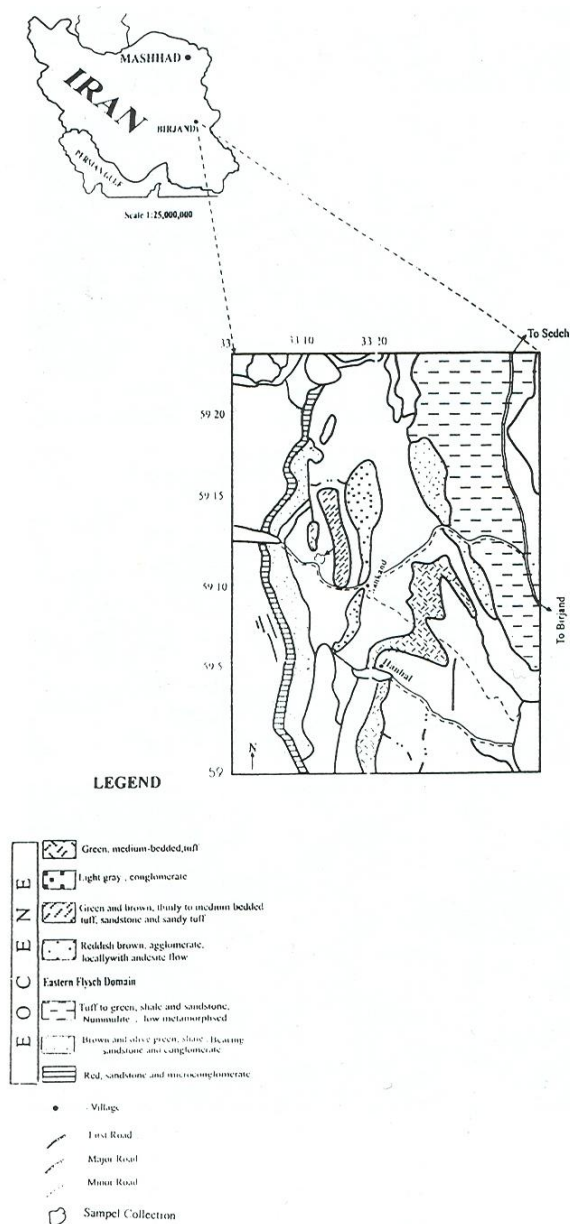
همان‌گونه که گفته شد تا پیش از سال ۲۰۰۲، این رد پاها را متعلق به پری‌سوداکتیل‌ها که موجوداتی فرد سم بوده‌اند می‌دانستند (Mirzaie & Sarjeant 2000)، اما مطالعات اخیر نشان می‌دهد که رد پاها پری‌سوداکتیل‌ها از نظر طولی برابر، و از نظر عرضی در حدود ۵ الی ۱۰ سانتی متر هستند. بنابراین احتمال ایجاد این رد پاها توسط این موجودات مورد تردید است. مقایسه ردپاهای مربوط به پری‌سوداکتیل‌ها در مناطق مختلف دنیا در زمان پالئوسن و ائوسن و همچنین اثرات فسیلی موجود در منطقه در شکل ۷ نشان داده شده است. به نظر می‌رسد رد پاها شناسایی شده در منطقه مورد مطالعه که متعلق به دو راسته از علفخواران منقرض شده به نامهای پانتودونتها (Pantodonts) و دینوسراتاها (Dinocerata) می‌باشند. به‌طور دقیق‌تر، احتمال می‌رود که از راسته پانتودونتها، جنس «س کوری فودونت (Coryphodont) و از راسته دینوسراتاها، جنسهای تیتانوتریس (Tithanoteres) و یوئینتا تریس‌ها (Uintatheres) باعث به وجود آوردن این رد پاها گردیده‌اند. (شناسایی‌ها توسط هاسویتس (۲۰۰۳) از دانشگاه کانزاس تایید شده‌اند).

## پراکنندگی جغرافیایی پستانداران پالئوسن و ائوسن در دنیا

در نواحی متعددی از دنیا از جمله رسوبات ائوسن میانی تا بالایی حوضه یوئینتا (Uinta) در یوتا (Utah)، ائوسن بالایی تگزاس (Sarjeant & Langstan, 1994 ; Sarjeant & Wilson, 1988) و همچنین رسوبات ائوسن بالایی گارد (Gard) در جنوب فرانسه رد پای پستانداران گزارش شده است. به ویژه رد پای دو راسته ذکر شده در نواحی آمریکای شمالی، پرو، فرانسه، اسپانیا و آسیا مشاهده شده است.

### سپاسگزاری

در انجام این تحقیق، پس از شناسایی و ارسال تصاویر رد پاها از نظرات تخصصی دکتر هاسویتس استاد دانشگاه کانزاس آمریکا استفاده شده و رد پاها مورد تایید نهایی ایشان قرار گرفته است که بدین وسیله از ایشان تشکر و قدردانی می گردد.



شکل ۱- موقعیت زمین شناسی ناحیه مورد مطالعه

(اقتباس با ترسیم مجدد از شهیدی (۱۳۷۹)

(Mustoe 2002). اولین اعضای دینوسراتاها در اواخر پالئوسن در آسیا به نام پرو دینوسراس و در آمریکای شمالی پروباتیوسیس ظاهر شده اند. فرمهای آسیایی با فرمهای آمریکای شمالی ارتباط نزدیکی داشته و مدارک مهمی برای وابستگی زیای این دو قاره وجود دارد. کوری فودونتها از پانتودونتهای سنگین وزن بوده و برای نخستین بار در اواخر پالئوسن ظاهر شده اند و تا اواخر ائوسن می زیسته اند. رد پای این پستانداران نیز از اروپا و آمریکای شمالی نیز گزارش شده است. استخوانهای به دست آمده از این پستانداران در نیومکزیکو، نشان دهنده زندگی این موجودات در باتلاقها و محیطهای کم عمق ساحلی است (Lucas 1984). دینوسراتاها عمدتاً به اندازه کرگدن و بعضی دیگر به اندازه خوک بوده اند. این جانوران، فاقد دندان پیش بوده و دندان نیش توسعه یافته ای داشته اند که از فک پایینی بیرون آمده و دندانهای آسیای آنها تا اندازه ای شبیه پری سوداکتیل ها و دارای تاج ۷ شکل بوده است (Young 1981). این موجودات نیز در اواخر پالئوسن تا اواخر ائوسن می زیسته اند و بیشتر در نواحی آمریکای شمالی و آسیا پراکنده بوده و از نظر فیلولژی به آنگولاتها (Ungulates) می رسند. همان گونه که اشاره شد، اعضای بسیار معروف این راسته (دینوسراتاها) تیتانوتریس ها و یوئینتا تریس ها می باشند که مخصوصاً در اواخر ائوسن فراوان بوده اند. به نظر می رسد که این پستانداران باعث به وجود آوردن رد پاهای خاور ایران (ناحیه بیرجند) شده اند. رد پاهای گزارش شده توسط موسو (۲۰۰۲) از ناحیه باختر واشنگتن نیز مشابه رد پا های ناحیه مورد مطالعه است.

### نتیجه گیری

با مطالعه ویژگیهای رخساره های سنگی (۳ مجموعه رخساره ای و ۸ رخساره) و همچنین انجام مطالعات پالئوایکتولوژیکی در ناحیه می توان نتیجه گرفت که رسوبات حاوی رد پاها به دلیل فقدان فسیل دریایی در شیلهای شسته شده و مقاطع میکروسکوپی در شرایط ساحلی بر جای گذاشته شده و عبور موجودات از حاشیه ساحلی حوضه رسوبی مذکور باعث به وجود آوردن رد پاها در رسوبات منطقه چهکنند گردیده است. با توجه به شواهد و ارتباط نزدیک رد پاهای موجود در منطقه با رد پای پستانداران مشابه در زمان اواخر پالئوسن تا اواخر ائوسن در نقاط مختلف دنیا می توان این آثار را به دو راسته از علفخواران منقرض شده به نامها ی پانتودونتها (جنس کوری فودونت) و دینوسراتاها (جنسهای یوئینتا تریس و تیتانوتریس) نسبت داد.

جدول ۱- پارامترهای اندازه گیری شده از ردپاهای ناحیه

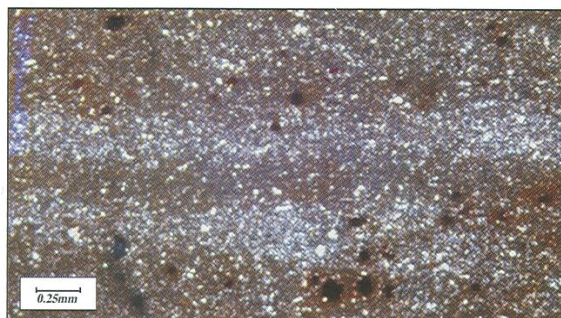
شماره	طول	عرض
۱	۳۰	۲۵
۲	۳۶	۲۰
۳	۳۳	۲۵
۴	۲۵	۲۷
۵	۳۲	۲۵
۶	۲۰	۱۰
۷	۲۰	۲۰
۸	۲۳	۱۵
۹	۲۰	۱۰
۱۰	۲۵	۱۷
۱۱	۱۹	۹
۱۲	۲۳	۱۷
۱۳	۲۳	۱۷
۱۴	۲۸	۲۰
۱۵	۲۰	۱۷
۱۶	۳۱	۱۹
۱۷	۲۰	۱۸
۱۸	۲۰	۱۷
۱۹	۲۰	۲۰
۲۰	۳۰	۲۳
۲۱	۲۵	۲۰
۲۲	۴۰	۳۰
۲۳	۲۳	۱۶
۲۴	۲۵	۶
۲۵	۳۹	۳۵
۲۶	۲۵	۱۹
۲۷	۲۰	۱۷
۲۸	۲۳	۲۰
۲۹	۲۰	۲۰
۳۰	۲۰	۱۲
۳۱	۲۰	۸
۳۲	۳۲	۲۰
۳۳	۲۰	۲۰
۳۴	۲۳	۱۷
۳۵	۴۷	۳۰
۳۶	۳۸	۲۰
۳۷	۳۳	۱۷
۳۸	۲۳	۱۷
۳۹	۱۴	۱۴
۴۰	۲۰	۱۷
۴۱	۲۰	۱۶
۴۲	۳۰	۱۹
۴۳	۲۴	۱۷
۴۴	۱۹	۱۶
۴۵	۱۷	۲۳
۴۶	۳۶	۲۴

جدول ۲- کیفیت حفظ شدگی رد پاها

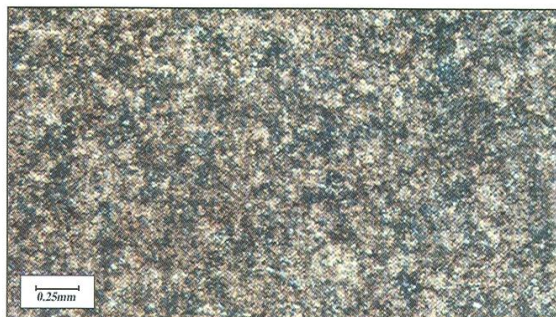
۴۶				
۴۵				
۴۴				
۴۳				
۴۲				
۴۱				
۴۰				
۳۹				
۳۸				
۳۷				
۳۶				
۳۵				
۳۴				
۳۳				
۳۲				
۳۱				
۳۰				
۲۹				
۲۸				
۲۷				
۲۶				
۲۵				
۲۴				
۲۳				
۲۲				
۲۱				
۲۰				
۱۹				
۱۸				
۱۷				
۱۶				
۱۵				
۱۴				
۱۳				
۱۲				
۱۱				
۱۰				
۹				
۸				
۷				
۶				
۵				
۴				
۳				
۲				
۱				
شماره	ضعیف	متوسط	خوب	خیلی خوب



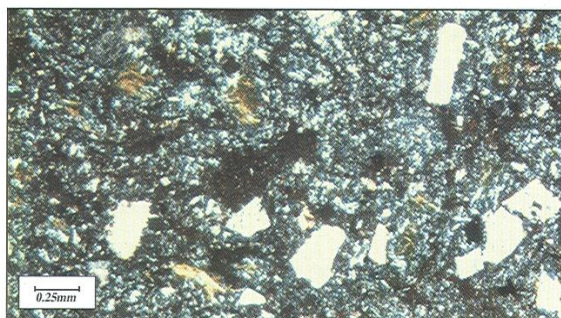
ب



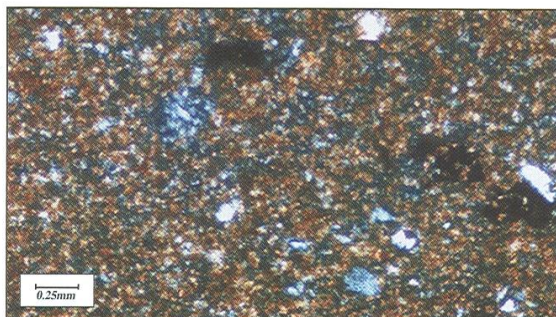
الف



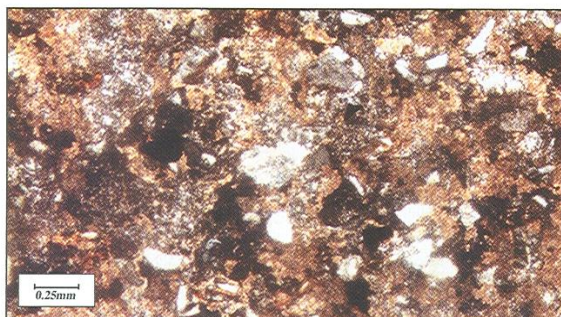
د



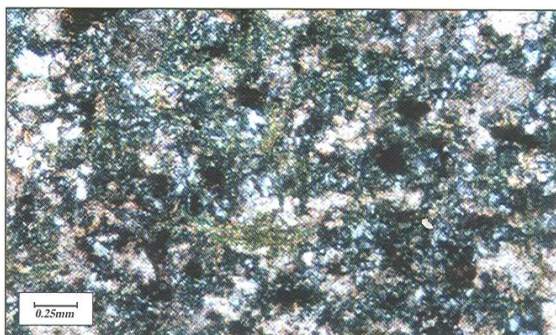
ج



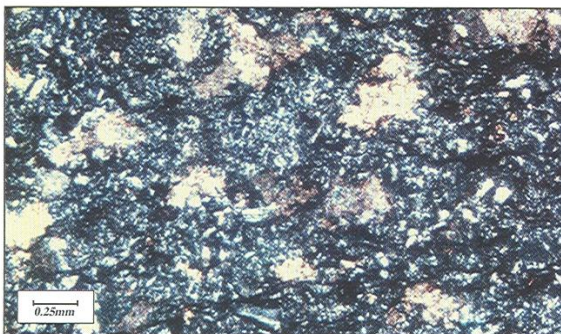
و



ه



ح



ز

شکل ۲- رخساره های سنگی مطالعه شده در ناحیه

(الف) سیلتستون ماسه ای (رخساره a<sub>1</sub>)

(ج) فلدسپاتیک گری وک (رخساره a<sub>3</sub>)

(ه) دولومیکریت (رخساره b<sub>2</sub>)

(ز) توف آهکی (رخساره c<sub>2</sub>)

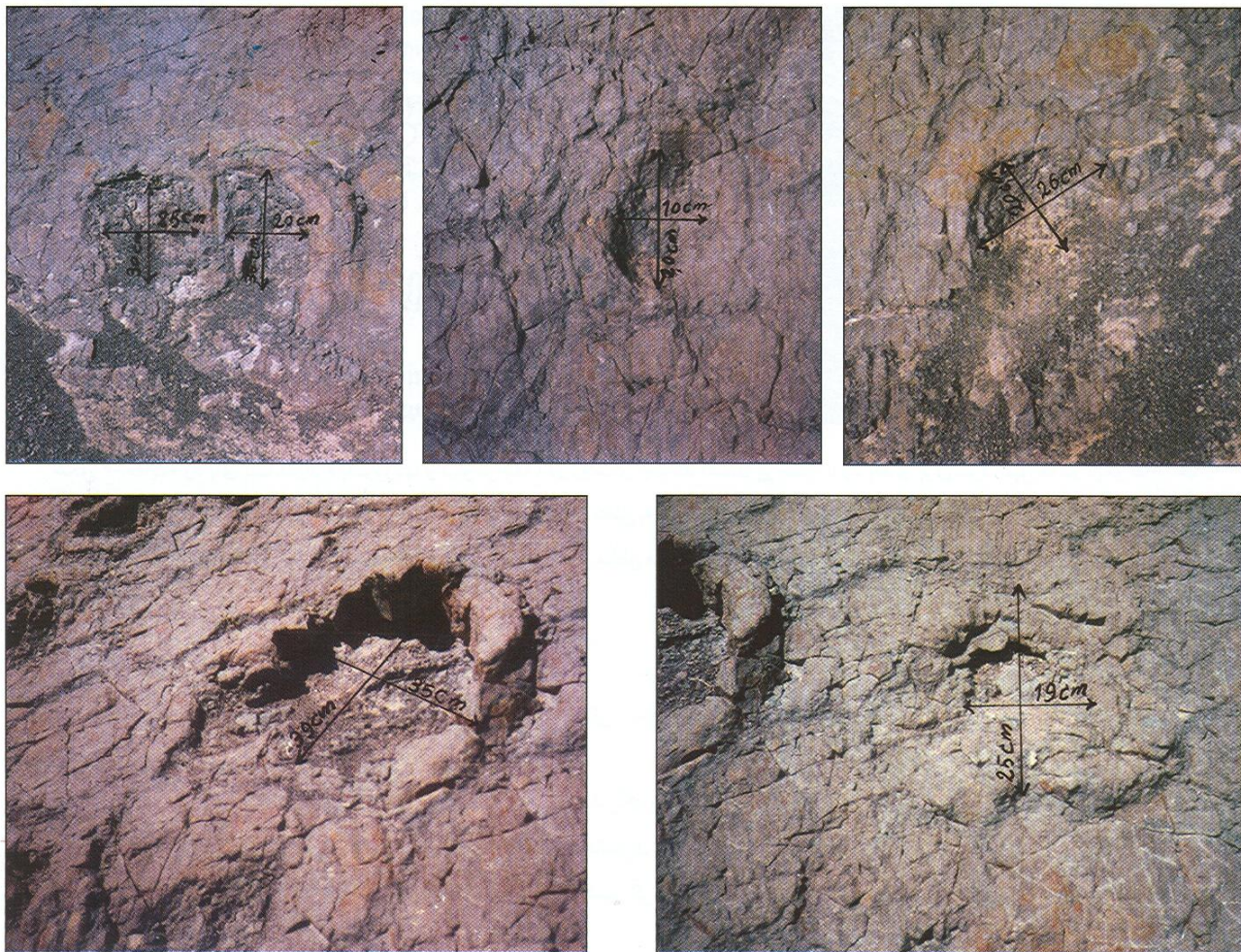
(ب) ساب آرکوز (رخساره a<sub>2</sub>)

(د) میکریت (رخساره b<sub>1</sub>)

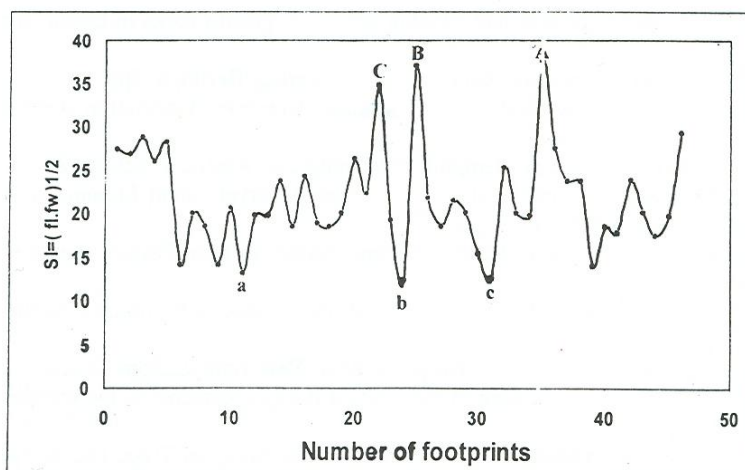
(و) توف بلورین (رخساره c<sub>1</sub>)

(ح) توف دانه درشت (رخساره c<sub>3</sub>)

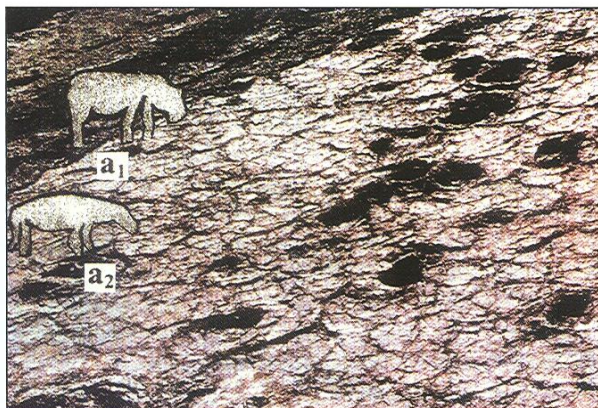




شکل ۴- مشخصات طولی و عرضی برخی از ردپاهای مورد مطالعه در ناحیه چپکند



شکل ۵- رابطه بین اثرات فسیلی و اندیس رد پاها ( عرض ردپا= fl و طول رد پا= fw ) ،  $SI=(fl \cdot fw)^{1/2}$



شکل ۶- مقایسه رد پای پستانداران ( پانتودونتها و دینوسراتاها ) در روستای چهکنند (شمال بیرجند) با رد پاهای پری سوداکتیل ها در دیگر نقاط جهان (A) پهنه حاوی ۴۶ رد پا از مهره داران در ناحیه چهکنند که احتمالاً متعلق به پانتودونتها و دینوسراتاها می باشند ( a<sub>1</sub> پانتودونتها، a<sub>2</sub> دینوسراتاها ) (B) رد پای پری سوداکتیل ها در مناطق مختلف دنیا ( اقتباس از موسو ۲۰۰۲ )

### کتابنگاری

اشتوکلین، ی.، افتخارنژاد، ج. و هوشمندزاده، ع.، ۱۳۵۲- بررسی مقدماتی زمین شناسی در لوت مرکزی، خاورایران ( ترجمه به فارسی توسط انتظام، ع. و افتخارنژاد، ج. )، سازمان زمین شناسی کشور، گزارش شماره ۲۲.

شهیدی، ع.، ۱۳۷۹- نقشه زمین شناسی چهارگوش روم، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، یک ورق.

نجفی، م.، موسوی حرمی، ر.، محبوبی، ا. و هاشمی، ن.، ۱۳۸۱- معرفی پستانداران از رسوبات ائوسن روستای چهکنند (شمال بیرجند) به عنوان اثر پانتودونتها (Pantodonts) و دینوسراتاها (Dinocerata)، فشرده مقالات بیست و یکمین گرد همایی علوم زمین، ۲۸ الی ۳۰ بهمن، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

### Reference:

- Camp, V.E., Griffis, R., J., 1982- Character, genesis and tectonic setting of igneous rocks in Sistan suture zone, *Lithos* 15, 221-239.
- Fisher, R.V. and Schmincke, H.U., 1984- *Pyroclastic Rocks*, Springer- Verlag, Berlin, 472pp.
- Folk, R. L., 1959- Practical petrographic classification of limestone, *American Association Petroleum Geologists Bulletin*, V.43, p.1-38.
- Folk, R. L., 1980- *Petrology of Sedimentary Rocks*, Hemphill Publishing Co., Austin, Texas, p.182.
- Lucas, S.G., 1984- *Systematic, Biostratigraphy and Evolution of Cenozoic Coryphodont (Mammalia, Pantodonts)*, unpublished PhD. Dissertation, Yale University, New Haven, 673pp.
- Mirzaie Ataabadi, M. and Sarjeant, W. A. S., 2000- Eocene mammal footprints from Eastern Iran: a preliminary study, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, p.543-547.
- Mustoe, E.G., 2002- Eocene birds, Reptile and Mammal tracks from the Chaknood Formation, North West Washington, *Lithos* 17, p.403-413.
- Pettijohn, F.J., 1987- *Sedimentary Rocks ( 2nd edition)*, Harper & Row, New York, 628pp.
- Reyer, D. and Mohafez, S., 1972- A first contribution of the NIOC-ERAP agreements to the knowledge of Iranian geology, *Edition Techniqs*, Paris, 58 pp.
- Sarjeant, W.A.S., 1975- Fossil tracks and impression of vertebrate in: *The Study of Trace Fossil*, Frey, R.W. (ed.), Springer-Verlag, p. 283-324.



- Sarjeant, W.A.S. and Wilson, J.A., 1988- Late Eocene (Duchesne) mammal footprints from the Skylin Channels of Transpecos, Texas, Texas Journal of Science, V.40, p. 439-446.
- Sarjeant, W.A.S. and Langston, W. JR., 1994- Vertebrate footprints and vertebrate traces from the Chadronian ( Late Eocene) of Transpecos, Texas, Texas mammal museum Bulletin, v.36, p.1-86.
- Thulbon, R.A., 1990- Dinosaur Tracks, Chapman and Hall, London, 410pp.
- Tirrul, R., BELL, I.R., Griffis ,R.J. and Camp, V.E., 1983- The Sistan suture zone of eastern Iran , Geological Society of America Bulletin, V. 94, p.134-150.
- Young, J.Z., 1981- The Life of Vertebrates, 3<sup>rd</sup> edition, Oxford University, U.S.A, 654 pp.

\* دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، گروه زمین شناسی

\*\* دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، گروه پژوهشی جونده شناسی

\*Ferdowsi University of Mashhad , Faculty of Science , Department of Geology

\*\*Ferdowsi University of Mashhad , Faculty of Science , Rodentology Research Department