

اثر فسیل‌های رسوبات فلیش کرتاسه آبشار آسیاب خرابه، منطقه جلفا، شمال باختری ایران

نصراله عباسی*

^۱ گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۰۵/۱۹

چکیده

رسوبات فلیش کرتاسه آسیاب خرابه (۳۰ متر) در باختر روستای سیه رود در منطقه جلفا، شمال باختر ایران، مرکب از کنگلومرا، ماسه‌سنگ، سیلت‌سنگ و گل‌سنگ یا مارن است که بیشتر مربوط به بخش‌های A, B, D و E توالی بوما هستند. اثر فسیل‌های متنوع بر روی سطوح زیرین لایه‌های ماسه‌سنگ و سیلت‌سنگ به صورت برجسته حفظ شده‌اند که شامل: *Bergaueria hemispherica*, *Bergaueria isp.*, *Cochlichnus isp.*, *Granularia isp.*, *Halopoa imbricate*, *Helminthoidea crassa*, *Helminthopsis abeli*, *Imponoglyphus torquendus*, *Neonereites multiserialis*, *Paleodictyon latum*, *Paleodictyon cf. majus*, *Paleodictyon nodosum*, *Palaeophycus alternatus*, *Palaeophycus sulcatus*, *Phycodes templus*, *Phycodes isp.*, *Planolites annularius*, *Planolites beverleyensis*, *Protovirgularia longespicata*, *Squamodictyon isp.*, *Strobiliorhapha isp.*, *Thalassinoides isp.*, *Taphrhelminthopsis recta*, *Taphrhelminthopsis convolute*, *Treptichnus pollardi* می‌باشند. این اثر فسیل‌ها بیشتر آثار خزشی - تغذیه‌ای یا تغذیه‌ای رخساره اثر فسیلی نرئیتس هستند و بر پایه مجموعه اثر فسیلی در شش گروه قابل تقسیم‌اند. این اثر فسیل‌ها در دوره‌های پس از حادثه (post event) ایجاد شده‌اند. به طوری که بر روی رسوبات گلی پس از جریان‌های آشفته، اثر فعالیت‌های زیستی باقی مانده‌اند. فعالیت جانوران اثر ساز هنگام بالا بودن مواد غذایی در دسترس یا اکسیژن محلول افزایش یافته است. در مجموع بر اساس اثر فسیل‌های یافت شده که متعلق به رخساره اثر فسیلی نرئیتس هستند، رسوبات مورد مطالعه در یک محیط ژرف حوضه رسوبی (Abyssal) نهشته شده‌اند.

کلیدواژه‌ها: ایکنوتاکسونومی، رخساره فلیشی، کرتاسه، جلفا، شمال باختری ایران.

* نویسنده مسئول: نصراله عباسی

E-mail: abbasi@znu.ac.ir

۱- مقدمه

در بررسی‌های اثر شناسی (ایکنولوژی)، دیرینه‌شناسان با مجموعه‌ای از آثار فسیلی (Trace Fossils) سر و کار دارند که حاصل فعالیت‌های زیستی جانداران دوره‌های گذشته زمین‌شناسی است. در بین مجموعه رسوبات متنوعی که می‌توانند در محیط‌های رسوبی مختلف نهشته شده باشند، برخی از رسوبات شرایط بهتری برای حفظ و نگهداری این نوع فسیل‌ها را دارند که در این میان می‌توان به نهشته‌های نوع فلیش (Flysch) اشاره نمود. در این پژوهش که حاصل اجرای طرح پژوهشی به تصویب رسیده در معاونت پژوهشی دانشگاه زنجان به شماره ۸۶۴۱۵ است، پژوهشگر می‌کوشد تا با شناسایی و نامگذاری نمونه‌های اثر فسیل (Trace fossils) جمع‌آوری شده از این رسوبات، اطلاعات اثرشناسی (ایکنولوژی) ناحیه شمال باختری ایران را افزایش دهد و وضعیت پراکندگی محیطی هر یک از اثر فسیل‌ها را با توجه به مجموعه‌های اثر فسیلی (ichno-assemblages) معرفی نماید.

۲- روش بررسی

پژوهش حاضر شامل عملیات جمع‌آوری، آماده‌سازی و شناسایی اثر فسیل‌ها است. برای دسترسی به برش مورد بررسی می‌توان از جاده جلفا به سیه رود استفاده نمود، پس از حدود ۳۰ کیلومتر، پیش از رسیدن به سیه‌رود از سه راهی آبشار به محل آبشار زیبای آسیاب خرابه خواهیم رسید. توالی مورد بررسی در یال باختری دره و در روبروی آبشار واقع است (شکل ۱). در عملیات صحرائی پس از تعیین ابتدا و انتهای برش مورد نظر از روش مترکنشی، لایه به لایه آن مورد بررسی قرار گرفت. اطلاعات مورد نیاز شامل داده‌های سنگ‌شناسی و بافتی رسوبات، ساخت‌های رسوبی غیرزیست‌زادی (non-biogenic) و زیستی، جهت جریان دیرینه در جدولی که پیش‌تر آماده شده بود یادداشت‌برداری شدند. در صورت نمونه‌برداری از رسوبات و اثر فسیل‌ها، محل نمونه‌ها در برش چینه‌شناسی مشخص شد. اطلاعاتی چون شکل، اندازه و ابعاد، نوع حفظ شدگی نسبت به سطوح لایه‌بندی، داشتن یا نداشتن آستر بندی یا

دیواره و سایر داده‌های مورد نیاز از روی اثر فسیل‌ها به دست آمد.

۳- برش چینه‌شناسی بررسی شده

در حد فاصل جلفا تا سیه‌رود و در حاشیه جنوبی رودخانه مرزی ارس، دو نوع نهشته فلیشی، یکی به سن کرتاسه پسین و دیگری به سن ائوسن که با مرز گسله با همدیگر در تماس‌اند، رخنمون دارند که شواهد رخساره‌ای نزدیکی با همدیگر دارند. مرز زیرین رسوبات فلیش کرتاسه بالایی با سنگ‌آهک اوریتولین‌دار بارمین - آپسین با ناپیوستگی زاویه‌دار و مرز بالایی با مارن و سنگ‌آهک‌های گلوبوتورونکانادار نیز ناپیوستگی زاویه‌دار است. واحد فلیش کرتاسه که در جنوب و باختر سیه رود بروزند دارد و به دو واحد تقسیم شده است. واحد زیرین از توالی ماسه‌سنگ و شیل تپ فلیش ترکیب یافته و دارای یک واحد کنگلومرای در درون خود است و واحد بالایی از توالی سنگ‌آهک میکرایتی، سیلت‌سنگ، شیل و مارن تشکیل شده است. همان‌طور که گفته شد واحد فلیش کرتاسه از نظر رخساره همانندی زیادی با فلیش ائوسن دارد و تفکیک آنها از یکدیگر به طور عمده بر پایه بررسی‌های فسیل‌شناسی است. میکروفسیل‌های موجود سن بخش‌های زیرین سانتونین تا ماستریشتین و سن بخش‌های بالایی سن ماستریشتین را برای این نهشته‌ها نشان می‌دهند (عبداللهی و حسینی، ۱۳۷۵ و مهرپرتو، ۱۳۷۶). برش چینه‌شناسی مورد بررسی به ستبرای ۳۰ متر در واحدهای فلیش کرتاسه (واحد K_p^1 در ورقه سیه‌رود معادل واحد K_p^f در ورقه جلفا) و کنگلومرای کرتاسه (K_p^c) قرار دارد (شکل ۱). مرز زیرین این توالی مورد بررسی به سمت پایین ادامه دارد و مرز بالایی آن ناپیوستگی زاویه‌دار در زیر رسوبات کواترنری است و از نظر سنگ‌شناسی شامل تناوب منظم ماسه‌سنگ‌های آهکی متوسط تا ریز دانه به رنگ سبز تا خاکستری و با رخنمون قهوه‌ای روشن و شیل یا مارن سبز روشن می‌باشد. ستبرای لایه‌ها بین ۲۰ تا ۵۰ سانتی‌متر متغیر است. برخی از لایه‌های ستبر دارای میان لایه‌های نازک مارنی هستند. سطوح لایه‌بندی طبقات

ماسه‌سنگی کم و بیش صاف و ممتد و دارای اثر فسیل‌های بسیار متنوع در سطوح زیرین لایه‌بندی هستند. در برخی از لایه‌ها ساخت‌های رسوبی چون قالب وزنی (load cast)، قالب شیاری (groove cast)، قالب جریان (flute cast) دیده می‌شود. شروع توالی با یک کنگلومراست و در بخش‌های میانی این توالی نیز دو لایه کنگلومرای چندآمیزه‌ای شنی تا ریگی (granule-pebble) با سیمان آهکی وجود دارد. از نقطه نظر بررسی‌های رسوب‌شناسی می‌توان لایه کنگلومرای را به بخش A توالی بوما و بخش‌های بعدی یعنی تناوب ماسه‌سنگ و مارن را به بخش‌های B تا E حاصل از جریان‌ات آشفته نسبت داد. جهت جریان دیرینه در این رسوبات که بر اساس وجود ساخت‌های رسوبی چون قالب‌های جریان و شیاری تشخیص داده شد به ترتیب فراوانی شامل جهت‌های NW، SE، N و SW است و به نظر می‌رسد بخش‌های کم ژرفا و منشأ رسوبات بیشتر در نواحی شمال باختری یا جنوب خاوری بوده است. مجموعه اثر فسیل‌های یافت شده مربوط به بخش‌های B و C و D است.

۴- توصیف اثر فسیل‌ها

در لایه‌های مورد مطالعه ۱۸ اثر جنس (ichnogenus) شامل ۲۵ اثر گونه (ichnospecies) تشخیص داده شدند که در زیر به شرح آنها می‌پردازیم. نظر به تعداد زیاد اثر جنس‌ها و اثر گونه‌های تشخیص داده شده و همچنین حجم بالای مطالب مربوط به بحث سیستماتیک هر یک از اثر جنس‌ها و گونه‌ها، از بحث‌های مفصل سیستماتیک خودداری شده و پیشنهاد می‌شود برای مطالعه بیشتر سیستماتیک و همچنین فهرست منابع مربوط به پژوهشگران اثر جنس‌ها یا اثر گونه‌ها به عباسی (۱۳۸۷) مراجعه شود.

Bergaueria hemispherica: یک نمونه یافت شده به اندازه قطر ۱۳mm و به برجستگی ۱۰mm است و به صورت برجسته در سطح زیرین لایه‌بندی حفظ شده است. به طور کامل تویی شکل با دیواره صاف است هر چند که در بخشی از اثر فسیل ناهمواری‌هایی دیده می‌شود. جنس رسوبات پرکننده اثر فسیل مشابه رسوبات میزبان است. همراه با اثر فسیل‌های مختلف مانند *Planolites annularius* است. در ویژگی این اثر فسیل آمده است که سطح آن صاف است. در نمونه یافت شده سطح خارجی صاف دیده می‌شود و در بخشی از اثر فسیل ناهمواری وجود دارد. به نظر می‌رسد این بخش ناشی از فعالیت جانوری دیگر باشد و در واقع یک اثر فسیل دیگر است که اثر *Bergaueria hemispherica* را تحت تأثیر قرار داده است.

از این گونه در رسوبات کامپانین- ماستریشتین تحتانی کارپاتین لهستان (Leszczyński, 2004) گزارش شده است. این اثر فسیل به اثر فعالیت استراحتی یا حفاری شقایق‌های دریایی نسبت داده می‌شود (Pl. 1, figs. 11, 1).

Bergaueria isp.: این اثر فسیل که یک نمونه از آن در بخش میانی توالی یافت شد، کم و بیش به شکل گنبدی برجسته در سطح زیرین یک لایه ماسه‌سنگ مارنی خاکستری تیره حفظ شده است. بخش قاعده‌ای (بالای برجستگی) ناهموار و فاقد گودی مرکزی است و در عین حال قطر آن کوچک‌تر از بخش بالایی (بخش زیرین برجستگی) است. این قطر بین ۷ تا ۱۱ میلی‌متر است. دیواره اثر دارای آستر بندی نبوده و صاف است. همراه این اثر آثار برجسته دیگری نیز دیده می‌شوند ولی ناواضح بوده و با حفظ شدگی بد هستند. بنابراین داشتن ریخت کلی برجسته و نوع حفظ شدگی تعلق این نمونه را به اثر فسیل *Bergaueria* مشخص می‌کند ولی به علت این که گودی قاعده‌ای مرکزی در آن وجود نداشته و این بخش از اثر فسیل ناهموار است، تعیین نام گونه آن را ناممکن می‌سازد. لذا این نمونه در حد جنس معرفی می‌شود (Pl. 1, fig. 2).

Cochlichnus isp.: آثار خزشی سینوسی و موج‌داری است که به صورت برجسته در

سطح زیرین لایه‌های ماسه‌سنگ متوسط تا دانه درشت حفظ شده‌اند. ممکن است در برخی از نمونه‌ها طول موج یا دامنه حرکت سینوسی شکل در طول یک اثر تغییر نماید. سطح برخی از آنها دارای آثاری از خطوط شیاری است. قطر آنها به طور متوسط ۱۱/۹ میلی‌متر است. در بین نمونه‌ها، برخی از نمونه‌های اثر جنس *Protovirgularia* در برخی از لایه‌ها خمش‌های کاملاً سینوسی مشابه اثر جنس *Cochlichnus* نشان می‌دهند ولی با وجود آثار خراش بر روی آنها می‌توان آنها را از هم باز شناخت (Pl. 1, fig. 3).

Granularia isp.: این اثر جنس به تعداد زیاد به صورت برجسته در سطح زیرین لایه‌بندی حفظ شده است و شامل حفاری‌های لوله‌ای دراز و مستقیم، انشعابی به شکل دو یا سه شاخه‌ای شدن با زاویه حاده و دارای یک آستر بندی نازک است. در محل انشعابات ممکن است همراه با برجستگی و تورم باشد. جنس رسوبات پرکننده لوله‌ها از نظر رسوب‌شناسی همجنس با رسوبات سنگ میزبان است ولی ممکن است در برخی نمونه‌ها دانه درشت‌تر نیز باشد. ستبرای لوله‌ها در طول حفاری ثابت و در حدود ۵ میلی‌متر است. با توجه به همراهی با اثر فسیل‌های متنوع و مختلف ممکن است در بخش‌های مختلف یک مخروط زبردیریایی ایجاد شده باشد. با این وجود، این اثر فسیل بیشتر محیط‌های ژرف حوضه رسوبی را نشان می‌دهد (Pl. 1, figs. 4, 5).

Halopoa imbricate: اثر فسیل حفظ شده به صورت برجسته در سطح زیرین لایه‌بندی (هیپوایکنیال) یک لایه ماسه‌سنگی متوسط دانه می‌باشد. سطح اثر فسیل پوشیده از چین و چروک است به طوری که حاشیه اثر فسیل نامنظم و ناشی از عملکرد کند و کاو جانور ایجاد کننده است. این اثر فسیل از اثر فسیل *Palaeophycus* به خاطر نداشتن دیواره و پر شدن توسط جانور متمایز است و با نبود آثار خراش‌های طولی (striation) در سطح خود با اثر فسیل *P. sulcatus* فرق دارد (Pl. 1, fig. 6).

Helminthoidea crassa: یک نمونه یافت شده به صورت اثر حفاری مآندری برجسته در سطح زیرین لایه‌بندی است که انتهای مآندرها کاملاً خمیده‌اند. مآندرها موازی هم بوده و حالت کشیده‌ای دارند. قطر حفاری ۱ میلی‌متر، بلندی مآندرها بین ۲۵ تا ۳۸ میلی‌متر و عرض آنها حدود ۵ میلی‌متر است. این اثر توسط سایر حفاری‌ها تحت تأثیر قرار گرفته است. در بخشی از اثر، به نظر می‌رسد اثر بلندی کوتاهی دارد. سطح حفاری صاف و رسوبات پرکننده هم‌جنس رسوبات سنگ میزبان است. یادآور می‌شود شناسایی سه گونه اصلی و فراوان اثر جنس هلمینتوئیدا براساس ویژگی‌های اندازه، تراکم و وضعیت خمیدگی حفاری‌هاست. نمونه مورد بررسی به نمونه گزارش شده از رسوبات فلیشی لهستان (Książkiewicz, 1970) شباهت دارد و با توصیفی که از آن شد گونه *H. crassa* تشخیص داده شد (Pl. 1, fig. 7).

Helminthopsis abeli: پنج نمونه یافت شده به شکل قالب اثر خزش‌های پیچ و خم‌دار هستند که در بخش‌هایی محو شده و دوباره ظاهر می‌شوند. دارای پیچ و خم‌های باز و گشاد و تا حدودی سینوسی شکل هستند. سطح اثر فسیل‌ها صاف و بدون هر گونه تزیینی است. این نمونه‌ها که در سطوح زیرین لایه‌ها یافت شدند، همراه با انباشتی از اثر فسیل‌های در هم و نامشخص هستند، به طوری که در بخش‌هایی این آثار محو و ناپدید شده و دنبال کردن آثار مورد نظر به راحتی امکان‌پذیر نیست. نمونه‌های *Helminthopsis* در قسمت‌هایی به شکل سینوسی ظاهر می‌شوند و شباهت نزدیکی را از نظر ریختی به اثر جنس *Cochlichnus* نشان می‌دهند. ولی از آن جا که در قسمت‌های دیگر فاقد این نظم است، لذا تعلق آن را به اثر فسیل *Helminthopsis* محرز می‌کند. پیچ و خم‌های موجود باز بوده و هر چند به شکل نعل اسبی نیستند ولی در کل به گونه *H. abeli* شبیه‌اند (Pl. 1, figs. 8, 9, 16).

Imponoglyphus torquendus: دو نمونه یافت شده به صورت برجسته در سطح زیرین یک لایه ماسه‌سنگ ستبر لایه یافت شدند. یکی از نمونه‌ها شامل ۱۳ مخروط گرد تو در تو قابل مشاهده است که ابعاد مخروط‌ها یکسان است. فاصله و نظم

www.SID.ir

Palaeophycus sulcatus: شامل آثار حفاری لوله‌ای شکل نامنظم مستقیم، خمیده تا کاملاً مآندری و سینوسی با آستر بندی ظریف و نازک است. خراش‌های طولی نامنظم و باریک و در هم پیچیده در سطح اثر فسیل وجود دارد. تمام نمونه‌های یافت شده به صورت برجسته در سطح زیرین لایه‌بندی حفظ شده‌اند. قطر حفاری‌ها در طول اثر کم و بیش ثابت است، همدیگر و سایر اثر فسیل‌ها را قطع نموده و در همدیگر نفوذ کرده‌اند. تفاوت اصلی بین دو اثر گونه *P. striatus* و *P. sulcatus* در وضعیت آثار خراش‌های طولی است. این ویژگی در مواردی که نمونه‌ها از نظر کیفیت حفظ‌شدگی، بهتر باشند، سبب می‌شود تشخیص بین آن دو اثر گونه آسان گردد (Pl. 1, figs. 15, 16). *Phycodes templus*: یک نمونه یافت شده شامل دسته‌ای از حفاری‌ها است که به یک مجرای اصلی (home base) وصل هستند و از این مجرا به صورت خمیده و دسته جارویی باز می‌شوند و به حالت برجسته در سطح زیرین لایه‌بندی حفظ شده‌اند. اندازه لوله‌های حاصل از حفاری یکسان نیست و قطر مجرای اصلی به حدود ۱۳ میلی‌متر می‌رسد و بخش لوله‌های فرعی به ۴۶ میلی‌متر می‌رسد. بخشی از اثر به علت فرسایش از بین رفته و طول قابل مشاهده نمونه ۹۵ میلی‌متر است. ارتباط مجراهای فرعی با مجرای اصلی به شکل تدریجی است و ظاهری پیچشی دارد. این نمونه مشابه با نمونه پاراتایپ گونه *Phycodes templus* است (Han & Pickerill, 1994) (Pl. 2, fig. 2). *Phycodes isp.*: شامل یک حفاری اصلی به قطر متوسط ۴ میلی‌متر است که از آن شش تا هفت لوله به طور خمیده در هر دو سوی آن تقریباً به طور متقارن انشعاب پیدا کرده‌اند و شکل پروانه مانند را به اثر فسیل داده‌اند. این لوله‌ها از یک نقطه در هر دو طرف از حفاری اصلی جدا شده‌اند در حالی که لوله اصلی همچنان ادامه دارد. طول لوله اصلی ۲۱ میلی‌متر و طول لوله‌های فرعی از ۴ تا ۱۱ میلی‌متر متغیر است. انشعاب برخی از لوله‌های فرعی از بخش‌های ابتدایی لوله‌های فرعی پیشین است. انتهای انشعابات آزاد و گرد است. این اثر فسیل با اثر فسیل *Paleodictyon nodosum* همراه است (Pl. 2, fig. 1). *Planolites annularius*: دو نمونه یافت شده به صورت اثر حفاری افقی لوله‌ای شکل‌اند که در سطح زیرین لایه‌بندی تا درون لایه‌های ماسه‌سنگی ریز تا متوسط دانه نازک تا سبتر لایه حفظ شده‌اند. این اثرهای لوله‌ای شکل با فاصله‌های ۲ تا ۳ میلی‌متری حلقه‌دار هستند. قطر حفاری در طول اثر ثابت و ۶ میلی‌متر است. مواد پرکننده اثرها از نظر رسوب‌شناسی مشابه سنگ میزبان‌اند. برخی از این اثر فسیل‌های لوله‌ای شکل دارای تزیینات حلقه‌ای در طول خود هستند که به طور معمول به فعالیت حرکات دودی شکل (peristalsic) جانوران کرمی شکل نسبت می‌دهند در واقع شاید به وضعیت تغذیه‌ای حرکتی جانور بستگی داشته باشد (Pl. 1, fig. 6). *Planolites beverleyensis*: به صورت لوله‌های افقی مستقیم تا کمی خمیده هستند که به شکل برجسته در سطح زیرین لایه‌های ماسه‌سنگی (hypoichnia) حفظ شده‌اند و در مواردی ممکن است به حالت درون لایه‌ای نیز درآیند. مواد رسوبی پرکننده لوله‌ها از نظر جنس سنگ‌شناسی مشابه یا متفاوت از سنگ میزبان‌اند. ساختمان خاصی در رسوبات پرکننده دیده نمی‌شود و فاقد آستر بندی در دیواره هستند. قطر لوله‌ها که در برش عرضی دایره‌ای شکل‌اند، ۵ تا ۱۰ میلی‌متر است و این قطر در طول لوله تغییر نمی‌کند (Pl. 1, figs. 6, 7). *Protovirgularia longespicata*: اثر فسیل خزشی مستقیم و با انحنا بسیار کم با حفظ شده به شکل برجسته در سطح زیرین لایه‌بندی است. در هر دو سوی اثر زائده‌های متقارن دیده می‌شود که کم و بیش هم اندازه در دو سوی برجستگی میانی و با زاویه حاده آرایش یافته‌اند. در برخی نمونه‌های اثر، خط میانی آشکار نیست. پهنای اثر بین ۴ تا ۱۰ میلی‌متر متغیر است و پهنای زائده‌های جانبی ۲ تا ۳ میلی‌متر است. به طول بیشینه ۵۰ سانتی‌متر دیده شد (Pl. 2, figs. 3, 4). *Squamodictyon isp.*: یک نمونه یافت شده به شکل شبکه‌ای از حفاری‌های

قرارگیری این مخروط‌ها منظم بوده و در فاصله‌های مساوی نسبت به یکدیگر آرایش یافته‌اند. نمونه دیگر نسبت به نمونه پیشین از نظم کمتری در آرایش مخروط‌ها برخوردار است و شامل نه مخروط است. برخی از مخروط‌ها به طور ناقص ایجاد شده‌اند. با این حال قطر کلی حفاری در طول قابل مشاهده یکسان است. این اثر در بین اثر فسیل‌های همراه این گونه ممکن است با اثر فسیل *Gyrochort* Heer, 1865 اشتباه شود ولی به سبب در هم نبودن آرایش مخروطی و شکل گیسویی نداشتن (آن چه که در اثر فسیل *Gyrochort* دیده می‌شود) از آن متمایز می‌شود (Pl. 1 fig. 10). *Neonereites multiserialis*: یک نمونه یافت شده به صورت خزش (trail) خمیده که برجسته در سطح زیرین لایه‌بندی حفظ شده است و شامل رشته‌ای از برجستگی‌های (knobs) متعدد در چند ردیف است. پهنای این اثر خزشی ۶ میلی‌متر و به طول ۳۰ میلی‌متر است. اندازه گلوله‌های برجسته متغیر و بین ۰/۵ تا ۱/۵ میلی‌متر است. این اثر فسیل به همراه اثر فسیل‌هایی چون *Fucusopsis isp.*, *Paleodictyon latum*, *Granularia isp.*, *Gordia isp.* است و تحت تأثیر حفاری سایر جانداران اثر ساز نیز قرار گرفته است (Pl. 1, fig. 11). *Paleodictyon latum*: این اثر فسیل به صورت شبکه ریز شش گوشه است که در سطوح صاف یا ناهموار یک قطعه نمونه که دارای دو اثر فسیل از این گونه است گسترده شده است. اندازه چند ضلعی‌ها بین یک تا یک و نیم میلی‌متر متغیر است و قطر لوله‌ها ۰/۹ میلی‌متر اندازه گیری شد. برخی از چند ضلعی‌ها شش گوشه نبوده و به صورت پنج یا هفت ضلعی هستند. برجستگی لوله‌ها زیاد نیست و کمتر از یک میلی‌متر است (Pl. 1, fig. 11). *Paleodictyon cf. majus*: دو نمونه یافت شده از این گونه به شکل شبکه منظم شش گوشه‌اند. با این وجود در یکی از نمونه‌ها که گسترش بیشتری دارد، برخی جاها شش گوشه‌ها از حالت منظم خارج شده و به صورت چهار گوشه یا پنج گوشه یا حتی چند گوشه هستند. اندازه متوسط هر شبکه ۱۰ میلی‌متر و اندازه لوله‌ها ۲ تا ۳ میلی‌متر است. این اثر فسیل با داشتن قطری حدود یک میلی‌متر در شبکه‌ها، مشابه گونه *P. majus* است ولی به علت داشتن قطر لوله بیشتر و همچنین نامنظم بودن برخی از شبکه‌ها از گونه یاد شده تفاوت دارد. از این اثر گونه از رسوبات فلیشی جنوب خاوری ایران در حوضه مکران نیز گزارش شده است (عباسی، ۱۳۸۰، Crimes & McCall, 1995) (Pl. 1, fig. 12). *Paleodictyon nodosum*: این نمونه که با اثر فسیل *Phycodes isp.* همراه است، به صورت شبکه از لوله‌های پهن و متراکم بوده و بخش میانی لوله‌ها و داخل شبکه‌ها فضای کمتری را دارد. قطر لوله‌ها بین ۱ تا ۲ میلی‌متر است. برخی از شبکه‌ها حالت کشیده‌ای دارند. اثر فسیل *Palaeophycus isp.* همراه آن با توجه به ارتباط حفاری‌ها پس از *Paleodictyon* ایجاد شده است. این گونه از رسوبات فلیشی واحد رکشا به سن میوسن منطقه نیک شهر (عباسی، ۱۳۸۰) و واحد شهرپوم منطقه طاهروی (Crimes & McCall, 1995) حوضه مکران نیز گزارش شده است که نمونه جلفا از نظر شکل و اندازه لوله‌ها با آنها مشابه است (Pl. 1, fig. 13). *Palaeophycus alternatus*: این نمونه به شکل اثر حفاری لوله‌ای مستقیم است که در سطح خود آثار خطوط ظریف و طولی دارد و در فاصله‌های یک تا چند سانتی‌متر آثار حلقوی عرضی نشان می‌دهد. قطر حفاری اندکی در طول حفاری تغییر می‌کند. این نمونه به طور مشخص به گونه *Palaeophycus alternatus* تعلق دارد. مشابه چنین اثر فسیل‌هایی از رسوبات فلیشی واحد رکشا به سن میوسن با نام *Fucusopsis annulata* گزارش شده است (عباسی، ۱۳۸۰). البته باید توجه داشت که تمایز بین اثر جنس *Palaeophycus* با دیگر اثر فسیل‌های مشابه که ممکن است تنها به علت اختلاف جزئی معرفی شده باشند، هنوز مورد بحث تاکسونومیک است. در هر حال ویژگی‌های معرفی شده توسط Pemberton & Frey (1982) برای تشخیص اثر فسیل‌های رسوبات مورد مطالعه به کار رفته است (Pl. 1, fig. 14).

میزان ۵ میلی‌متر است (Pl. 2, fig 10).

۵- مجموعه‌های اثر فسیلی

مجموعه‌های اثر فسیلی نشان دهنده همزیستی و ارتباطات دیرینه بوم‌شناختی جاندارانی است که به نحوی با همدیگر فعالیت‌های حیاتی داشته و اثر این فعالیت‌ها بر سطح یا در داخل لایه‌های رسوبی برجای مانده است. به منظور تفسیر بهتر این نوع مسائل، بررسی همزمان فابریک و سلسله مراتب ایجاد یا تقدم و تأخر اثر فسیل‌ها و عوامل مؤثر محیطی مانند رخساره‌های سنگی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این راستا بحث‌های مختلفی بر روی رخساره‌های اثر فسیلی (Ichnofacies) به عمل آمده (Frey & Pemberton, 1984; Frey et al., 1990) و در دیدگاه‌های جدیدتر از مفاهیمی چون تجمع (assemblage) و دسته (Suite) اثر فسیل‌ها (Bromley, 1990)، رشته (Ichnogulid) و ایکنوسینوس (Ichnocoenosis) (Bromley, 1990; Bambach, 1983)؛ (Buatois et al., 1998) استفاده می‌شود. در اینجا بر پایه نوع و فراوانی اثر فسیل‌ها و موقعیت چینه‌شناسی، اثر فسیلی‌های یافت شده در توالی مورد بررسی به شش مجموعه (ichno-assemblage) طبقه‌بندی شدند. نام هر مجموعه بر پایه بیشترین فراوانی یا شاخص‌ترین اثر فسیل‌ها انجام پذیرفت. جدول ۱ خلاصه‌ای از ویژگی‌های هر یک از مجموعه‌ها را نشان می‌دهد. برخی از این مجموعه‌ها با داشتن اثر فسیل مشخص به رخساره اثر فسیلی (Ichnofacies) نرئیتس نسبت داده شدند. ولی در برخی به علت وجود اثر فسیل‌هایی که مرزهای رخساره‌ای را قطع می‌نمایند، نمی‌توان آن را به طور قطع به رخساره‌ای معین نسبت داد. با این وجود، این آثار از رسوبات فلیشی نیز گزارش شده‌اند و در اینجا نیز این رخساره رسوبی برای این مجموعه‌ها تعیین شده است.

۶- بحث

بیشتر رسوبات توالی مورد بررسی از رسوبات ماسه‌سنگی و سیلت‌سنگ است که بیشتر دارای اثر فسیل‌ها به صورت قالب در سطح زیرین خود هستند به عبارتی فعالیت جانوران اثرساز بر روی سطح بالایی رسوبات گلی متمرکز بوده و سپس پس از رسوبگذاری توسط رسوبات ماسه‌سنگی سیلت سنگی قالب‌گیری شده‌اند. با توجه به موضوع یادشده، به نظر می‌رسد بیشتر این آثار پس از رخداد جریان‌ات آشفته و در محیط به نسبت آرام و با چرخش مناسب آب که اکسیژن کافی در اختیار زیست‌مندان قرار می‌داده است، تشکیل شده‌اند. پس از وقوع یک جریان آشفته رسوبات دانه‌درشت ماسه‌ای یا سیلتی نهشته شده و از این آثار فعالیت زیستی قالب تهیه شده است. میزان اکسیژن محیط و ویژگی‌های عمومی اثر فسیل‌ها همانند فراوانی، تنوع و سلسله مراتب ایجاد در نهشته‌های فلیشی توسط (Leszczyński, 1991) مورد بحث قرار گرفته است، به طوری که میزان اکسیژن محلول در محیط اندازه اثر فسیل‌ها پیش از ایجاد جریان‌ات آشفته کنترل می‌نماید. در حد اکسیژن اندک اثر فسیل‌ها به صورت برجستگی‌های کوچک و پراکنده هستند و توسط جانوران رسوب‌خوار (deposit-feeder) یا معلق‌خوار (suspension-feeder) ایجاد شده‌اند. با این حال ممکن است با افزایش حد اکسیژن محیط، برخی از جانوران اثرساز فراوان شده و با مصرف مواد غذایی محیط باعث حذف گروه‌های دیگری که در حد اندک اکسیژن فعالند، شوند (Leszczyński, 1991). جدول ۲ اطلاعات مربوط به رفتار زیستی هر یک از اثر فسیل‌های یافت شده را نمایش می‌دهد. همان طور که دیده می‌شود بیشترین فعالیت زیستی مربوط به رفتار خزشی-تغذیه‌ای یا تغذیه‌ای است. در رسوبات مناطق ژرف رخساره‌های فلیشی به علت در دسترس بودن مواد آلی مورد نیاز برای تغذیه، انتظار بالا بودن چنین رفتار زیستی می‌رود. مجموعه اثر فسیل‌های حاصل از رفتار خزشی-تغذیه‌ای مربوط به رخساره اثر فسیلی نرئیتس هستند و نشان‌دهنده این موضوع‌اند که هر چقدر

شش، پنج یا چهار ضلعی است که به صورت نامنظم آرایش یافته‌اند و ظاهری شبیه یک پالتودیکتیون نامنظم را نشان می‌دهند. در بخشی از اثر، آرایش شش ضلعی منظم دیده می‌شود ولی در بخش دیگر این نظم وجود نداشته و به صورت فلس ماهی مانند، شامل حفاری‌های پنج یا چهار ضلعی است. قطر مش‌ها و لوله‌های حفاری شده کم و بیش یکسان است ولی در جاهایی لوله‌ها نازک‌تر می‌شوند. همچنین لوله‌ها در حاشیه مش‌ها ممکن است حالت مستقیم نداشته و خمیدگی نشان دهند. به علت گسترش نداشتن شبکه و کوچک بودن نمونه، تشخیص دقیق مراحل حفاری (مانند آنچه که Crimes & Crossley, 1991 پیشنهاد کرده‌اند) ممکن نیست، از این رو، نمی‌توان گونه آن را تعیین کرد (Pl. 2, fig. 5). *Strobiliorhaphe isp.*: به شکل اثر خزشی است که شامل یک اثر لوله‌ای کشیده منتهی به چندین اثر حفاری گلوله‌ای شکل می‌باشد. قطر گلوله‌ها بین ۴ تا ۵ میلی‌متر است. در نمونه به نمایش درآمده در شکل ۶ عکس صفحه ۲ این برجستگی‌ها در یک سمت اثر به تعداد سه عدد واضح‌تر از دو ردیف دیگر هستند و اثر به سمت جلوتر نیز ادامه دارد. در مقایسه با نمونه‌های (Książkiewicz, 1970) نمونه‌های جلفا دارای لوله پیوسته هستند. با این وجود وضعیت آرایش آثار گلوله‌ای شکل مشابه این نمونه‌هاست. به نظر می‌رسد این نوع آثار حاصل رفتار تغذیه‌ای جانوران اثرساز باشد (Pl. 2, fig. 6).

Taphrhelminthopsis recta: دو نمونه یافت شده به صورت اثر خزش مستقیم دو قسمتی با یک شیار میانی است که به صورت برجسته در سطح زیرین لایه‌بندی یک لایه ماسه‌سنگ قهوه‌ای حفظ شده است. برجستگی هر قسمت یکسان است هر چند که بخشی از یکی از قسمت‌ها (lobes) بر اثر فرسایش از بین رفته است. این اثر فسیل یکی از اثر فسیل‌های عمومی در رخساره‌های فلیشی است (Pl. 2, fig. 7).

Taphrhelminthopsis isp.: این نمونه که بخشی از آن یافت شد، به صورت برجستگی کاملاً خمیده دو قسمتی با یک شیار میانی است. سطح خارجی اثر با آثار خراش‌هایی است. پهنای اثر ۸۰ میلی‌متر و میزان ژرفای شیار میانی ۱۰ میلی‌متر است. بخش بیشتری از طول اثر به علت فرسایش از بین رفته است ولی خمیدگی که در اثر دیده می‌شود مشابه *Taphrhelminthopsis* است. نمونه یاد شده در بخشی از خمیدگی اصلی خود یک پیچش دیگر را نیز نشان می‌دهد که مشخص نیست آیا مانند گونه *T. plana* دارای مآندر مضاعف است یا نه (Pl. 1, fig. 14).

Thalassinoides isp.: به صورت حفاری‌های (burrows) لوله‌ای شکل انشعابی‌اند. اندازه قطر لوله‌ها کم و بیش در طول حفاری‌ها ثابت است ولی ممکن است در انشعابات فرعی کوچک‌تر شود. اندازه قطر لوله‌های حفاری شده به طور متوسط ۳۰ میلی‌متر است. این اثر فسیل دارای گسترش بر روی سطوح لایه‌بندی است و به صورت قالب در سطوح زیرین لایه‌بندی (hyporelief) حفظ شده‌اند و در برخی جاها انشعابات قائم نیز دارد. انشعابات حفاری به صورت Y شکل‌اند. نمونه‌ها بیشتر به صورت ناقص یافت شدند. رسوبات پرکننده حفاری‌ها همجنس با سنگ میزبان است و به صورت ماسه متوسط تا درشت دانه است، بنابراین اثر فسیل تالاسینوئیدس در توالی مورد بررسی به عنوان نشانگر محیط پارانژی تلقی می‌شود (Pl. 2, figs. 8, 9).

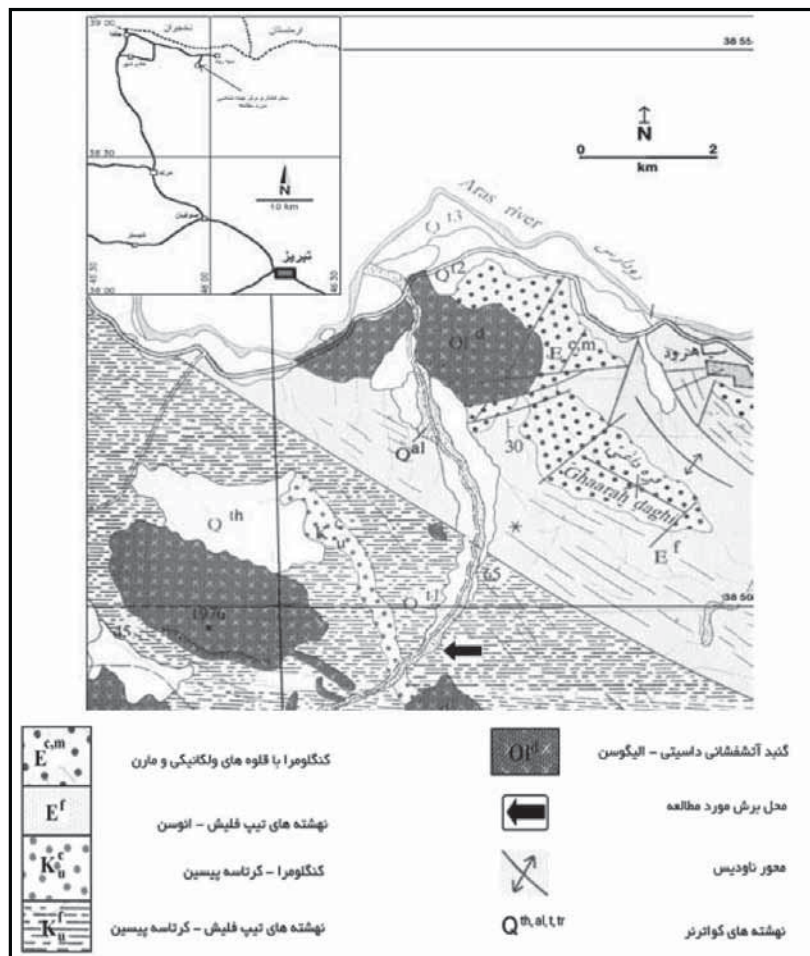
Treptichnus pollardi: در یکی از دو نمونه یافت شده (شکل ۱۰ عکس صفحه ۲) چهار قطعات حفاری راست و مستقیم دیده می‌شود که به شکل زیگزاکی آرایش یافته‌اند. قطر لوله‌های حفاری حدود ۵ میلی‌متر است ولی این قطر در بخش‌های میانی هر قطعه حفاری اندکی کاهش می‌یابد. زائده‌های کناری در این نمونه دیده نمی‌شود. در نمونه دیگر که به نسبت حفظ‌شدگی بهتری دارد، سه قطعه حفاری راست زیگزاکی دیده می‌شوند که دارای زائده‌هایی هستند. این اثر همراه با دیگر حفاری‌ها همچون *Planolites isp.*، *Granularia isp.* است و در بخش ابتدایی به نظر می‌رسد تداخلی با دیگر اثرها دارد. قطر حفاری در طول هر قطعه ثابت است و به

Thalassinoides را به فعالیت خرچنگ‌های تالاسینید نسبت می‌دهند. به عقیده Leszczyński & Seilacher (1991) شاید خرچنگ‌های اثرساز *Granularia* در طول زمان به محیط‌های دریایی ژرف‌تر نیز مهاجرت کرده‌اند و افزون بر ایجاد این اثر، تالاسینوئیدس نیز ایجاد کرده‌اند.

۷- نتیجه‌گیری

با اثر شناسی (ichnology) به عمل آمده بر روی برش بررسی شده چنین نتیجه‌گیری می‌شود که بیشتر توالی مربوط به بخش‌های A+B و E توالی بوما بوده و بر پایه داده‌های جهت جریان دیرینه، به نظر می‌رسد بخش‌های کم ژرفا و منشأ رسوبات بیشتر در نواحی شمال باختری یا جنوب خاوری بوده است. مجموعه متنوعی از اثر فسیل‌های یافت شده در این توالی را می‌توان در شش مجموعه اثر فسیلی (Ichnofossil assemblages) سامان داد. اثر فسیل‌های این مجموعه‌ها بیشتر مربوط به فعالیت زیستی تغذیه یا خزش همراه با تغذیه هستند و در طی دوره پس از حادثه (post-event) ایجاد شده‌اند. به طوری که پس از ایجاد و رخداد یک جریان آشفته در حوضه و آرام گرفتن شرایط محیط رسوبی، جانوران اثرساز فعالیت نموده و در صورتی که میزان اکسیژن محیط و مواد غذایی در دسترس کافی بوده است فعالیت این جانوران قابل توجه بوده است. هر چند بر اساس اثر فسیل‌های یافت شده در لایه ۲۲ (جدول ۱) محیط کم ژرفایی را می‌توان تفسیر کرد، ولی در مجموع اثر فسیل‌های یافت شده متعلق به رخساره اثر فسیلی نرئیتس هستند و رسوبات مورد بررسی در یک محیط ژرف حوضه رسوبی (Abyssal) نهشته شده‌اند.

محیط ایجاد اثر فسیل‌های ژرف، با سطح اکسیژن اندک و آرام باشد، این نوع رفتار نسبت به دیگر فعالیت‌ها چیره است. اثر فسیل تالاسینوئیدس در اساس متعلق به محیط رسوبی کاملاً کم ژرفا و جزو رخساره اثر فسیلی اسکولیتوس است ولی در رسوبات فلیشی با اکسیژن کم و با تنوع اثر فسیلی کم خاور بلغارستان به سن ژوراسیک نیز گزارش شده است (Tchoumatcheno & Uchman, 1999). در میان مجموعه اثر فسیل‌ها، اثر فسیل *Palaeophycus sulcatus* بیشترین فراوانی را دارد و سطوح برخی از لایه انباشته از این اثر فسیل است. به طور عموم *Bergaueria* اثر استراحت یا مسکنی شقایق‌های دریایی تفسیر می‌شود، و وجود این جانور کم ژرفایی در رسوبات فلیشی و ژرف امری غیر عادی به شمار می‌رود. البته از رسوبات فلیشی ولز این نوع اثر گزارش شده است. دیگر آثار فسیلی مانند *Cochlichnus*, *Helminthopsis*, *Treptichnus* و *Paleodictyon* از جمله اثرهای معمولی در رخساره‌های فلیشی به شمار می‌روند. *Phycodes* در ژرفاهای مختلف پراکندگی داشته و اساساً جزو رخساره کروزیاناست ولی گونه *Phycodes templus* از رسوبات دریایی ژرف با ماهیت زیست آشفته (توریدایتی) (Tb-c, Tb-d) گزارش شده است (Han & Pickerill, 1994). با توجه به ساختار اثر فسیل *Protovirgularia* به طور عموم جانور ایجاد کننده آن، حاصل فعالیت دوکفه‌ای به شمار می‌رود (Han & Pickerill, 1994). *Thalassinoides* و *Granularia* را به فعالیت خرچنگ‌ها نسبت می‌دهند. در مورد اثر فسیل *Granularia* مشابه اثر فسیل‌های افیومورفا یا تالاسینوئیدس است حاصل فعالیت حفاری خرچنگ‌ها است و به طور عموم



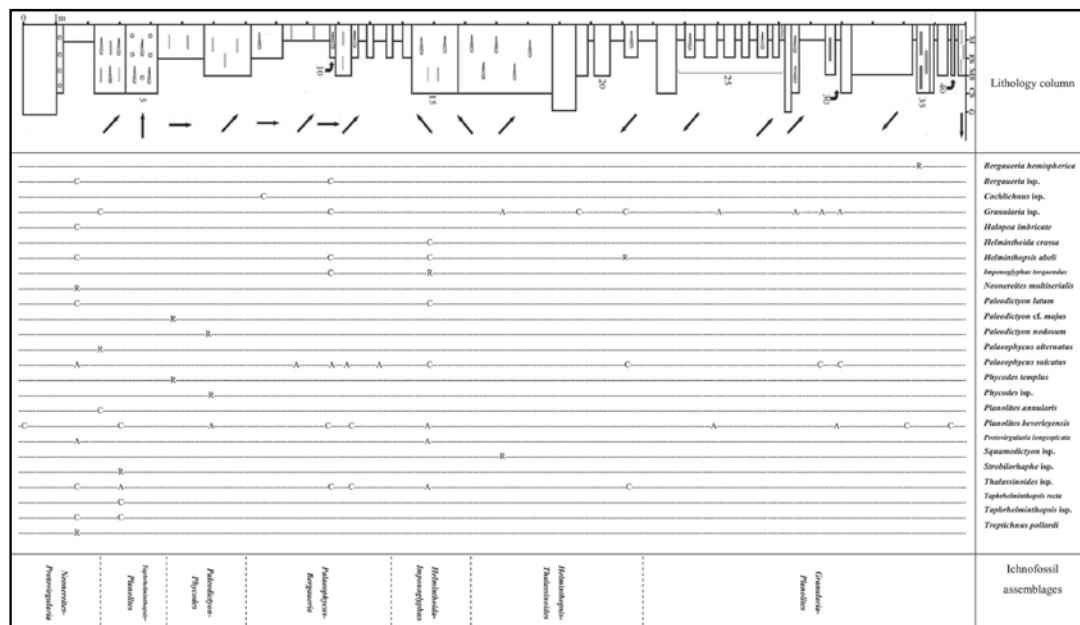
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی برش چینه‌شناسی مورد مطالعه و نقشه زمین‌شناسی منطقه آبشار آسیاب خرابه در باختر سیه رود به نقل از نقشه زمین‌شناسی چهار گوش جلفا با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (با اندکی تغییرات (عبداله‌ی و حسینی، ۱۳۷۵).

جدول ۱- ویژگی‌های مجموعه‌های آثار فسیلی در لایه‌های مورد بررسی. لایه‌هایی که شماره آنها بیان نشده است فاقد اثر فسیل هستند. برای توضیحات بیشتر محیط رسوبی به متن مراجعه شود (منابع: Miller & Smail, 1997 و 2- Frey & Pemberton, 1984).

ردیف	نام مجموعه	شماره لایه	فراوان ترین اثر فسیل (ها)	ایکونوفاسیس یا رخساره رسوبی ۱	ایکونوفابریک سطحی ۲	محیط رسوبی	اثر فسیل‌های موجود
۱	Protovirgularia-Neonereites	۳	Protovirgularia و Palaeophycus sulcatus	Nereites	۴ تا ۴/۵	Abbyssal	Palaeophycus sulcatus, Protovirgularia longespicata, Taphrhelminthopsis recta, Taphrhelminthopsis isp., Thalassinoides isp., Helminthopsis isp., Paleodictyon latum, Neonereites multiserialis, Treptichnus pollardi, Halopoa imbricate, Planolites beverleyensis
۲	Taphrhelminthopsis - Planolites	۴ و ۵	Thalassinoides isp., Planolites beverleyensis	Nereites	۲	Abbyssal	Thalassinoides isp., Planolites beverleyensis, Planolites annularis, Granularia isp., Palaeophycus alternatus, Taphrhelminthopsis recta, Strobiliorhaphe isp.
۳	Paleodictyon-Phycodes	۶ و ۷	Planolites	Nereites فلیشی	۱	Abbyssal	Paleodictyon cf. majous, Paleodictyon nodosum, Phycodes templus, Phycodes isp., Planolites beverleyensis
۴	Palaeophycus-Bergaueria	۸ تا ۱۳	Palaeophycus sulcatus	فلیشی	۴ تا ۵	Slope تا Abbyssal	Bergaueria isp., Granularia isp., Helminthopsis abeli, Imponoglyphus torquendus, Palaeophycus sulcatus, Planolites beverleyensis, Thalassinoides isp.
۵	Helminthoida - Imponoglyphus	۱۵	اثر فسیل‌ها فراوانی کم و بیش یکسانی دارند	Nereites	۴	Abbyssal	Granularia isp., Helminthoida crassa, Helminthopsis abeli, Imponoglyphus torquendus, Paleodictyon latum, Planolites beverleyensis, Palaeophycus sulcatus, Protovirgularia longespicata, Squamodictyon isp., Thalassinoides isp.
۶	Helminthopsis-Thalassinoides	۲۲	Granularia isp.	Cruziana-Skolithos	۲	Sublittoral	Granularia isp. Helminthopsis abeli, Palaeophycus sulcatus, Thalassinoides isp.
۷	Granularia - Planolites	۲۵ تا ۳۰ و ۳۵ تا ۴۲	Granularia isp.	فلیشی	۰ تا ۲	Slope تا Abbyssal	Bergaueria hemispherica, Granularia isp., Palaeophycus sulcatus, Planolites beverleyensis

جدول ۲- رفتار زیستی سازندگان اثر فسیل‌ها در رسوبات فلیشی منطقه جلفا. علامت پرسش، احتمالی بودن نوع فعالیت را نشان می‌دهد.

خزشی	خزشی-تغذیه ای	تغذیه ای	تغذیه ای-مسکن	مسکن	استراحت
Cochlichnus Palaeophycus	Helminthoida Helminthopsis Neonereites Paleodictyon Protovirgularia Squamodictyon Taphrhelminthopsis Treptichnus	Cochlichnus? Halopoa Imponoglyphus? Phycodes Planolites Strobiliorhaphe?	Thalassinoides	Bergaueria Granularia Halopoa	Bergaueria Protovirgularia



شکل ۲- ستون چینه‌شناسی و پراکنندگی اثر فسیل‌ها در توالی مورد بررسی. حروف R کمیاب، C عمومی و A فراوان بودن اثر فسیل‌ها را نشان می‌دهند. دیگر علامت‌ها در ستون چینه‌شناسی عبارتند از: اندازه متوسط ذرات؛ M گل، FS ماسه سنگ ریز، MS ماسه سنگ متوسط، CS ماسه سنگ درشت و G کنگلومرا، علامت‌ها شامل: جهت جریان، قالب جریانی، قالب شیبی، ماسه سنگ قله دار و ماسه سنگ با لامینه‌بندی و عددها شماره گذاری لایه‌ها را نشان می‌دهند.

Plate 1

شکل ۱- *Bergaueria hemispherica* حفظ شده به صورت برجسته در سطح زیرین لایه‌بندی، مقیاس ۱cm. شکل ۲- *Bergaueria isp.* به صورت برجستگی زگیل مانند در سطح زیرین لایه‌بندی (پیکان). شکل ۳- *Cochlichnus isp.* اثر خزشی سینوسی در سطح زیرین لایه‌بندی (پیکان). شکل‌های ۴ و ۵- *Granularia isp.* اثر حفاری انشعابی با دیواره مشخص (پیکان) در سطح زیرین لایه‌بندی، میانگین قطر حفاری ۱۰ میلی‌متر است. شکل ۶- *Halopoa imbricate* اثر حفاری مستقیم غیر انشعابی به چین و چروک سطحی (H)، به همراه اثر فسیل‌های *Planolites annularis* (Pa) و *Planolites beverleyensis* (Pb) مقیاس ۲cm. شکل ۷- *Helminthoidea crassa* به همراه سایر اثر فسیل‌ها حفظ شده در سطح زیرین لایه‌بندی. شکل‌های ۸ و ۹- *Helminthopsis abeli* اثر خزشی مآندری برجسته در سطح زیرین لایه‌بندی. شکل ۱۰- *Imponoglyphus torquendus* به صورت اثر فسیل مخروط‌های در هم فرورفته. اثر فسیل ستبر همراه بخشی از حفاری اثر فسیل *Thalassinoides isp.* شکل ۱۱- *Neonereites multiserialis* با علامت Nm به همراه اثر فسیل‌ها شامل *Bergaueria hemispherica* (Bh)، *Paleodictyon latum* (Pl) و *Planolites beverleyensis* (Pb). شکل ۱۲- *Paleodictyon cf. majus* مساحت قابل توجهی از سطح زیرین لایه‌بندی را پوشانده است. مقیاس خطی زیر شماره عکس ۲cm است. شکل ۱۳- *Paleodictyon nodosum* همراه اثر فسیل *Phycodes isp.* که پس از آن تشکیل شده است. شکل ۱۴- *Palaeophycus alternatus* با علامت (Pa) به همراه اثر فسیل *Taphrhelminthopsis isp.* با علامت (Tc). شکل ۱۵- سطح زیرین یک لایه رسوبی (محل خودکار به عنوان مقیاس) که انباشته از اثر فسیل *Palaeophycus sulcatus* است. شکل ۱۶- *Palaeophycus sulcatus* با علامت (Ps) و اثر فسیل‌های *Protovirgularia longespicata* (Pv) و *Helminthopsis abeli* (Ha) نوک سفید رنگ خودکار به عنوان مقیاس ۶۱mm و طول چکش ۳۳cm است.

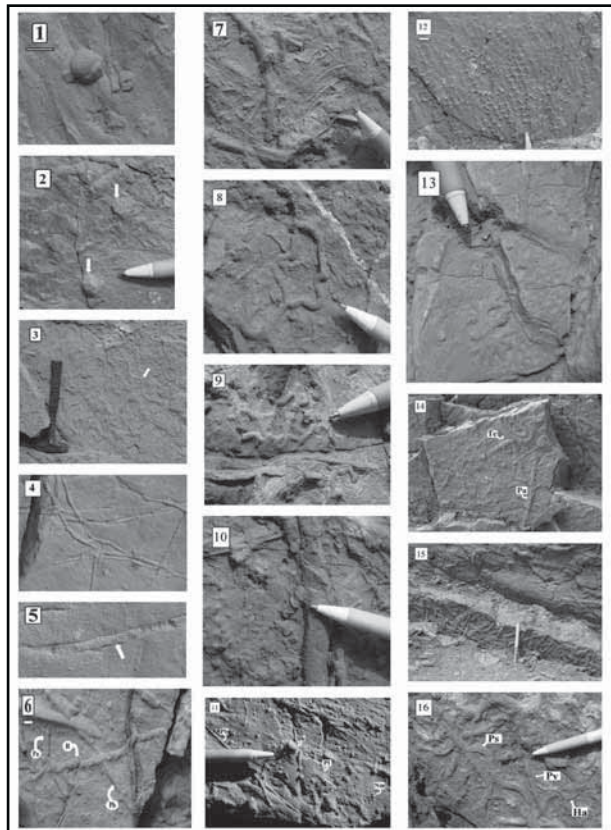
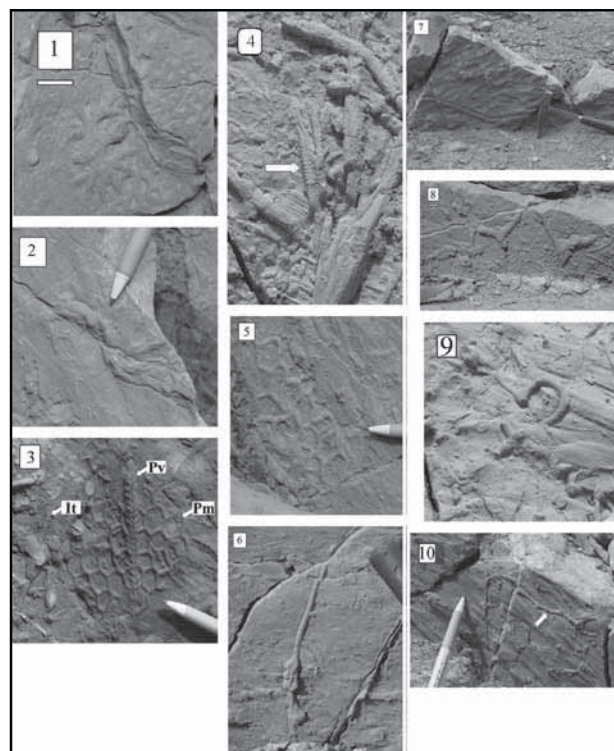


Plate 2

شکل ۱- *Phycodes isp.* به همراه اثر فسیل *Paleodictyon nodosum* که پیش از آن تشکیل شده است. شکل ۲- *Phycodes templis* حفظ شده به صورت برجسته در سطح زیرین لایه‌بندی. شکل ۳- *Protovirgularia longespicata* با علامت (Pv) به همراه *Imponoglyphus torquendus* (It) و *Paleodictyon cf. majus* (Pm) (پیکان) با مجموعه‌ای از اثر فسیل‌ها متنوع در سطح زیرین لایه‌بندی. شکل ۴- *Protovirgularia longespicata* شبکه از حفاری‌های چند ضلعی نامنظم. شکل ۵- *Strobilorhapse isp.* به همراه اثر حفاری لوله‌ای ممتد در ابتدای خود. شکل ۶- *Taphrhelminthopsis recta* اثر فسیل خزشی دو لبه‌ای مستقیم با اندکی خمیدگی. شکل‌های ۷ و ۸- *Thalassinoides isp.* به صورت حفاری‌های انشعابی در سطح زیرین رسوبات. شکل ۹ به علت این که از فاصله دور عکس برداری شده است فاقد مقیاس است. شکل ۱۰- *Treptichnus pollardi* (پیکان) به همراه اثر فسیل‌های دیگر در سطح زیرین لایه‌بندی. نوک سفید رنگ خودکار به عنوان مقیاس ۱۶mm و طول چکش ۳۳cm است.



کتابنگاری

- عباسی، ن.، ۱۳۸۷- ایکنوتاکسونومی اثر فسیل‌های فلیش در رسوبات کرتاسه منطقه سیاه چشمه جلفا، استان آذربایجان شرقی. گزارش نهایی طرح پژوهشی، معاونت پژوهشی دانشگاه زنجان، ۹۰ ص.
- عباسی، ن.، ۱۳۸۰- پالئوایکونولوژی، لیتوستراتیگرافی و تفسیر محیط‌های رسوبی واحدهای رکشا و "وزیری" (میوسن) در منطقه نیک شهر- قصر قند (مکران). پایان نامه برای دریافت درجه دکتری، دانشگاه شهید بهشتی، منتشر نشده، ۳۵۰ص. (با چکیده انگلیسی و فرانسوی).
- عبداللهی، م. و حسینی، م.، ۱۳۷۵- گزارش نقشه جلفا، (به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰). سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- مهرپرتو، م.، ۱۳۷۶- زمین‌شناسی ناحیه سیه رود، چهارگوش شماره ۵۲۶۷ سری ۱:۱۰۰۰۰۰. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

References

- Bambach, R. K., 1983- Ecospace utilization and guilds in marine communities through the Phanerozoic. in: Tevesz, M. J. S., McCall, P. L. (eds.) Biotic Interactions In Recent and Fossil Benthic Communities, Plenum Press, 18: 1-13.
- Bromley, R. G., 1990- Trace Fossils: Biology and Taphonomy. Unwin Hyman, London, 280 p.
- Buatois, L. A. & Mángano, G. M., Genise, J. F. & Taylor, T. N., 1998- The ichnologic record of the continental invertebrate invasion: evolutionary trends in environmental expansion, ecospace utilization, and behavioral complexity, *Palaios*, 13: 217- 240.
- Crimes, T. P. & Crossley, J. D., 1991- A diverse ichnofauna from Silurian flysch of Aberystwyth Grits Formation, *Wales Geological J.*, 26: 27-64.
- Crimes, T. P. & McCall, G. J. H., 1995- A diverse ichnofauna from Eocene-Miocene rocks of the Makran Range (S.E. Iran). *Ichnos*, 3: 231-258.
- Frey, R. W., Pemberton, S. G. & Saunders, T. P. A., 1990- Ichnofacies and bathymetry: A passive relationship. *J. Paleont.* 64, 155-158.
- Frey, R. W. & Pemberton, S. G., 1984- Trace fossil facies models. in: R. G. Walker (ed.) *Facies Models*. Geoscience Canada, Reprint Series 1, 189-207.
- Han, Y. & Pickerill, R. K., 1994- *Phycodes templis* sp. nov. from the Lower Devonian of northwestern New Brunswick, eastern Canada. *Atlantic Geology*, 30, 37-46.
- Książkiewicz, M., 1970- Observations on the ichnofauna of the Polish Carpathian. in: Crimes, T. P. & Harper, J. C. (eds.) *Trace Fossils*. *Geol. J. Spec. Issu.* 3: 283-322.
- Leszczyński, S. & Seilacher, A., 1991- Ichnocoenoses of a turbidite sole. *Ichnos*, 1: 293-303.
- Leszczyński, S., 1991- Oxygen-related controls on predepositional Ichnofacies in turbidites, Guipúzcoan flysch (Albian-Lower Eocene), north Spain. *Palaios*, 6: 271-280.
- Leszczyński, S., 2004- Bioturbation structures of the Kropivnik Fucoid Marls (Campanian-lower Maastrichtian) of the Huwniki-Rybotycze area (Polish Carpathians). *Geol. Quarterly*, 48(1): 35-60.
- Miller, M. F. & Smail, S. E., 1997- A semi-quantitative field method for evaluating bioturbation on bedding planes. *Palaios*, 12: 391-396.
- Pemberton, S. G. & Frey, P. W., 1982- Trace fossil nomenclature and the Planolites-Palaeophycus dilemma. *J. Paleont.* 56: 843-881.
- Tchoumatcheno, P. & Uchman, A., 1999- Lower and Middle Jurassic flysch trace fossils from the eastern Stara Planina Mountains, Bulgaria: A contribution to the evolution of Mesozoic ichnodiversity. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 213(2): 169-199.