



مقاله پژوهشی

نئوایکتولوژی نمایه‌های جانوران در رسوبات تلخه‌رود، باختر استان زنجان

سیدحسین سیدزاده^۱، نصراله عباسی^{۲*}، قاسم محمدی کاشانی^۳

- ۱- کارشناسی ارشد، چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
- ۲- استاد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
- ۳- دانشیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۰۶/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۳۰

*مسئول مکاتبات: نصراله عباسی، abbasi@znu.ac.ir

چکیده

در این پژوهش، مجموعه‌ای از اثرهای برجای مانده از فعالیت زیستی مهره‌داران و بی‌مهره‌گان عهد حاضر در حوضه آبریز تلخه رود واقع در غرب استان زنجان مورد مطالعه قرار گرفت. پس از بررسی فیزیوگرافی و مورفولوژی این حوضه آبریز به مساحت ۵۲۰ کیلومتر مربع، هشت ایستگاه پیمایشی در طول رودخانه و تقریباً با فواصل یکسان انتخاب و پیمایش شدند. در مجموع ۱۲۶ نمونه در صحرا یا در آزمایشگاه مورد مطالعه قرار گرفتند. شناسایی این اثرها در شناخت پراکنش و فراوانی جانداران این حوضه اهمیت داشته و وجود جانورانی که مشاهده مستقیم آنها ممکن است به آسانی مقدور نباشد، را محرز و اثبات می‌کند. در میان این اثرها، ردپای مهره‌داران شامل ردپای سگ، گریز، روباه، شغال، مارمولک، تشی، انواع پرندگان متوسط تا کوچک جثه، و قورباغه می‌باشند. اثرهای بی‌مهرگان ناشی از فعالیت حرکت، لانه‌سازی، پرورش تخم‌ها یا لارو، تله‌گذاری و شکار و تغذیه از رسوبات است. بیشتر این اثرها به صورت فصلی و به ویژه در فصل بهار مشاهده شدند. پراکنش اثرهای زیستی در پیرامون رودخانه اصلی تلخه رود را می‌توان به سه ناحیه تقسیم نمود. ناحیه دشت سیلابی که بیشتر آثار حرکت پستانداران، آشیانه‌سازی حشرات است. در بخش رسوبات ریز دانه حاشیه کانال فعالیت مهره‌گان بیش‌ترین فراوانی را دارد و اغلب رفتار تغذیه از رسوبات، تخم‌گذاری، حرکت، تله‌گذاری مشاهده شدند. در بخش کانال رودخانه که اغلب با رسوبات دانه درشت گراولی پوشیده شده است، کمترین اثر فعالیت زیستی مشاهده گردید و اغلب ردپای مهره‌داران و آثار حرکت بی‌مهره‌گان مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: اثرشناسی، محیط رسوبی، رودخانه، نئوایکتولوژی، تلخه رود.

ماخذنگاری: سیدزاده، ح، عباسی، ن. و محمدی کاشانی، ق. (۱۴۰۳). نئوایکتولوژی نمایه‌های جانوران در رسوبات تلخه‌رود، باختر استان زنجان. دو فصلنامه چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، ۲(۲)، ۸-۱۹.

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



10.30470/zpaleo.2025.731908



This is an open access article under the by-nc/4.0/ License



(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Neoichnology of signs of fauns in the Talkherud watershed, western Zanjan province

Seyed Hassan Seyedzadeh¹, Nasrollah Abbassi^{*2}, Ghasem Mohammadi Kashani³

- 1- MSc, stratigraphy and paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, University of Zanjan. Zajnaj, Iran.
- 2- Professor, Department of Geology, Faculty of Science, University of Zanjan. Zajnaj, Iran.
- 3- Associated professor, Department of Biology, Faculty of Science, University of Zanjan. Zajnaj, Iran.

Corresponding author: Nasrollah Abbassi: abbasi@znu.ac.ir

Abstract:

In this study, a set of traces resulting from the biological activity of vertebrates and invertebrates of the present era was examined in the Talkhe Roud watershed located in the west of Zanjan province. After analyzing the physiography and morphology of this watershed, which covers an area of 520 square kilometers, eight survey stations were selected and surveyed along the river at approximately equal intervals. A total of 126 samples were collected and studied in the field or laboratory. Identifying these traces is crucial for understanding the distribution and abundance of organisms in this basin, confirming the existence of animals that may not be easily observed directly. Among these traces, vertebrate footprints include those of dogs, wolves, foxes, jackals, lizards, medium to small birds, and frogs. Invertebrate traces are a result of movement, nesting, egg or larval rearing, trapping, hunting, and feeding on sediments. Most of these effects were observed seasonally, especially in the spring. The distribution of biological effects around the main river of Talkhe Roud can be categorized into three areas. The floodplain area primarily shows mammal movement and insect nesting. In the fine-grained sediments of the channel margin, vertebrate activity is most abundant, with behaviors such as feeding on sediments, egg laying, movement, and trapping being observed. The river channel section, often covered with coarse-grained gravelly sediments, exhibited the least biological activity, with most traces of vertebrates and invertebrates' movement being observed there.

Keywords: Ichnology, Sedimentary Environments, River, Neoichnology, Talkhe Roud.

مقدمه

برای هر اثر خاص ممکن است رفتارهای متعددی برای ایجاد آن صورت گرفته باشد که شکل‌گیری مجموعه‌ای از ساختارهای متصل یا جدا از هم را سبب می‌شود. همین‌طور به همان اندازه ممکن است یک ارگان یا عضو از فردی یک ساختار واحد با چند قسمت تشکیل دهد که مورفولوژی هر بخش، از شکل تغییرات در رفتار یا نوع محیط رسوبی متاثر می‌شود. دانش نئوایکتولوژی مطالعه‌ی اثرها و آثاری است که حیوانات عهد حاضر ایجاد می‌کنند در حالی که تحت تاثیر شرایط محیط زیست خود هستند. در پژوهش حاضر تلاش می‌شود مجموعه اثرهای زیستی امروزی باقی مانده در حاشیه رودخانه‌ی تلخه رود مورد مطالعه قرار گیرد. در این راستا ضمن جمع‌آوری نمونه‌ها شامل اثرهای باقی مانده در رسوبات، فضولات جانوران و آشیانه‌ی آنها را دسته‌بندی نموده و جانوران ایجادکننده‌ی آنها را تا حد امکان شناسایی نمود.

مواد و روشها

حوضه آبخیز تلخه‌رود

حوضه‌ی آبخیز تلخه‌رود در شمال باختری ایران (زون N38)، در استان زنجان و در شهرستان زنجان میان عرض‌های جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی و طول‌های جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۵۹ دقیقه شرقی واقع شده است. حوضه‌ی آبریز تلخه رود زیرحوضه حوضه آبریز بزرگ قزل اوزن می‌باشد که در نهایت به دریای خزر می‌ریزد. این زیرحوضه با داشتن ۱۲۱ کیلومتر محیط و ۵۲۱ کیلومتر مربع مساحت، دارای امتداد کلی جنوب‌خاوری-شمال باختری می‌باشد.

اثرشناسی (Ichnology) عبارتست از مطالعه‌ی آثار زیستی حفظ شده در رسوبات است. اثرهای زیستی منعکس‌کننده رفتارهای زیستی هستند که شامل: حرکت، فرار، استراحت، مسکن، چرا، تغذیه، لانه‌سازی، تخم‌گذاری و غیره است (Seilacher 2007). مطالعه اثر فسیل‌ها برای مطالعات دیرینه‌شناختی و رسوب‌شناختی اهمیت دارد. غالب اثرها مربوط به اثر قسمت نرم بدن جانوران است که معمولاً بعنوان فسیل ثبت نمی‌شوند. بنابراین تنها سابقه‌ی وجود بسیاری از جانداران فاقد اندام سخت قابل فسیل شده می‌تواند به صورت اثر فسیل‌ها ثبت گردد. دانش اثرشناسی دو زمینه مطالعاتی دارد (Basan 1978, Simpson 1975): بخشی از مطالعات بر روی بقایای دوران‌های گذشته زمین‌شناسی است. به این زمینه پالئوایکتولوژی (Paleoichnology) یا به اختصار پال ایکتولوژی گویند. بخش دیگر به مطالعه‌ی اثرهای عهد حاضر می‌پردازد که نئوایکتولوژی نامیده می‌شود (Neoichnology). زمینه مطالعاتی اخیر کاربرد وسیعی در علوم محیط زیست و اکولوژی محیط‌های رسوبی عهد حاضر دارد. چه بسا در امر حفاظت از محیط زیست نخستین زمینه شناسایی مجموعه جانداران به ویژه مهره‌داران توجه به نمایه‌ها (signs) و اثرهای باقی مانده از جانداران است. بسیاری از ارگانسیم‌ها می‌توانند یک نوع اثر مشابه ایجاد کنند درحالی که رفتارهای غیر مشابه دارند. علاوه بر این از آنجا که اکثر جانداران در طول زندگی خود بیش از یک نوع رفتار را از خود بروز می‌دهند از این رو هر جاندار می‌تواند انواع مختلفی از اثرها را ایجاد کند.

رسوب شناسی تلخه‌رود به گونه‌ای است که رسوبات رودخانه‌ای یا نهشته‌های آبرفتی غالباً آواری هستند و طیف گسترده‌ای از ذرات در اندازه‌ی رس تا قطعه سنگ‌های بزرگ (بولدر) را دربر می‌گیرد. ترکیب آبرفت‌ها تابع زمین‌شناسی حوضه‌ی آبخیز، کیفیت هوازدگی، مسافت حمل و نقل و شرایط محیط رسوبگذاری است. با در نظر گرفتن گستردگی حوضه‌ی آبخیز تلخه‌رود و با توجه به جنس سازنده‌های منطقه و فعالیت‌های تکتونیکی عهد حاضر تفاوت اندازه‌ی ذرات از بولدر و گراول تا ریزترین اجزا مانند رس و سیلت محسوس است. بر این اساس رسوبات حوضه‌ی آبخیز تلخه‌رود به طور کلی قابل تقسیم به بخش‌های زیر است:

رسوبات مربوط به ارتفاعات منطقه به سن میوسن از جنس مارن، آهک و ژپس به همراه کمی ماسه سنگ

رسوبات مخروط افکنه شامل بولدر، گراول، ماسه‌ی دانه درشت تا دانه ریز، سیلت و رس

رسوبات دشت سیلابی شامل ماسه‌ی دانه درشت تا دانه ریز، سیلت و رس

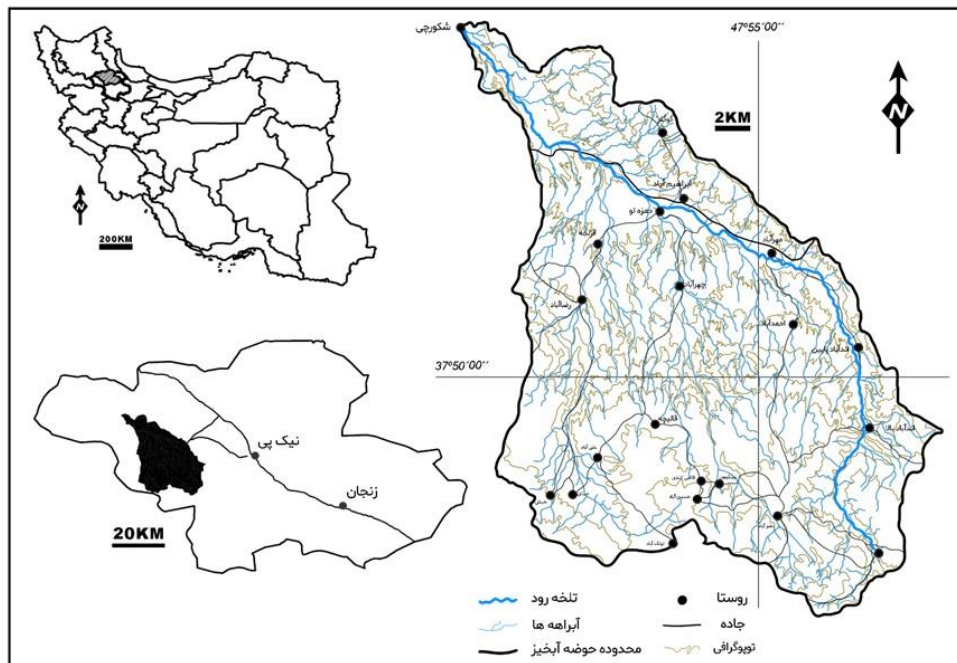
رسوبات کانال و پوینت بار شامل گراول، ماسه‌ی دانه درشت تا دانه ریز، سیلت و رس

روش پژوهش

در راستای این پژوهش بررسی‌ها در دو بخش صحرایی و آزمایشگاهی انجام شد. عملیات صحرایی جهت نمونه برداری در فصول پربارش و گرم (بهار-تابستان) با برداشت نمونه‌ها از هر ایستگاه و ثبت تصاویر از نمونه‌ها و پدیده‌های رسوبی و نیز قالب‌گیری از برخی حفاری‌ها (در صورت نیاز) انجام گرفت.

این زیر حوضه در کنار روستای شکورچی به رودخانه قزل اوزن می‌پیوندد. طبق تقسیمات کشوری در سال ۱۳۹۰، در حوضه‌ی آبریز تلخه رود، هیچ شهری واقع نشده است و تعداد روستاها هم در این محدوده شامل ۲۴ روستا می‌باشد. از جمله روستاهایی که به واسطه‌ی موقعیت تاریخی-جغرافیایی دارای اهمیت می‌باشند عبارتند از: اندآباد پایین، مهرآباد، چهارآباد، ابراهیم آباد و حمزه لو. لازم به یادآوری است که بخشی از تپه‌های رنگین ماه نشان و همچنین معدن باستانی مردان نمکی چهارآباد در این حوضه آبریز واقع شده اند که از جاذبه‌های زمین‌گردشگری منطقه می‌باشند (شکل ۱). دسترسی به این منطقه عموماً از طریق جاده درجه یک نیک پی-اندآباد است که از جاده ترانزیت تبریز-زنجان منشعب می‌شود (شکل ۱).

طبق اندازه‌گیری‌های بعمل آمده از حوضه‌ی آبخیز و رودخانه‌ی تلخه رود با استفاده از نرم افزارهایی مانند GIS و Google earth طول کانال ۲۷ کیلومتر و طول دره نیز ۲۴ کیلومتر محاسبه گردید و در نهایت ضریب پیچش رودخانه تلخه رود کمتر از $\frac{1}{5}$ ($\frac{1}{3}$) بدست آمد. با توجه به وجود پشته‌های متعدد میان رودخانه‌ای در طول مسیر تلخه رود و با توجه به تقسیم بندی راست و همینطور تقسیم بندی رودخانه‌ها بر اساس بار رسوبی و پایداری کانال که توسط شام (Schumm 1985) مطرح گردیده مورفولوژی رودخانه‌ی تلخه رود از نوع حدواسط مستقیم - بریده-بریده محسوب می‌گردد. البته در برخی از قسمت‌ها (بخصوص قسمت‌های مابین ایستگاه اول و دوم) از نوع مئاندر نیز می‌توان در نظر گرفت.

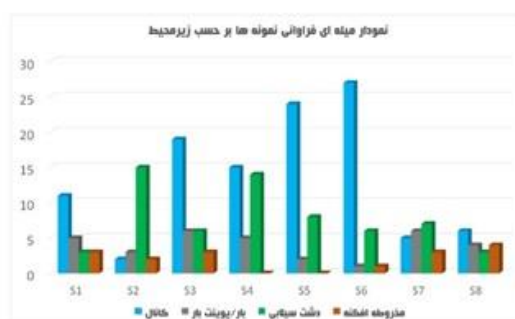
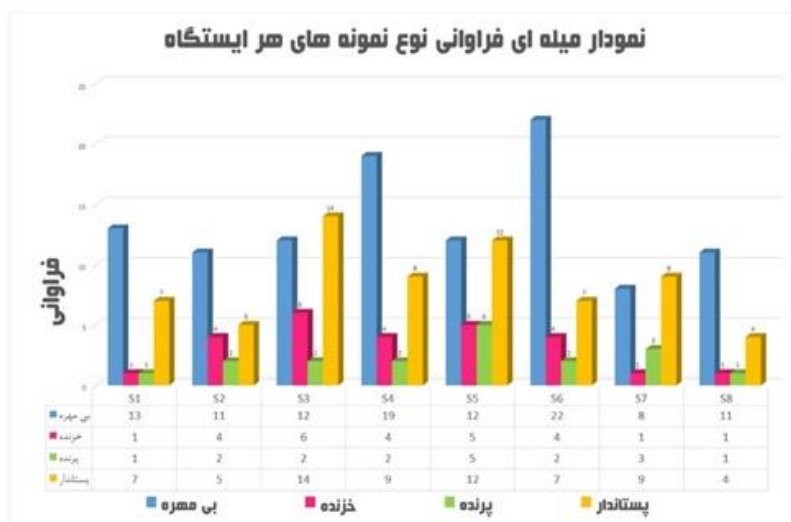


شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی منطقه مورد مطالعه در حوضه آبخیز تلخه رود.

شده در لیستی تحت عنوان برداشت صحرائی با ویژگی‌هایی نظیر استراتیگرافی، زیرمحیط، نوع رفتار جانور اثر ساز، فراوانی اثر و نوع ذرات رسوبات ثبت گردید. هنگام عکسبرداری از نمونه‌ها از مقیاس کوچکی در کنار نمونه‌ها جهت نمایش مقیاس واقعی اثر استفاده شد. با اتمام نمونه برداری مطالعات آزمایشگاهی با طبقه بندی نمونه‌ها از نظر گروه‌های جانوری اثرساز آغاز گردید. مطالعات آزمایشگاهی عمدتاً در زمینه شناسایی نمونه‌ها از طریق مقایسه با نمونه‌های منابع موجود با مطالعه کتب و مقالات مرتبط صورت گرفت. در طی نمونه برداری این پایان‌نامه در مجموع از ۸ ایستگاه نمونه برداری تعداد ۱۲۶ نمونه عکسبرداری و برداشت فیزیکی شد. شکل ۲ فراوانی اثرها را در ایستگاههای مورد مطالعه نشان می دهد.

به منظور ارزیابی دقیق و برداشت حداکثری نمونه‌ها با توجه به تعداد ایستگاه‌ها پیمایش صحرائی در هشت مرحله (روز) انجام شد. نمونه‌برداری بصورت نیمه سیستماتیک (متناسب با زیرمحیط رسوبی) و حرکت در عرض رودخانه در محل برش هر ایستگاه به سه روش برداشت فیزیکی، قالب‌گیری و عکسبرداری انجام پذیرفت. نمونه‌های ثبت شده روی رسوبات رسی جهت مطالعه و شناسایی به آزمایشگاه منتقل شد، اما نمونه‌هایی که امکان برداشت فیزیکی آنها میسر نبود، عکسبرداری و در صورت نیاز قالب‌گیری شد. در قالب‌گیری، به کمک دستگاه دستی تزریق چسب آکواریوم به درون سوراخ‌های حفاری چسب تزریق شده و بعد از سفت شدن قالب‌ها به دقت جداسازی و برداشت شدند. در طی برداشت نمونه‌ها هر نمونه‌ی یافت

شماره ایستگاه	Subenvironment position				فراوانی ها			نوع اثرها				مجموع
	کانال	بار/پوینت بار	دشت سیلاب	مخروطه افکنه	R	C	A	بی مهره	خزنده	پرنده	پستاندار	
S1	11	5	3	3	7	8	7	13	1	1	7	22
S2	2	3	15	2	8	11	3	11	4	2	5	22
S3	19	6	6	3	10	17	7	12	6	2	14	34
S4	15	5	14	0	16	12	6	19	4	2	9	34
S5	24	2	8	0	13	19	2	12	5	5	12	34
S6	27	1	6	1	15	19	1	22	4	2	7	35
S7	5	6	7	3	5	15	1	8	1	3	9	21
S8	6	4	3	4	4	9	4	11	1	1	4	17



شکل ۲- نمونه ای از نمودار فراوانی اثرها در حوضه آبریز تلخه رود

نتایج

اثرهای مهره داران

در این پژوهش ردپای مهره داران در ۶ گروه حیوانات شامل: ۱-سگ سانان ۲-گربه سانان ۳-سم داران ۴-پرنندگان ۵- جوندگان ۶-حشره خواران، بررسی شدند (شکل ۳). اثرها مربوط به گونه‌های خانواده سگ‌سانان مانند گرگ، شغال، روباه، سگ و غیره می‌باشد که با اثر چهار انگشت، ناخن‌ها و یک نرمه یا پد بزرگ، الگوی ردپای مشابهی دارند. در این گروه پای جلویی (front foot) بزرگتر از پای عقبی (hind foot) است، نرمه یا پد یا به تعبیر دیگر پاشنه یا کفه هنگامی که به وضوح دیده می‌شود شکل مشخصی دارد که لوب جلویی آن برآمده و لوب پشتی آن دارای انحناهای خاصی می‌باشد. در این گروه ردپای گرگ، سگ، شغال و روباه یافت شدند (شکل ۳). ردپای مربوط به جفت سمان شامل ردپاهای حیوانات اهلی گوسفندان و بز می‌شود. اثرهای مربوط به ردپا پرنندگان متنوع بوده و از ردپاها سه انگشتی و چهار انگشتی مشاهده در اندازه مختلف هستند. این ردپاها مربوط به کبک، کبوتر، لک لک‌ها و سایر پرنندگان می‌باشند. اثرهای ردپاهای خردگان شامل ردپاهای مارمولک‌ها در اندازه کوچک و بزرگ و اثر خزش مار می‌باشد. اثر مربوط به دوزیستان نیز مشاهده شدند که شامل ردپاهای پرشی قورباغه‌هاست. ردپاهای متعددی در اندازه کوچک از ردپاهای مشاهده شدند که در مسیرهای حرکتی مختلف می‌باشند. همچنین ردپای سایر پستانداران شامل رد پای تشی، جوجه تیغی و برخی جوندگان هستند. گذشته از آثار ردپای مهره داران سایر نمایه‌های یافت شده از این گروه شامل آثار لانه‌سازی و فضولات آنهاست.

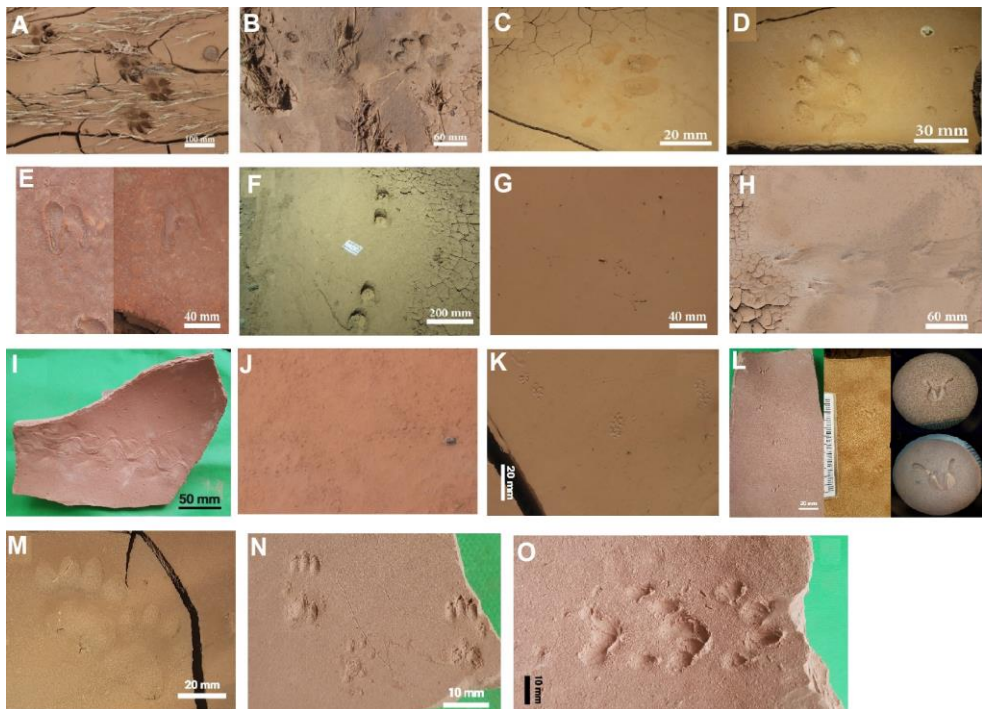
در عملیات نمونه برداری در محدوده‌ی مورد مطالعه، تعداد ۶ اثر مربوط به لانه‌سازی مهره‌داران ثبت گردید (شکل ۴). نمونه‌ی A با توجه به قطر سوراخ حفر شده (حدوداً ۸۰ میلیمتر) و همچنین مشاهده‌ی سرگین‌های قهوه‌ای رنگ کاملاً گرد که حاوی پوسته‌ی گیاهان است، احتمالاً مربوط به لانه‌ی خرگوش صحرائی باشد. نمونه‌های E، D، و F باتوجه به داشتن سوراخ‌های متعدد، هم‌اندازه و کم عمق و همچنین باتوجه به بقایای گیاهانی نظیر گندم و جو و سایر گیاهان در جلو و اطراف حفره‌ها، احتمال می‌رود مربوط به لانه‌سازی انواع موش‌ها باشد. نمونه‌ی C با توجه به عمق زیاد اندازه‌گیری شده توسط یک تکه چوب دراز و باریک و همچنین قطر کوچک حفره که در حدود ۴۰ الی ۵۰ میلیمتر است، احتمالاً مربوط به لانه‌ی نوعی از مار باشد.

اثرهای بی مهرگان

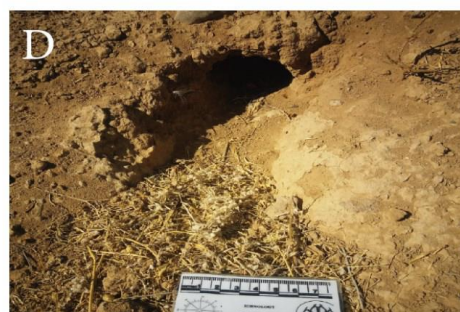
در سطح رسوبات مورد مطالعه انواع آثار فعالیت زیستی بی مهرگان یافت شدند که آثار حرکت، خزش و لانه‌سازی است. نمونه‌های ردپای بندپایان شامل تعداد ۱۹ نمونه ردپای بندپا از محدوده‌ی مورد مطالعه برداشت گردید که از این تعداد نمونه، ۱۶ عدد مورد بررسی قرار گرفته و ۳ نمونه بعثت حفظ شدگی خیلی ضعیف اثر شناسایی نشد (شکل‌های ۵ و ۶). حفاری‌های سطحی و خزش‌ها شامل حفاری‌های نزدیک سطح رسوب است. در مجموع دو نوع حفاری (از نظر اندازه و مقیاس) نزدیک به سطح زمین در بی‌مهرگان دیده می‌شود که در مقیاس خیلی ریز، این حفاری‌ها مربوط می‌شود به کرم‌ها که آثار منشعب‌مانندی را جهت تغذیه ایجاد می‌کنند. حفاری‌های سطحی در مقیاس بزرگتر نیز مربوط به نوعی از سوسک‌های حفار که جهت تغذیه حفاری کرده است.

مطالعه است. همچنین آثار تخم ریزی و پرورش نوزادان حشراتی چون زنبورها که از گل در دیواره های رسوبی ساخته اند را شامل می شود. اثر تغذیه ای بی مهران مربوط به حفاری قیفی شکل نازک بالانی است که لارو آنها در رسوبات نرم کنده و برای به دام انداختن سایر جانوران برای تغذیه است.

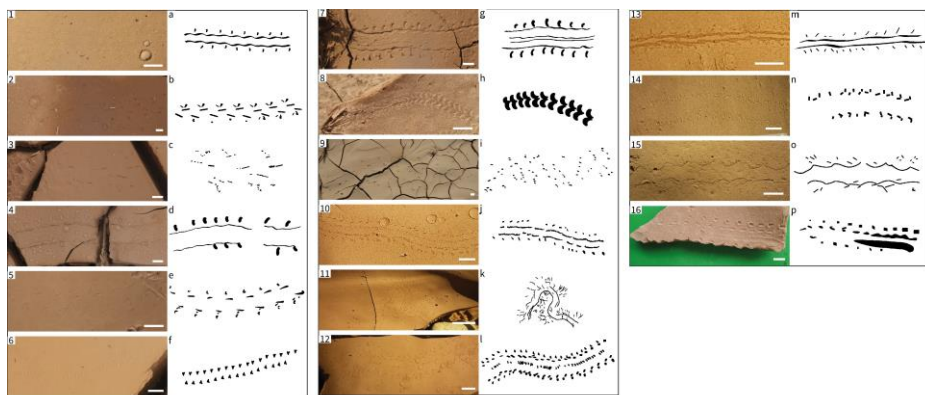
آثار مربوط به لولیدن برخی از کرم ها بر روی رسوبات اشباع یا نیز مربوط به حرکت برخی از حشرات کوچک و همچنین بندپایانی که قادر به ایجاد ردپا نمی باشند، می شود. آثار مسکنی شامل حفاری هایی است که بی مهرگان مانند بند پایان برای اسکان حفاری کرده اند که نمونه بارز این نوع حفاری اثر مکسنی عقرب ها و مورچه ها در رسوبات



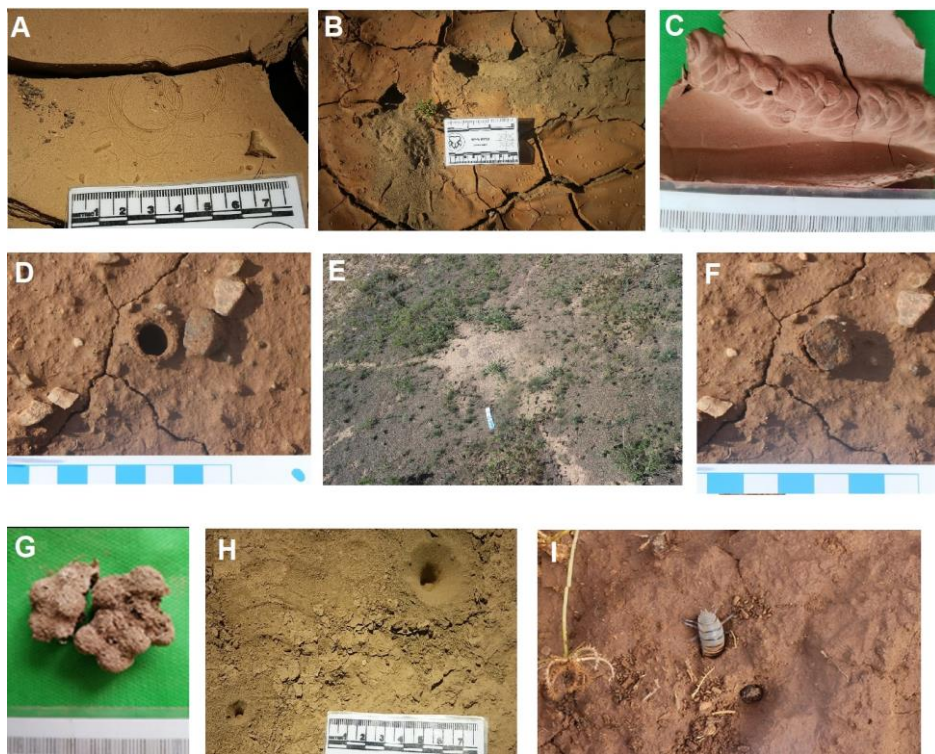
شکل ۳- انواع اثر ردپا یا خزش مهره داران، A- رد پای گرگ، B- رد سگ، C- رد شغال، D- رد روباه، E- رد جفت سمان، F- رد تک سمان، G- رد پرنده گنجشک سانان، H- رد مارمولک، I- رد خزش مار، J- رد قورباغه، K-L- رد جوندگان، M- رد تشی، N- رد جوجه تیغی، O- رد راسو



شکل ۴- اثرهای آشیانه‌سازی مهره‌داران - A: لانه‌ی خرگوش - B: لانه‌ی موش صحرایی - C: لانه‌ی مار - D-F: لانه‌های مربوط به موش



شکل ۵- برخی از انواع اثر رد پای بی مهرگان



شکل ۶- برخی از انواع خزش ها و لانه گزینی بی مهرگان، A- اثر خزش گرد، B- اثر لانه عقرب، C- اثر حفاری آبدزدک، D- لانه عنکبوت بدون درپوش، E- لانه مورچه، F- لانه عنکبوت با درپوش، G- حجرات تخم ریزی زنبور خاکی، H- اثر قیفی شکل تله برای تغذیه نازکبالان، I- حفاری خرخاکی

بحث و نتیجه‌گیری

محققان در کنار مطالعات فسیلی، بر مطالعه اثرات مدرن در حوضه‌های رسوبی، به ویژه حوضه‌های قاره‌ای، تمرکز کرده‌اند. نو-ایکنولوژی، که شامل مطالعه آثار عهد حاضر است، به طور قابل توجهی به پالئوایکنولوژی کمک می‌کند. انسان‌ها از دیرباز به شناسایی زیستگاه‌های مناسب برای شکار علاقه‌مند بوده‌اند، و شناسایی اثرهایی چون ردپاها برای آنان مهم بوده است. در دهه‌های اخیر، مطالعات نوایکنولوژی به طور قابل توجهی پیشرفت کرده است. "راهنمای کالینز برای ردپاها و نمایه‌های حیوانات" از قدیمی‌ترین منابع در این خصوص است (Bang et al. 1974) که پستانداران و پرندگان را در بریتانیا و اروپا بررسی می‌کند. کتاب "ردپاها، مدفوع و علائم حیوانات" نگاه گسترده‌تری به علائم حیوانات ارائه داد و گونه‌هایی مانند خرس قهوه‌ای و گرگ خاکستری را معرفی کرد. نسخه دیگری در سال ۲۰۰۱ منتشر شده است (Brown et al. 1992). بی شک کتاب دو جلدی "ردپاها و علائم پرندگان و پستانداران" که انواع آثار گونه‌های پرندگان و پستانداران آمریکای شمالی را به تفصیل شرح داد و ردپاها، فضولات و علائم تغذیه را به طور عمیق مورد بحث قرار داد کتاب راهنمای خوبی برای علاقمندان محیط زیست می‌باشد (Elbroch and Marks 2001 و Murie and Elbroch 2005). مشابه این کتابها «ردپاها و نشانه‌های حشرات و سایر بی‌مهرگان» اولین راهنمای جامع به طور خاص برای ردپای بی‌مهرگان تبدیل شد که جزئیات ردپاها و رفتارهای لانه‌سازی حشرات را شرح می‌دهد (Eiseman, et al. 2010). با توجه به زمین‌های مطالعاتی متعدد اثرهای عهد

حاضر، اهمیت مطالعه این گونه از ساخت‌های زیست‌زادی را می‌توان در موارد زیر برشمرد:

الف- پی بردن به وجود برخی از جانوران در حوضه مورد مطالعه در حالی مشاهده مستقیم این گروه از جانوران به دلیل شب‌زی بوده یا پنهان شدن ممکن است هرگز رخ ندهد.

ب- مشخص شدن جمعیت‌های زیستی از جانوران اثر ساز، که به نوعی به سرشماری زیست‌مندان کمک می‌نماید.

ج- یافتن محدوده‌های زیستی جانوران و قلمروهای آنها.

د- ارتباط برقرار کردن میان اثرهای عهدحاضر و نمونه‌های فسیل و کمک در تشخیص اثرساز نمونه‌های فسیلی

ه- بررسی پراکنش محیطی و تعیین رخساره‌های رسوبی بر پایه اثرهای عهد حاضر و ارتباط آن با اثررخساره‌ها (ichnofacies).

و- استفاده از نمونه‌ای عهد حاضر برای بررسی مراحل و شرایط یا قابلیت فسیل‌شدگی آنها.

ز- امکان بررسی فرآیند ایجاد اثرهای عهد حاضر در شرایط آزمایشگاهی و کنترل شده

با توجه به مطالعه اثرهای عهد حاضر در حوضه آبخیز تلخه رود نتایج زیر بدست آمدند: برخی از ساخته‌های رسوبی منشا زیستی داشته یا بعبارتی جانوران در بوجود آمدن این ساخته‌ها نقش اصلی را ایفا می‌کنند. از روی نمونه‌های پیدا شده باتوجه به بررسی‌های دقیق روی نمونه‌ها و همچنین مشاهده‌ی برخی از شواهد پیرامون نمونه‌ها، گونه‌های جانوری مربوطه تا حد ممکن شناسایی شد. بیشترین تعداد اثرها مربوط به بی‌مهرگان با تعداد ۱۰۸ نمونه و کمترین تعداد نمونه‌ها مربوط به پرندگان با تعداد ۱۸ نمونه می‌باشد.

منابع

- Bang, P., Vevers, G. and Dahlstrøm, P., 1974. "Collins guide to animal tracks and signs: The tracks and signs of British and European mammals and birds", Collins.
- Basan, P.B. 1978. "Introduction", in: Basan, P.B. (Ed.), Trace Fossil Concepts, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Short Course Number 5. Oklahoma City, pp. 1-10.
- Brown, R. W., Lawrence, M.J. and Pope, J., 1992. "Animals: Tracks, Trails & Signs": RW Brown, MJ Lawrence, J. Pope, Hamlyn.
- Eiseman, C., Charney, N. and Carlson, J., 2010. "Tracks & Sign of Insects & Other Invertebrates: A Guide to North American Species", Stackpole Books.
- Elbroch, M. and E. Marks 2001. "Bird tracks & sign: a guide to North American species", Stackpole Books.
- Murie, O. J. and M. Elbroch 2005. "A field guide to animal tracks", Houghton Mifflin Harcourt.
- Schumm, S.A., 1985. "Patterns of alluvial rivers". Annual Review of Earth and Planetary Sciences, Vol. 13, p. 5, 13, p.5.
- Seilacher, A., 2007. "Trace fossil analysis". Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. 226 p
- Simpson, S. 1975. "Classification of trace fossils". In The study of trace fossils, ed. 39-54. Springer.

بیشترین تعداد نمونه‌ها در مجموع مربوط به ایستگاه ششم با تعداد ۳۵ نمونه و کمترین تعداد نمونه‌ها مربوط به ایستگاه هشتم با ۱۷ نمونه است. بیشترین فراوانی آثار مهره‌داران مربوط به ایستگاه سوم (۲۲ نمونه) و کمترین فراوانی مهره‌داران مربوط به ایستگاه هشتم (۶ نمونه) است. بیشترین فراوانی آثار بی‌مهرگان مربوط به ایستگاه ششم (۲۲ نمونه) و کمترین فراوانی مربوط به ایستگاه هفتم (۸ نمونه) است. قسمت عمده‌ی نمونه‌های مهره‌دار از قسمت کانال و اغلب نمونه‌های بی‌مهرگان از قسمت دشت سیلابی برداشت شده است. بیشترین فراوانی نمونه‌های برداشت شده بر اساس زیرمحیط رسوبی مربوط به کانال و کمترین فراوانی نمونه‌ها مربوط به مخروط افکنه می‌باشد. کمترین نمونه‌ها از نظر فراوانی مربوط به ایستگاه چهارم و بیشترین نمونه‌ها از نظر فراوانی مربوط به ایستگاه اول می‌باشد. بین فراوانی نمونه‌های مهره‌داران و فعالیت‌های انسانی در محدوده‌ی مطالعاتی تاحدودی رابطه‌ی عکس وجود داشته ولی درمقایسه فراوانی نمونه‌های بی‌مهرگان و فعالیت‌های انسانی ارتباط زیادی حس نمی‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافی در رابطه با نویسندگی یا انتشار این مقاله ندارند.