پاییز ۸۹، سال بیستم، شماره ۷۷، صفحه ۹ تا ۱۶

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

نصراله عباسی[1*]

[1] 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, Helminthoida 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., *Strobilorhaphe* isp., *Thalassinoides* isp., *Taphrhelminthopsis recta, Taphrhelminthopsis convolute, Treptichnus pollardi* می‌باشند. این اثر فسیل‌ها بیشتر آثار خزشی- تغذیه‌ای یا تغذیه‌ای رخساره اثرفسیلی 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)، دیرینه شناسان 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 صحرایی پس از تعیین ابتدا و انتهای برش مورد نظر از روش مترکشی، 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 آستربندی 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 شباهت رخساره‌ای نزدیکی با همدیگر دارند. مرز زیرین رسوبات فلیش کرتاسه بالایی با سنگ‌آهک اوربیتولین‌دار 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 برونزد دارد و به دو واحد تقسیم شده است. واحد زیرین از توالی ماسه‌سنگ و شیل تیپ فلیش ترکیب یافته و دارای یک واحد کنگلومرایی در درون خود است و واحد بالایی از توالی سنگ‌آهک میکرایتی، سیلت‌سنگ، شیل و مارن تشکیل شده است. همان طور 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 (عبدالهی و حسینی، ۱۳۷۵ و مهرپرتو، ۱۳۷۶). برش چینه‌شناسی مورد بررسی به ستبرای ۳۰ متر در واحدهای فلیش کرتاسه (واحد K_u^{fl} در ورقه سیه‌رود معادل واحد K_u^{f} در ورقه جلفا) و کنگلومرای کرتاسه (K_u^{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 اثرفسیل‌های بسیار متنوع در سطوح زیرین لایه‌بندی هستند. در برخی از لایه‌ها ساخت‌های رسوبی چون قالب وزنی (load cast)، قالب شیاری (groove cast)، قالب جریانی (flute cast) دیده می‌شود. شروع توالی با یک کنگلومرا است 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 کنگلومرایی 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 جریانی و شیاری تشخیص داده شد به ترتیب فراوانی شامل جهت‌های NW، SE، N، SW و W 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 C ، B و D است.

۴- توصیف اثر فسیل‌ها

در لایه‌های مورد مطالعه ۱۸ اثر جنس (ichnogenous) شامل ۲۵ اثر گونه (ichnospeices) 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 اثرگونه‌ها 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 توپی شکل با دیواره صاف است هر چند که در بخشی از اثر فسیل ناهمواری‌هایی دیده می‌شود. جنس رسوبات پر کننده 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 آستربندی 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 اثرها 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 اثرجنس 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 آستربندی نازک است. در محل انشعابات ممکن است همراه با برجستگی و تورم باشد. جنس رسوبات پر کننده 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 زیردریایی 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).

***Helminthoida crassa*:** یک نمونه یافت شده به صورت اثر حفاری مآندری برجسته در سطح زیرین لایه‌بندی است که انتهای مآندرهای کاملاً خمیده‌اند. مآندرها موازی هم بوده و حالت کشیده‌ای دارند. قطر حفاری ۱ میلی‌متر، بلندی مآندرهای 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 پر کننده 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 هرگونه 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 اثرجنس *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 هرچند 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

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 اثرساز 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 لوله ها ۰/۹ میلی‌متر اندازه‌گیری 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 و 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 *Paleophycus* 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 طاهرویی (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 اثرجنس *Palaeophycus* با دیگر اثر فسیل‌های مشابه که ممکن است تنها به علت اختلاف جزیی 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).

Palaeophycus sulcatus: شامل آثار حفاری لوله‌ای شکل نامنظم مستقیم، خمیده تا کاملاً مآندری و سینوسی با آستربندی 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 اثرگونه *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 اثرگونه 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 (Pl. 2, fig. 2) (Han & Pickerill, 1994).

***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 ستبر 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 پر کننده لوله‌ها از نظر جنس سنگ‌شناسی مشابه یا متفاوت از سنگ میزبان‌اند. ساختمان خاصی در رسوبات پر کننده دیده نمی‌شود و فاقد آستربندی 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 انحنای 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

شش، پنج یا چهار ضلعی است که به صورت نامنظم آرایش یافته‌اند و ظاهری شبیه یک پالئودیکتیون 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).

***Strobilorhaphe* 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 در آمده 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 هرچند 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 ۱۰میلی‌متر 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 پر کننده 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 پرانرژی 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 *Granularia* isp.، *Planolites* است و در بخش ابتدایی به نظر می‌رسد تداخلی با دیگر اثرها دارد. قطر حفاری در طول هر قطعه ثابت است و به 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 سطوح 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)، رسته (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.

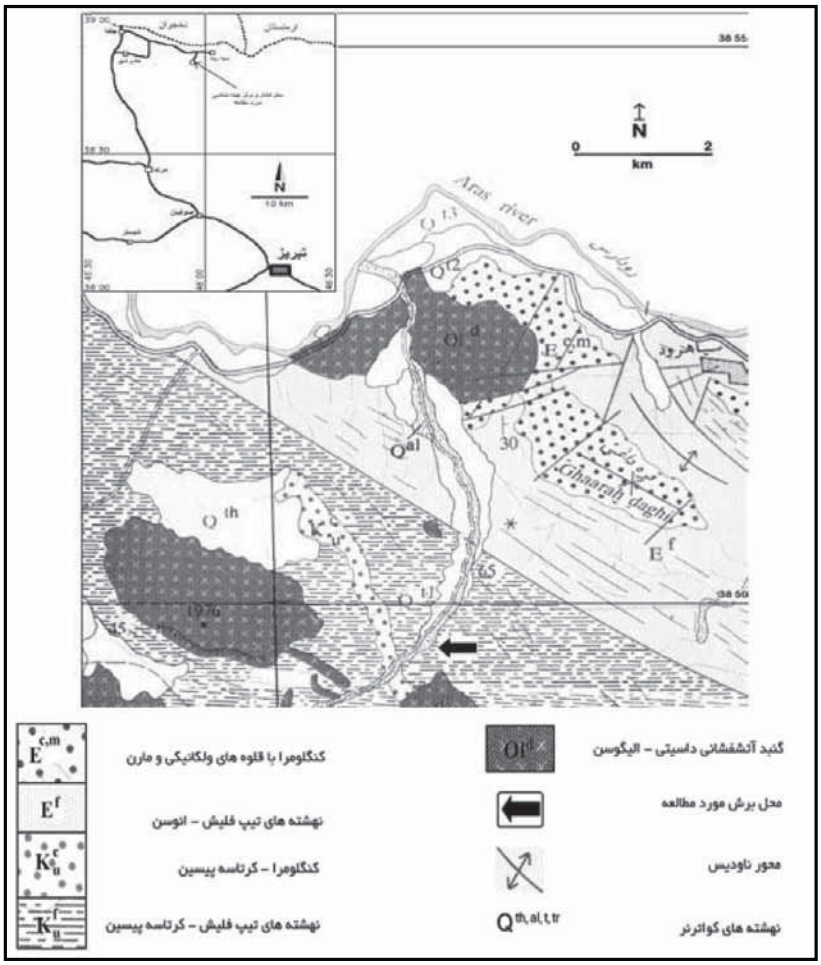
۶- بحث

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 فسیل‌های 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 رفتارخزشی-تغذیه‌ای مربوط به رخساره اثر فسیلی نرئیتس هستند و نشان‌دهنده این موضوع‌اند که هر چقدر

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 کم‌ژرفازی 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*، *Planolites*، *Paleodictyon* و *Treptichnus* 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 (توربیدایتی) (Tb، 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). *Granularia* و *Thalassinoides* 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 *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، D 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.



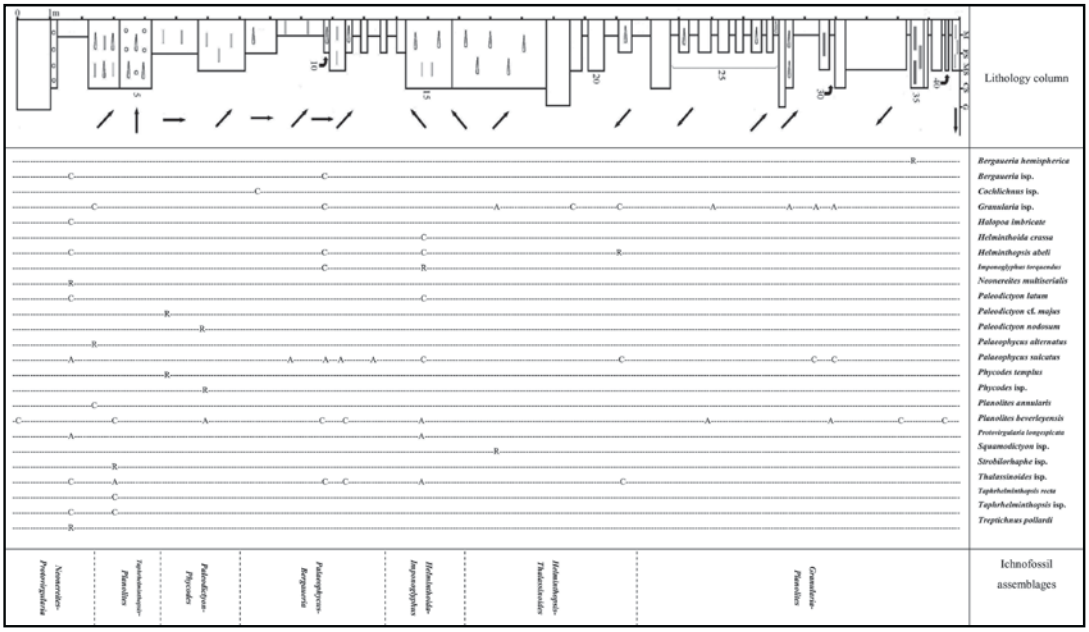
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی برش چینه‌شناسی مورد مطالعه و نقشه زمین‌شناسی منطقه آبشار آسیاب خرابه در باختر سیه رود به نقل از نقشه زمین‌شناسی چهار گوش جلفا با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ با اندکی تغییرات (عبدالهی و حسینی، ۱۳۷۵).

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: 1- Frey & Pemberton, 1984 و 2- Miller & Smail, 1997).

ردیف	نام مجموعه	شماره لایه	فراوان ترین اثر فسیل (ها)	ایکنوفاسیس یا رخساره رسوبی۱	ایکنوفابریک سطحی۲	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, Strobilorhaphe* 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 فسیل ها 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*

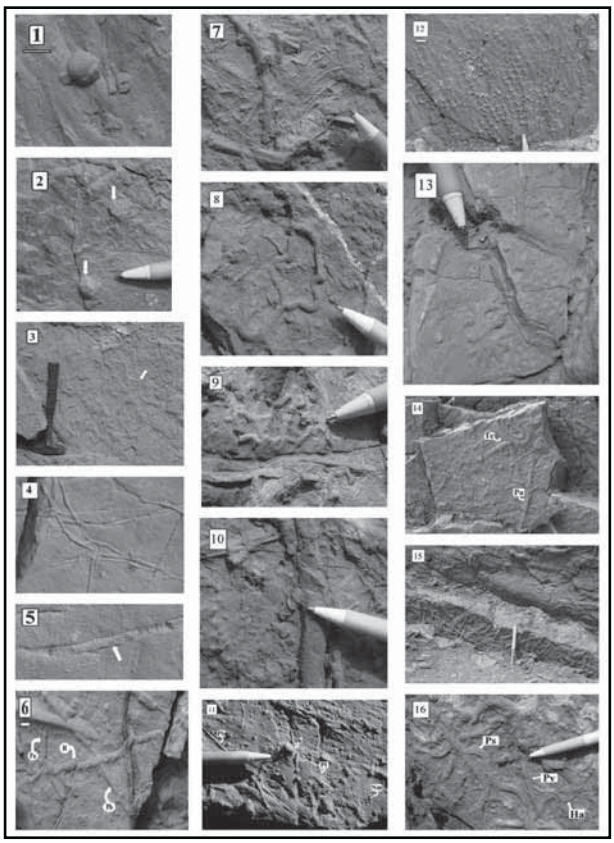
جدول ۲- رفتار زیستی سازندگان اثر فسیل‌ها در رسوبات فلیشی منطقه جلفا. علامت پرسش، احتمالی بودن نوع فعالیت را نشان می دهد.

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* *Strobilorhaphe?*	*Thalassinoides*	*Bergaueria* *Granularia* *Halopoa*	*Bergaueria* *Protovirgularia*



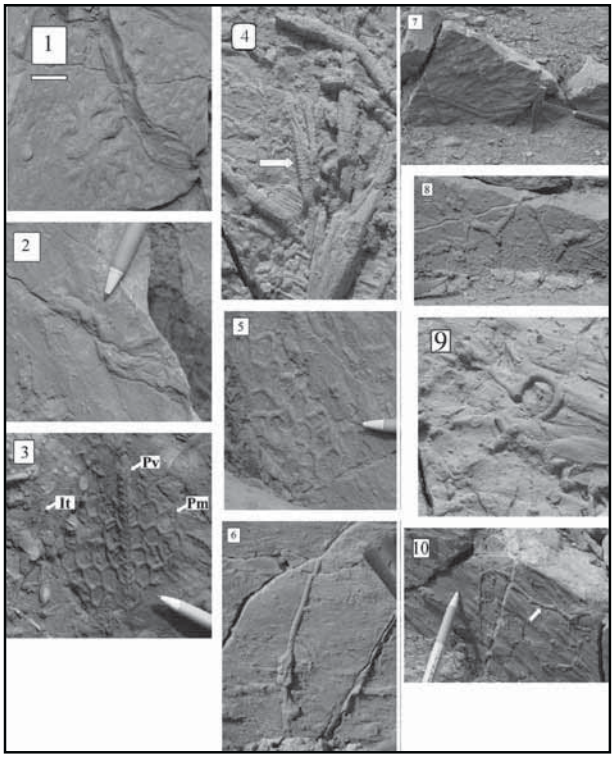
شکل ۲- ستون چینه‌شناسی و پراکندگی اثر فسیل‌ها در توالی مورد بررسی. حروف R کمیاب، C عمومی و A فراوان بودن اثر فسیل‌ها را نشان می‌دهند. دیگر علامت‌ها در ستون چینه‌شناسی عبارتند از: اندازه متوسط ذرات؛ M گل، FS ماسه‌سنگ ریز، MS ماسه‌سنگ متوسط، CS ماسه‌سنگ درشت و G کنگلومرا، علامت‌ها شامل: ← جهت جریان، ◁ قالب جریانی، ═══ قالب شیاری، ○ ماسه‌سنگ قلوه دار و ═══ ماسه‌سنگ با لامینه‌بندی و عددها شماره‌گذاری 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. شکل۷- *Helminthoida 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. است. 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* به 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 templus* 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). شکل ۴- *Protovirgularia longespicata* (پیکان) با مجموعه‌ای از اثر فسیل‌ها متنوع در سطح زیرین لایه‌بندی. شکل ۵- *Squamodictyon* isp. شبکه از حفاری‌های چند ضلعی نامنظم. شکل ۶- *Strobilorhaphe* isp. به همراه اثر حفاری لوله‌ای ممتد در ابتدای خود. شکل ۷- *Taphrhelminthopsis recta* اثر فسیل خزشی دو لبه‌ای مستقیم با اندکی خمیدگی. شکل‌های ۸ و ۹- *Thalassinoides* isp. به صورت حفاری‌های انشعابی در سطح زیرین رسوبات. شکل ۳ 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 فلیشی در رسوبات کرتاسه منطقه سیاه چشمه جلفا، استان آذربایجان شرقی. گزارش نهایی طرح پژوهشی، معاونت پژوهشی دانشگاه زنجان، ۹۰ ص.

عباسی، ن.، ۱۳۸۰- پالئوایکنولوژی، لیتوستراتیگرافی و تفسیر محیط های 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).

عبدالهی، 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 templus isp. 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, Guipŭzcoan 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 semiquntitative 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.

Preparation of Red Pigment from Manganese Tailings of Venarch Mine (Qom)

Kh. Tahmasbi poor[1*] & A. Fazeli[1]

[1]Benefication Group, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

Received: 2006 July 31 Accepted: 2009 June 29

Abstract

VENARCH Manganese Mine is located about 30 Km from South –East of Qom city Volcano– clastic rocks of middle to upper Eocene age make up major outcrops of the region. Sedimentary rocks of Oligo-Miocene age overlie previous rocks, Red earth is found with manganese in the majority of manganese mines of which the most important are Darband & Doctor mines.Their probable reserves are 5760 and 1920 thousand tons.We took Samples were taken from these mines and XRF, XRD studies and microscopic studies were carried out to identify their chemical and physical properties.

Dry and Wet sieve and scrubbing analysis were carried out on the samples and in order to decrease the cost and time of project the number of tests was done based onTaguchi method. The concentration of the raw material is increased about 20 percent and a pigment with 70% Fe_2O_3 was obtained.At least oil absorbtion, covering power and coloured tests carried out.The results show that the pigment has adequate quality.

Key words : Red soil, Venarch, Pigment, Oil absorbtion, Covering power, Tailings

For Persian Version see pages 3 to 8

*Corresponding author: Kh.Tahmasbi poor; E-mail: K_portahmasebi@yahoo.com

Trace Fossils of Cretaceous Flysch Sediments from Abshar-e Asyab Kharabeh, Jolfa Area, NW Iran

N. Abbassi[1*]

[1] Department of Geology, Faculty of Sciences, Zanjan University, Zanjan, Iran.

Received: 2009 March 01 Accepted: 2009 August 10

Abstract

Cretaceous flysch deposits of the Abshar-e Asyab Kharabeh (30 meters) in west of Siah-rud village in the Jolfa area, NW Iran, consist of conglomerate, sandstone, siltstone and mud- or marlstone layers, which mainly belong to A, B, D and E divisions of Bouma sequence. A divers trace fossils preserved on the lower bedding planes of sandstones and siltstones as positive hyporelief, includes: *Bergaueria hemispherica, Bergaueria* isp., *Cochlichnus* isp., *Granularia* isp., *Halopoa imbricate, Helminthoida 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., *Strobilorhaphe* isp., *Thalassinoides* isp., *Taphrhelminthopsis recta, Taphrhelminthopsis convolute, Treptichnus pollardi*. These trace fossils are mainly grazing-feeding or feeding traces of Nereites Ichnofacies and classifiable in six rang/frequency, based ichno-assemblages. Obtained trace fossils were produced during post-event calm periods. So, muddy sediments deposited after turbulence currents and traces have been made on these layers, activates of trace makers were developing when accessible feeding materials or dissolved oxygen increased in environment. Base on founded Nereites trace fossils, these sediments deposited in the deep marine abyssal zone environment.

Keywords: Ichnotaxonomy, Flysch facies, Cretaceous, Jolfa, NW Iran.

For Persian Version see pages 9 to 16

* Corresponding author: N. Abbassi; E-mail: abbasi@znu.ac.ir