

اثر فسیل هم‌افزای *Thalassinoides-Phycodes* از نهشته‌های آلبین-سنومانین گزک، جنوب کرمان

نصرااله عباسی^{۱*}، مهناز پروانه‌نژاد شیرازی^۲ و محمد علی حسین زاده^۳

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

^۲دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

^۳دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۹/۰۱

چکیده

نهشته‌های آواری-کربناته آلبین-سنومانین در شمال باختری راین واقع در جنوب کرمان، به سبترای ۵۲۶ متر، قابل تفکیک به سه واحد سنگ‌چینه‌شناسی غیررسمی است. واحد یک از رسوبات کنگلومرا، ماسه‌سنگ و سیلت‌سنگ با میان‌لایه‌های آهک و مارن می‌باشد. واحد دو شامل آهک‌های اوربیتولین‌دار با خرده‌های فسیل رودیست، بلمنیت و آمونیت است. واحد سوم از تناوب آهک‌های پلاژیک و ماسه‌سنگ تشکیل شده است. در لایه‌های واحدهای اول و سوم مجموعه‌ای از اثر فسیل‌های قاره‌ای تا دریایی یافت شدند. این اثر فسیل‌ها شامل *Thalassinoides suevicus* و *Taenidium* isp.، *Skolithos* isp.، *Planolites* isp.، *Palaeophycus* isp.، *Ophiomorpha* isp.، *Koilosoma* isp. هستند. این اثر فسیل‌ها در سه اثر رخساره اسکونیا، اسکولیتوس و کروزیانا قابل گروه‌بندی‌اند. در واحد سوم این توالی اثر فسیل هم‌افزای *Thalassinoides-Phycodes* به فراوانی یافت شد. دهلیزهای داریستی با انشعاب‌های Y و T ریخت تالاسینوئیدی به یک دسته دهلیزهای پراشعاب فیکودسی ختم می‌شوند. نمونه‌های هم‌افزای *Thalassinoides-Phycodes* در توالی مورد مطالعه یک ساختار حفاری-تغذیه‌ای داشته به نحوی که بخش تالاسینوئیدی آن بیشتر عملکرد حفاری و بخش فیکودسی آن جستجوی تغذیه‌ای را نشان می‌دهد. این اثر فسیل در محیط دریایی و در کفه‌های دور از ساحل (offshore shelf) نسبتاً ژرف گسترش داشته است. با توجه به داده‌های اثر شناسی و گسترش اثر رخساره‌ها، می‌توان چنین نتیجه گرفت که حوضه رسوبی کربناته-تخریبی آلبین-سنومانین شمال باختری راین در برش گزک، یک حوضه ژرف‌شونده به طرف بالا بوده است.

کلید واژه‌ها: اثر شناسی، اثر فسیل، اثر رخساره، کرتاسه، ایران مرکزی، کرمان.

*نویسنده مسئول: نصرااله عباسی

E-mail:abbasi@znu.ac.ir

۱- پیش‌نوشتار

اثر فسیل‌ها (Trace Fossils)، ساخت‌های زیست‌زادی هستند که به وسیله جانداران در رسوبات سخت (Hardgrounds) تا نرم (Softgrounds) به وجود می‌آیند. موضوع اصلی اثر شناسی (Ichnology) مطالعه و طبقه‌بندی این آثار است (Bromley, 1991). اصولاً ایکنوتاکسونومی اثر فسیل‌ها بر پایه ویژگی‌های ریختی است، به طوریکه هر ایکنوتاکسون دارای ویژگی‌های معین و مشخص ریخت‌شناسی است. در این میان، اثر فسیل‌هایی وجود دارند که از این نظر شامل دو یا چند ایکنوتاکسون هستند که آنها را اثر فسیل‌های هم‌افزا یا ترکیبی (Compound) گویند (Pickerill, 1994). یکی دیگر از مباحث گروه‌بندی اثر فسیل‌ها، طبقه‌بندی رفتاری آنهاست (Seilacher, 1953, 1964; Bromley, 1991). معمولاً در اثر شناسی تلاش می‌شود رفتار جانور اثرساز از روی ویژگی‌های اثر فسیل حدس زده شود. این موضوع درباره اثر فسیل‌های هم‌افزا (Compound trace fossils) با مشکلاتی همراه است؛ زیرا ممکن است رفتارهایی از هر بخش اثر فسیل هم‌افزای استنباط شود که عملاً سنخیتی با هم نداشته باشند. در یکی از برش‌های چینه‌نگاری نهشته‌های کرتاسه (آلبین-سنومانین) شمال باختری راین در استان کرمان مجموعه‌ای از اثر فسیل‌های هم‌افزای *Thalassinoides-Phycodes* یافت شد. در اینجا ضمن بررسی اثر فسیل‌های موجود در توالی مورد پیمایش، اثر فسیل هم‌افزای فوق معرفی و به لحاظ ایکنوتاکسونومی و رفتار شناسی (Ethology) مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه

برش مورد مطالعه در جنوب استان کرمان، در شمال باختری شهر راین و در نزدیکی روستای گزک (Gazk یا گسک (Gask) (جعفری، ۱۳۷۹) قرار گرفته است. برای رسیدن به برش یاد شده، پس از طی حدود ۷۰ کیلومتر از جاده کرمان-بم و رسیدن به دوراهی راین، باید حدود ۲۳ کیلومتر دیگر طی کرد تا به شهر راین رسید. از

راین تا روستای گزک حدود ۱۰ کیلومتر فاصله می‌باشد. برش مورد مطالعه در ۳/۵ کیلومتری جاده خاکی گزک-گودر قرار گرفته است. مختصات برش چینه‌شناسی مورد مطالعه شامل طول جغرافیایی ۵۲° ۲۰' ۵۷" و عرض جغرافیایی ۲۹° ۴۲' ۲۰" شمالی می‌باشد (شکل ۱).

۳- روش پژوهش

روش پژوهش شامل عملیات جمع‌آوری، آماده‌سازی و شناسایی اثر فسیل‌ها است. در عملیات صحرایی پس از تعیین ابتدا و انتهای برش مورد نظر از روش متر کشی، 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 یادداشت‌برداری شدند. در صورت نمونه‌برداری از رسوبات و اثر فسیل‌ها، محل نمونه‌ها در برش چینه‌شناسی مشخص شد. اطلاعاتی مانند شکل، اندازه و ابعاد، نوع حفظ‌شدگی نسبت به سطوح لایه‌بندی، داشتن یا نداشتن آستر بندی یا دیواره و سایر داده‌های مورد نیاز از روی اثر فسیل‌ها به دست آمد.

۴- برش چینه‌شناسی مطالعه شده

زمین‌های کرتاسه منطقه گزک جزو پهنه راین-گوک-خانه خاتون در کمربند چینه‌نگاری-ساختاری رفسنجان است (Dimitrijević & Djoković, 1973). در این کمربند، نهشته‌های کرتاسه به‌طور عموم، رخساره‌ای کم‌ژرفا داشته و کامل‌ترین نهشته‌های کرتاسه کم‌ژرفای جنوب کرمان را می‌توان در کوه جوپار واقع در پهنه راین-گوک-خانه خاتون پیمایش نمود (Dimitrijević, 1973). توالی رسوبی مورد بررسی در شمال باختری گزک و جنوب خاوری کوه جوپار رخنمون داشته و سبترای آن ۵۲۶ متر است. این رسوبات در بردارنده نهشته‌های کربناته-آواری هستند.

جستجوگر جانبی نشان می‌دهد (شکل ۳- E). حفاری‌ها در بخش فیکودس به شکل مستقیم تا خمیده می‌باشد و ممکن است این حفاری در چندین مرحله پی در پی نیز رخ داده باشد (شکل‌های ۳- F, F'). قطر حفاری‌ها در این بخش می‌تواند کاملاً متغیر باشد و دیواره‌ای ناصاف را به نمایش بگذارد. انشعابات بخش تالاسینوئیدس متعدد بوده و ممکن است ساختار انشعاب کندریستی (*Chondrites*) جلوه نماید. تالاسینوئیدس بیشتر یک ساختار سطحی و دو بعدی داشته و ساختار داربستی نیز دیده شد.

۶- سایر اثر فسیل‌ها

در این مطالعه هفت اثر جنس و اثر گونه‌ی دیگر نیز تشخیص داده شدند که ویژگی و بحث کوتاه سیستماتیک آنها به شرح زیر است:

Ichnogenus Koilosoma C. H. Hitchcock, 1927

Koilosoma isp.

این اثر فسیل به صورت برجستگی‌های چند ضلعی لانه زنبوری (با انتهای پیااله مانند) به قطر متوسط ۶ میلی‌متر در سطح بالایی لایه‌بندی حفظ شده‌اند. این اثر فسیل‌ها را می‌توان با گسترش محدود در ماسه‌سنگ‌های نازک تا متوسط لایه سرخ رنگ دارای لامینه یافت. رسوب پرکننده این اثر فسیل‌ها را گل زرد رنگی تشکیل می‌دهد که ظاهری زرد رنگ به لایه‌ها می‌دهد. این اثر فسیل‌ها از متر ۱۲۷/۱ تا ۱۲۷/۵ ستون چینه‌شناسی تمرکز دارد (شکل‌های B۴-A). نام‌های *Koilosoma* و *Benjaminichnus* نام‌های جانشین (*nomina nova*) نام *Batrachoides* می‌باشند که نخستین بار توسط Hitchcock (1858) برای اثرهای لانه‌زنبوری به کار برده شده است (Rainforth, 2005). با بررسی‌های Abel (1926) و Maher (1962) بر روی نمونه Hitchcock (1858) نشان دادند که ساخت مورد نظر منشأ غیرزیستی داشته و در حقیقت ریبلمارک‌های تداخلی (*Interference ripple mark*) است. هر چند که در سایر موارد نوزادان قورباغه می‌توانند گودی‌هایی چندیالی ایجاد نمایند. گزارش‌های بعدی این ساخت به عنوان آشیانه نوزادان قورباغه مورد تأیید قرار گرفت. برای این ساخت نام *Koilosoma* توسط Hitchcock (1927) به کار گرفته شد ولی بعداً توسط Boekschoten (1964) نام *Benjaminichnus* به این اثر داده شد. به دلیل این که پیش از *Benjaminichnus* Boekschoten 1964 این اثر نامگذاری شده بود، طبق اصل تقدم (*Priority*) نام *Koilosoma* معتبر است. این اثر به فعالیت گودال‌کنند نوزادان قورباغه نسبت داده می‌شود (Cameron & Estes, 1971; Dionne, 1969).

Ichnogenus Ophiomorpha Lundgren, 1891

Ophiomorpha isp.

این اثر فسیل دارای شبکه‌ای از دهلیزهای داربستی شکل است. دهلیزها در طول خود قطر ثابتی دارند ولی قطر این دهلیزها از ۳ میلی‌متر تا ۴ سانتی‌متر تغییر می‌کند. انشعاب‌ها دارای اندازه کوچک‌تر بود و به شکل‌های T و Y می‌باشند. دهلیزها دارای دیواره بوده و اندازه دیواره بسیار متغیر است (از چند میلی‌متر تا نزدیک به یک سانتی‌متر). این دیواره با تغییر بافت رسوبی (به صورت بیشتر میکرایتی شدن) ایجاد شده است و در آن سطح پلت نیز دیده می‌شود که در مقاطع عرضی و طولی به شکل برجستگی قابل مشاهده‌اند. این اثر فسیل در قاعده لایه آهک بسیار ستر لایه خاکستری رنگ دارای گرهک چرتی دیده شد. البته در جایی که تمرکز این اثر فسیل زیاد است، چرتی دیده نمی‌شود و میزان گلوکونیت نیز بسیار زیادتر از دیگر قسمت‌ها است. این اثر فسیل از متر ۳۶۲/۴۳ تا ۳۶۶/۴ ستون چینه‌شناسی پراکنندگی دارد (شکل ۴- C).

Ichnogenus Palaeophycus Hall, 1847

Palaeophycus isp.

این اثر فسیل به صورت برجسته در سطح زیرین یک لایه ماسه سنگ سرخ رنگ در

سن این رسوبات بر پایه ریزفسیل روزنبران، آلبین-سنومانین است (حسین زاده، ۱۳۹۲؛ شکل ۲). این نهشته‌ها با ناپوستگی دگرشیبی (*Angular unconformity*) بر روی نهشته‌های بارمین-آپسین جای داشته، مرز بالایی این برش، با یک افق فرسایشی مشخص می‌شود. این نهشته‌ها را می‌توان به سه واحد سنگی غیر رسمی به شرح زیر تقسیم کرد:

۱-۴. **واحد اول (۲۱۵ متر):** نهشته‌های این واحد بیشتر آواری بوده و با کنگلومرای پایه آغاز شده است. ستبرای این لایه در گستره آن متغیر است. بیشتر قله‌ها آهکی بوده، اما قله‌های سیلیسی نیز در آن دیده شدند. ماسه‌سنگ‌ها دارای بیشترین ستبرا در این واحد هستند و لایه‌های ماسه‌سنگی قاعده برش دارای عدسی‌های کنگلومرای با قله‌های عمدتاً سیلیسی هستند. سیلت‌سنگ‌ها در قسمت‌های میانی به شکل میان‌لایه و در قسمت‌های بالاتر متناوب با ماسه‌سنگ هستند. در قسمت‌های بالایی این واحد لایه‌های مارن با میان‌لایه‌های آهکی (با تغییرات محلی) قرار دارند که به تناوب با ماسه‌سنگ و سیلت‌سنگ پوشیده شده و در نهایت ماسه‌سنگ سرخ‌رنگ در رأس این واحد قرار گرفته است. اثر فسیل‌های این واحد بیشتر در سطح لایه‌بندی، برخی نیز در پیکره لایه و به شکل خیلی کمیاب در زیر سطح لایه به صورت قالب دیده شدند. تنوع در اثر فسیل‌های دیده شده کم بوده و گسترش آنها نیز به طور محلی قابل تغییر است.

۲-۴. **واحد دوم (۲۰۴ متر):** نهشته‌های این واحد کربناته بوده و می‌توان آنها را به دو دسته کم‌ژرفا و ژرف تقسیم کرد. نهشته‌های کم‌ژرفا با تناوبی از آهک و آهک شیلی اوریتولین‌دار آغاز شده‌اند. لایه‌های آهکی اوریتولین‌دار بر روی توالی پیشین جای گرفته و با لایه‌های آهکی سرشار از خرده رودیست پوشیده شده است. نهشته‌های ژرف با آهک خاکستری رنگ دارای گرهک چرتی شروع شده و در رأس این لایه، تناوب آهک و آهک شیلی دارای بلمنیت و قطعات آمونیت قرار گرفته است. این واحد از نظر تعداد و تنوع اثر فسیل دارای کمترین مقدار بوده و پراکنندگی اثر فسیل‌ها به صورت محلی، در سطح بالایی لایه و پیکره لایه است.

۳-۴. **واحد سوم (۱۰۷ متر):** نهشته‌های این واحد را ماسه‌سنگ‌های فسیل‌دار با میان‌لایه‌های آهکی (پلاژیک) تشکیل داده‌اند. این واحد دارای تعداد زیادی از اثر فسیل، با گوناگونی کم بوده که در سطح بالایی لایه و پیکره لایه قرار گرفته‌اند.

۵- اثر فسیل هم‌افزای *Thalassinoides-Phycodes*

اثر فسیل هم‌افزای *Thalassinoides-Phycodes* ساخت زیست‌زادی مرکب از دو اثر فسیل تالاسینوئیدس و فیکودس است. این ترکیب به گونه‌ای است که دهلیزهای داربستی تالاسینوئیدس به یک دسته دهلیزهای انشعابی فیکودسی ختم می‌شوند (شکل ۳). اثر فسیل هم‌افزای *Thalassinoides-Phycodes* در ماسه‌سنگ‌های فسیل‌دار ستبر لایه تا بسیار ستبر لایه واحد سوم و در متر ۴۵۴/۸۹ تا ۵۲۰ ستون چینه‌شناسی، گسترش دارد. دهلیزهای تالاسینوئیدس دارای طیف گسترده‌ای از اندازه (از ۱۷ تا ۷۰/۵ میلی‌متر) بوده و این تغییر اندازه در دهلیزهای انتهایی فیکودس نیز دیده می‌شود. رسوب‌شناسی مواد پرکننده هر دو دهلیز تالاسینوئیدس و فیکودس متفاوت از سنگ میزبان است به نحوی که در بعضی از موارد دهلیزها توسط ماسه‌سنگ و در بعضی دیگر توسط آهک‌های خاکستری رنگ (پلاژیک) یا هر دو با هم پر شده‌اند (شکل‌های ۳- A, C); در هر حال رنگ رسوبات پرکننده روشن‌تر از سنگ میزبان است. در بیشتر موارد این اثر فسیل نسبت به سطح لایه‌بندی برجسته‌تر بوده ولی برخی نیز کمی حالت فرورفته از خود نشان می‌دهد. انشعابات دهلیزها در بخش تالاسینوئیدس بیشتر با زاویه کم و از نوع Y شکل است، ولی انشعابات T شکل نیز وجود دارند. این در حالی است که بیشتر انشعاب‌های فیکودسی کاملاً با زاویه بسته و به شکل دسته جارویی است (شکل‌های ۳- D, D'). در برخی نمونه‌ها دیواره بخش تالاسینوئیدسی دارای اثرهای حفاری است که تمایل جانور اثرساز را برای حفاری

شده) تنها اثر فسیلی است که آن را می‌توان به اثر رخساره اسکونیا نسبت داد.
(ب) اثر رخساره اسکولایتوس: این اثر رخساره نیز در توالی مورد پیمایش در ماسه‌سنگ‌های سرخ رنگ دیده شد که دارای اثر فسیل‌های *Planolites isp.* و *Skolithos isp.* است. این اثر رخساره محیط دریای پرنرژی و کم‌ژرفا را نشان می‌دهد.
(پ) اثر رخساره کروزیانا: دارای بیشترین گوناگونی اثر فسیل‌ها و سنگ‌شناسی (مارن، آهک، ماسه‌سنگ و ماسه‌سنگ فسیل‌دار) است. اثر فسیل‌های *Thalassinoides isp.*, *Taenidium isp.*, *Planolites isp.*, *Palaeophycus isp.*, *Thalassinoides suevicus* را شامل بوده و اثر فسیل هم‌افزای *Thalassinoides-Phycodes* مورد بحث را نیز در بر می‌گیرد. این اثر رخساره محیط دریای کم‌انرژی و در زیر پایه موج را نشان می‌دهد. این اثر رخساره را می‌توان بر پایه سنگ‌شناسی رسوبات دارای این نوع اثر فسیل‌ها، آن را در دو زیر اثر رخساره (Subichnofacies) به شرح ذیل توصیف کرد:

- **زیر اثر رخساره کروزیانا A:** این زیر اثر رخساره (Subichnofacies) در انواع سنگ‌های رسوبی گسترش دارد و اثر فسیل‌های *Planolites isp.*, *Palaeophycus isp.*, *Thalassinoides suevicus* و *Thalassinoides isp.* را می‌توان در آن یافت. با توجه به بررسی‌های سنگ‌شناسی به نظر می‌رسد محیط تشکیل این زیر اثر رخساره نسبت به زیر اثر رخساره کروزیانا B در ژرفای کم و در شلف داخلی (Inner shelf) باشد.
- **زیر اثر رخساره کروزیانا B:** این زیر اثر رخساره در ماسه‌سنگ‌های فسیل‌دار و آهک‌های پلاژیک گسترش دارد. در این اثر رخساره اثر فسیل‌های *Ophiomorpha isp.*, *Taenidium isp.* و اثر فسیل هم‌افزای *Thalassinoides-Phycodes* دیده می‌شوند و نسبت به زیر اثر رخساره قبلی در ژرفای بیشتر و در شلف خارجی (Outer shelf) ایجاد شده است.

۸- بحث و نتیجه‌گیری

اثر فسیل‌ها را می‌توان به لحاظ ساختار، ارتباط و نحوه ایجاد در گروه‌های زیر دسته‌بندی نمود:

– **اثر فسیل‌های پیچیده (Complex):** اثر فسیل‌هایی را شامل می‌شود که به لحاظ چگونگی تشکیل و نوع رفتار ایجادکننده آنها کاملاً مشخص و معین نیستند (Miller, 1998). مطالعات ساختاری و فابریکی در بازسازی مرحله به مرحله چگونگی تشکیل آنها مفید است. برای نمونه می‌توان به اثر فسیل‌های *Chondrites*, *Zoophycus* یا *Phymatoderma* اشاره نمود. برخی اثر فسیل *Zoophycus* را به فعالیت لجن‌خواران زیر سطحی نسبت می‌دهند که مواد آلی را در ساختار ژئوفیکوسی انباشت می‌کنند (Gaillard & Olivero, 1993). برخی دیگر آن را فعالیت سطح رسوب‌خواری (Kotake, 1989, 1991)؛ فرآوری مواد آلی درون رسوبی (Gardening) یا ترکیبی از رفتارهای تغذیه‌ای متنوع نسبت می‌دهند (Bromley, 1991). بنابراین همان‌طور که دیده می‌شود در اثر فسیل‌های پیچیده تفسیر نوع رفتار ایجادکننده آنها ممکن است مشکل باشد و به کارگیری طبقه‌بندی رفتاری اثر فسیل‌ها (Seilacher, 1964) در مورد آنها را پیچیده نماید. (Miller (1998) تلاش نمود تا بر پایه پیچیدگی (Complexity)، اثر فسیل‌ها را در دو گروه بی‌برنامه (Incidental) و با برنامه (Deliberate) گروه‌بندی نماید. دسته اول اثر فسیل‌های ساده هستند که رفتار ساده‌ای از آنها برداشت می‌شود که ساخت آنها برای اثرسازها چندان دشوار نیست. از این دسته می‌توان به اثر فسیل‌هایی مانند *Skolithos* و *Planolites* اشاره نمود و می‌توان آنها را با الگوهای رفتاری سیلاخری گروه‌بندی نمود. در مقابل اثر فسیل‌های با برنامه حاصل رفتارهای پیچیده جانور اثرساز و با کارکردی چندگانه‌اند که اهداف مختلفی را در رفتار ایجادکننده آنها به نمایش می‌گذارند.

• **اثر فسیل‌های مخلوط (Composite):** دو یا چند اثر فسیل با ایکنوتاکسون‌های متفاوت که به یکی از حالت‌های زیر با هم یافت شوند را گویند: در هم نفوذ

متر از ۱۹۹/۹۳ توالی مورد مطالعه یافت شد (شکل ۴-D). قطر حفاری در طول آن‌ها ثابت است و اندازه متوسط آنها حدود ۴ میلی‌متر برای دهلیزهای اصلی و حدود ۲ میلی‌متر برای انشعابات است. دارای دیوار بسیار ظریف احتمالی بوده و با ماسه‌سنگ درون دهلیزها پر شده است، در حالی که متن رسوب لایه میزبان مارن می‌باشد.

Ichnogenus *Planolites* Nicholson, 1873

Planolites isp.

این اثر فسیل دارای دهلیز افقی شکل با قطر ثابت، بدون انشعاب و فاقد دیواره است. قطر دهلیزها از ۴ تا ۱۱ میلی‌متر در لایه‌های مختلف تغییر می‌کند. این اثر فسیل در ماسه‌سنگ‌های متوسط تا سبتر لایه قرمز رنگ همراه با اثر فسیل *Skolithos* و در آهک‌های متوسط لایه خاکستری به طور منفرد مشاهده شد. این اثر فسیل از متر از ۱۲۲/۱ تا ۱۸۲/۷۳ ستون چینه‌شناسی پراکنده دارد (شکل ۴-E).

Ichnogenus *Skolithos* Haldeman, 1840

Skolithos isp.

جهت‌یابی این اثر فسیل نسبت به لایه‌بندی حالت عمودی است و قطر آن از ۵ تا ۱۲ میلی‌متر تغییر می‌کند (شکل ۴-F). در بعضی از لایه‌ها اثر فسیل *Planolites isp.* همراه این اثر فسیل دیده می‌شود. این اثر فسیل در ماسه‌سنگ‌های متوسط تا سبتر لایه قرمز رنگ از متر از ۱۱۶/۷۱ تا ۱۸۲/۷۳ ستون چینه‌شناسی مشاهده شد. مواد پرکننده این دهلیزها در اندازه ماسه و در بعضی موارد سیلت است. در مواردی که سیلت سنگ نقش پرکننده را دارد اثر فسیل حالت فرورفته بر سطح لایه داشته ولی رسوب پرکننده ماسه‌ای ظاهر برجسته به این اثر فسیل در سطح لایه داده است.

Ichnogenus *Taenidium* Heer, 1877

Taenidium isp.

این اثر فسیل آرایش مایل تا افقی نسبت به سطح لایه‌بندی داشته و ۱۰ میلی‌متر پهنا و حدود ۷۰ میلی‌متر درازا دارد. در آهک‌های متوسط لایه پلاژیک دیده شد. هیچ اثر فسیل دیگری همراه این اثر یافت نشد. این اثر فسیل در متر از ۴۸۷/۰۸ توالی مورد مطالعه پراکنده است (شکل‌های ۴-G، I).

Ichnospecies *Thalassinoides* Ehrenberg, 1944

Thalassinoides suevicus Rieth, 1932

این اثر فسیل در ماسه‌سنگ‌های سبتر لایه تا بسیار سبتر لایه سرخ رنگ و در آهک‌های سبتر لایه خاکستری رنگ از متر از ۱۴۲ تا ۲۳۲/۲۱ ستون چینه‌شناسی یافت شد. تالاسینوئیدس شامل شبکه داربستی از حفاری‌هاست که جنس رسوب پرکننده دهلیزها با سنگ رسوبی پیرامون یکی است و به طور غیرفعال و در طی رسوب‌گذاری پر شده است. اندازه این دهلیزها از ۷ تا ۱۶ میلی‌متر تغییر می‌کنند و دهلیزها در طول خود قطر ثابتی دارند ولی انشعاب‌ها دارای اندازه کوچک‌تر بوده و هر دهلیز انشعاب‌های به شکل T و Y دارد (شکل‌های ۴-H). این تالاسینوئیدس‌ها ساختاری مستقل داشته و مانند اثر فسیل هم‌افزا به اثر فسیل فیکودس یا ساختمان دیگری پایان نمی‌یابند.

۷- اثر رخساره‌ها

برای تعیین اثر رخساره‌های توالی رسوبی مورد مطالعه از (Seilacher (2007) پیروی شده است. بر همین اساس سه اثر رخساره اسکونیا (*Scoyenia*)، اسکولایتوس (*Skolithos*) و کروزیانا (*Cruziana*) را می‌توان با توجه به نوع و پراکنده‌گی اثر فسیل‌ها به شرح زیر تفکیک کرد.

(الف) اثر رخساره اسکونیا: این اثر رخساره نشانگر شرایط زیست‌محیطی قاره‌ای است. بنابراین شامل اثر فسیل‌هایی مانند ردپای مهره‌داران است که به طور مشخص در چنین محیطی ایجاد شده‌اند. در ماسه‌سنگ‌های سرخ رنگ توالی مورد مطالعه اثر فسیل *Koilosoma isp.* که در محیط‌های قاره مانند رودخانه‌ها دیده شده است (منابع یاد

نوع اثر فسیل *Phycodes* و *Thalassinoides* به همراه هم است؛ به طوری که دهلیزهای لوله‌ای *Thalassinoides* به لوله‌های پرانشعاب *Phycodes* ختم می‌شوند. اثر فسیل *Thalassinoides* نشانگر رفتار حفاری-تغذیه‌ای محیط‌های کم‌ژرفای پراکسیژن است و به فعالیت سخت‌پوستان نسبت داده می‌شود (Miller & Knox, 1985). در ابتدا عقیده بر این بود که اثر فسیل *Phycodes* شاخص محیط‌های دریایی کم‌ژرفا و جزو رخساره اثر فسیلی کروزیاناست. این رخساره مربوط به محیط‌های کم‌انرژی با رسوبات نسبتاً مستحکم است. با این وجود این اثر فسیل از محیط‌های غیر دریایی، آب‌های لب شور و آب‌های ژرف نیز گزارش شده است. رده‌بندی اثر فسیل *Phycodes* در سطح گونه بر اساس مطالعات رفتارشناسی (ethological) است و ارتباطی با مطالعات ریخت‌شناسی (Morphology) آثار ندارد. به عبارتی یک نوع رفتار معین در این اثر جنس ممکن است ریخت‌های مختلفی بر جای گذاشته و این ریخت‌ها بعضاً هیچ‌گونه شباهتی با همدیگر نداشته باشند (عباسی، ۱۳۸۷). Seilacher (1955) آن را نوعی اثر تغذیه‌ای دانسته که جانور ایجاد کننده به طور منظم و سامان‌مند لایه رسوبی غنی از مواد غذایی را در طول سطح حدواسط سیلت-گل حفاری می‌نماید. با توجه به ویژگی‌های ساختاری-رفتاری و همچنین پراکندگی محیطی هر کدام از دو اثر فسیل *Phycodes* و *Thalassinoides*، نمونه‌های یافت شده هم‌افزا در توالی مورد مطالعه یک ساختار حفاری-تغذیه‌ای داشته به نحوی که بخش تالاسینوئیدی آن بیشتر عملکرد حفاری و بخش فیکودوسی آن جستجوی تغذیه‌ای را نشان می‌دهد. این اثر فسیل در محیط دریایی و در شلف‌های دور از ساحل (offshore shelf) و نسبتاً ژرف گسترش داشته است.

با توجه به داده‌های اثرشناسی و گسترش اثر رخساره به ترتیب از اثر رخساره اسکوتینا به اثر رخساره اسکولیتوس و در نهایت به اثر رخساره کروزیانا، می‌توان چنین نتیجه گرفت که حوضه رسوبی کربناته-تخریبی آلبین-سنومانین شمال باختری راین در برش گزک یک حوضه ژرف‌شونده به طرف بالا بوده است. برپایه داده‌های در دسترس، اثر فسیل هم‌افزای *Thalassinoides-Phycodes* تنها از نهشته‌های کربناته پالتوسن آلپ ایتالیا با محیط رسوب‌گذاری ژرف کم‌اکسیژن گزارش شده است (شکل ۵، Miller, 2001) و در واقع مقاله حاضر دومین مقاله از اثر فسیل هم‌افزای *Thalassinoides-Phycodes* در نوع خود است.

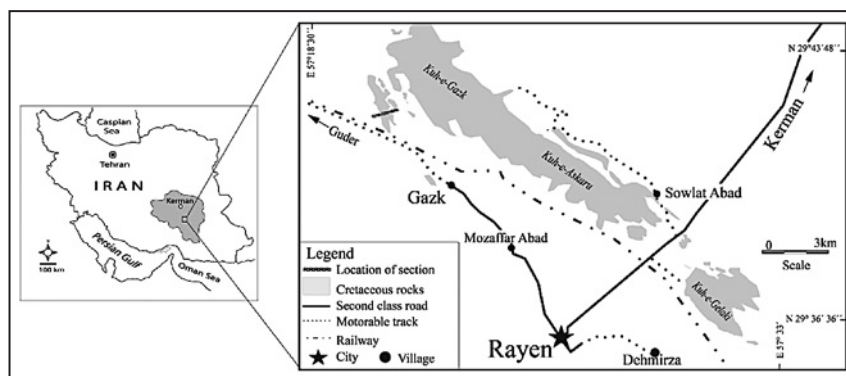
سپاسگزاری

بدینوسیله از آقای دکتر رحیم شعبانیان (دانشگاه پیام نور مرکز تبریز) و آقای رضا اهری‌پور (دانشگاه دامغان) که ما را در تنظیم بهتر این مقاله یاری دادند سپاسگزاریم. از همکاران دفتر فصلنامه به دلیل همکاری‌شان قدردانی می‌نمایم.

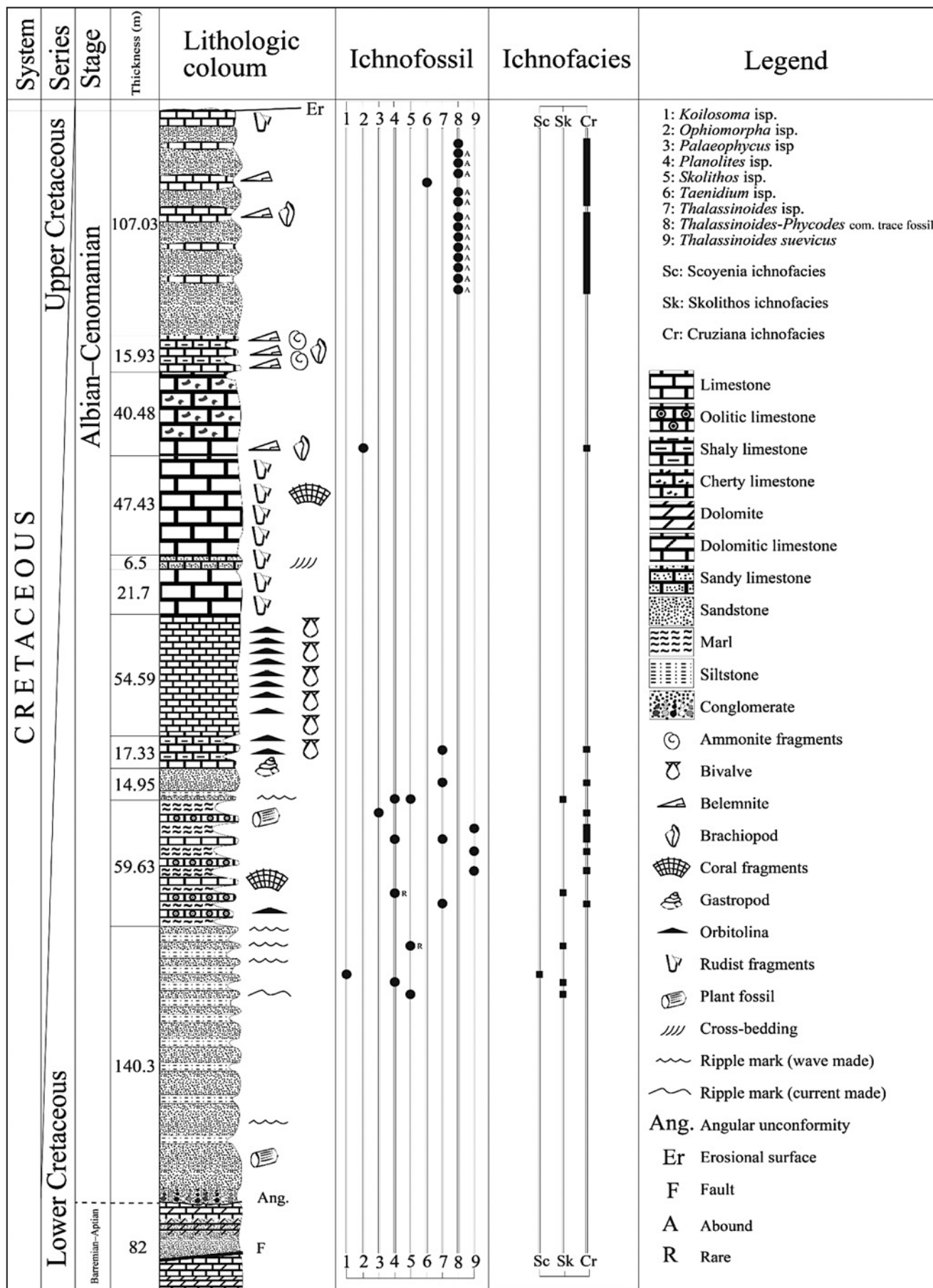
کردن (Interpenetration)، همدیگر را قطع کردن (Cross-cut)، از روی هم رد شدن (Cross-over)، روی هم قرار گرفتن (Superimposition) و همدیگر را بریدن (Truncation). در این اثر فسیل‌ها می‌توان با بررسی دقیق فابریک و آرایش تک تک آنها، چه از یک نوع ایکنوتاکسون یا از ایکنوتاکسون‌های متفاوت، ارتباط آنها را با همدیگر تشخیص داد.

• **اثر فسیل‌های هم‌افزا یا ترکیبی (Compound)**: اثر فسیل‌هایی را شامل است که دو یا چند ایکنوتاکسون در یک اثر فسیل توسط جانور اثرساز ایجاد شده باشند. به عبارتی ساختار یک ایکنوتاکسون به ساختار ایکنوتاکسون دیگری تبدیل شده باشد. از آنجا که ممکن است طیف ساختاری تدریجی میان دو نوع اثر فسیل وجود داشته باشد، بنابراین ممکن است در یک نمونه معین هر دو را به صورت هم‌افزا یافت. در مطالعه این نوع اثرها دو موضوع قابل طرح است. نخست این که این نوع اثر فسیل‌ها چگونه نامگذاری شوند؟ این در حالی است که بخشی از اثر فسیل یک ایکنوتاکسون با نامی مشخص و بخش دیگر مربوط به ایکنوتاکسون با نام دیگری است. نامگذاری اثر فسیل‌ها اصولاً برپایه ویژگی‌های ریختی است و در نامگذاری آنها و ایکنوتاکسونومی آنها نیز هر چند از اصول ICZN پیروی می‌شود. در تعیین نام اثر فسیل‌ها به یک سری ویژگی‌های اصلی (Significant) و فرعی (Accessory) توجه می‌شود (Pickerill, 1994). در مورد نحوه نامگذاری اثر فسیل‌های هم‌افزا دیدگاه‌های متفاوتی ارائه شده است (Miller, 1998; Pickerill, 1994). برخی عقیده دارند که در این نوع نمونه‌ها، نام اثر فسیل غالب به نمونه داده شود و برخی دیگر استفاده همزمان از هر دو نام را توصیه کرده‌اند. با این وجود در برخی ایکنوتاکسون‌هایی که ساختاری مشابه دارند و ممکن است به صورت هم‌افزا نیز یافت شوند (مانند اثر فسیل‌های *Ophiomorpha*، *Thalassinoides* و *Spongiomorpha*)، پیشنهاد شده است که آنها را طبق مفهوم همنامی (Synonymy) در هم ادغام نمود. در هر حال در بیشتر نوشته‌ها، از روش به کارگیری همزمان دو نام در اثر فسیل‌های هم‌افزا پیروی شده است. موضوع دیگری که در ارتباط با اثر فسیل‌های هم‌افزا مطرح است، این است که چگونه می‌توان رفتار ایجادکننده آنها را تفسیر کرد؟ به بیان دیگر اگر رفتارهایی معینی به هر نوع اثر فسیل نسبت داده شده است، ممکن است هنگام ترکیب آنها، این رفتارها سنخیتی با همدیگر نداشته باشند. بنابراین لازم است از لحاظ رفتارشناسی (Ethology) تفسیر دیگری برای اثر فسیل‌های هم‌افزا ارائه شود؛ هر چند که در مواردی نمی‌توان به طور قطع در نوع رفتار ایجادکننده اثر فسیل اظهار نظر نمود.

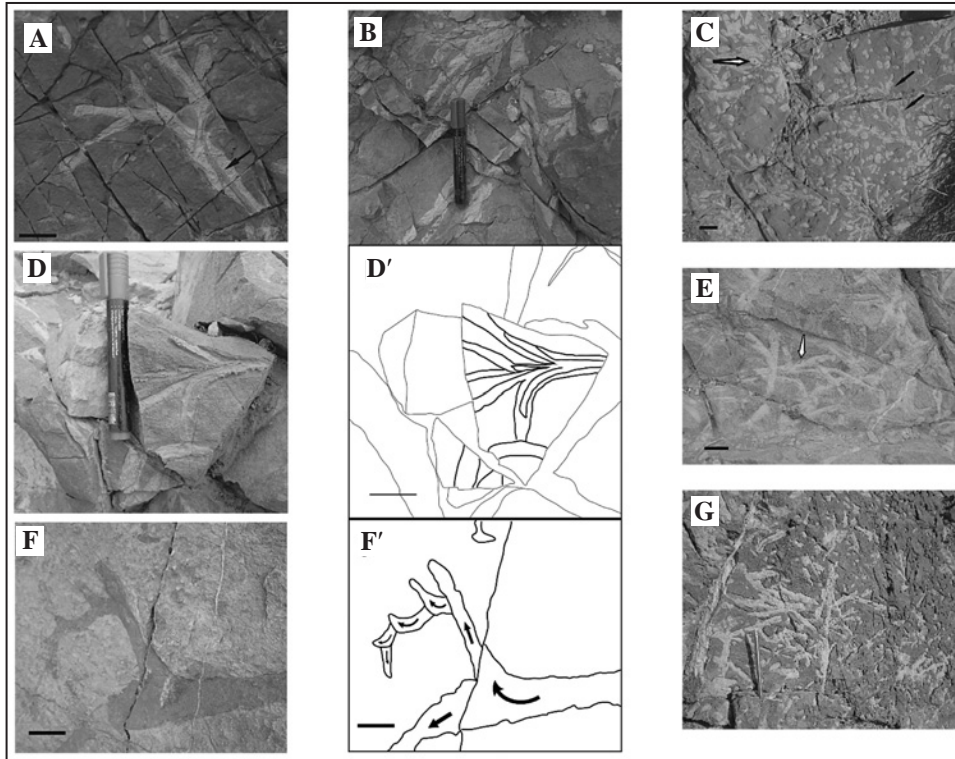
در بخش بالایی توالی رسوبی مطالعه به سن آلبین-سنومانین در جنوب کرمان اثر فسیل هم‌افزای *Thalassinoides-Phycodes* با حفظ شدگی خوب نشانگر ایجاد دو



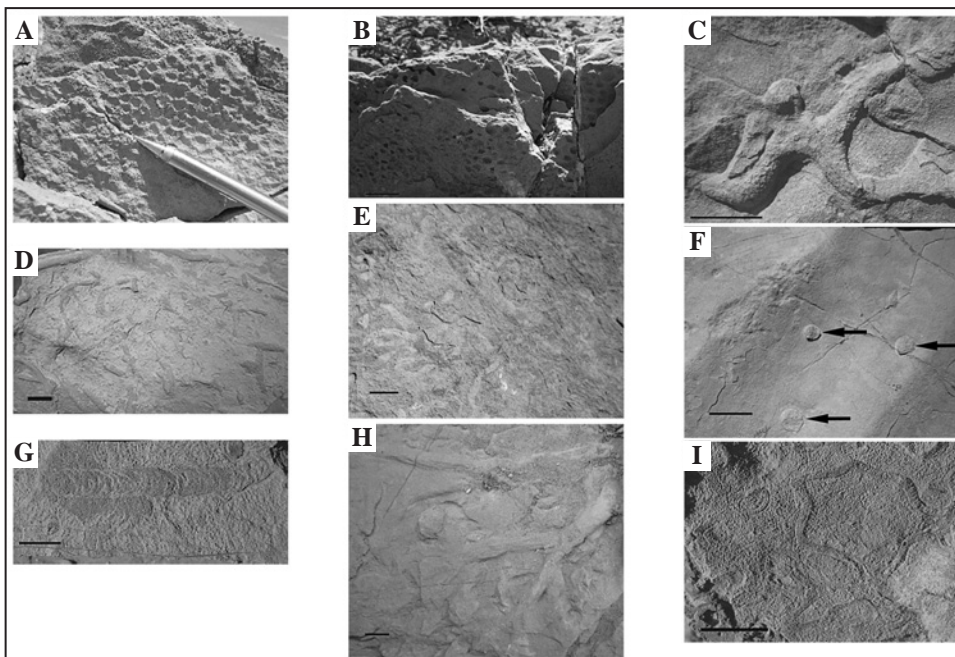
شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی و راه دسترسی به برش نهشته‌های کرتاسه شمال باختری روستای گزک، منطقه راین.



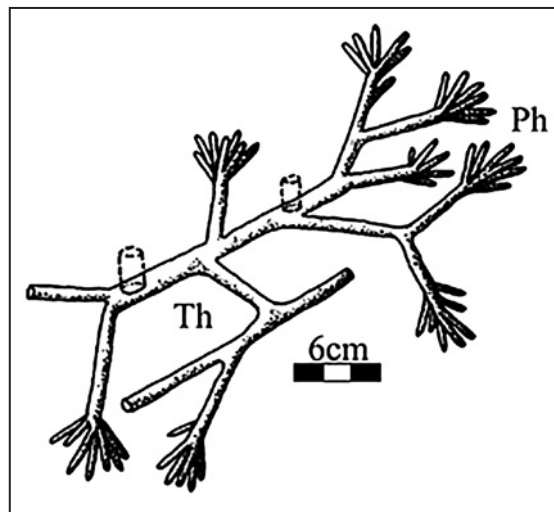
شکل ۲- ستون سنگی و چگونگی پراکندگی اثر فسیل ها و اثر رخساره های برش گزک.



شکل ۳- اثر فسیل هم‌افزای *Thalassinoides-Phycodes* در رسوبات کربناته-تخریبی کرتاسه شمال باختری راین. (A) بخش *Thalassinoides*؛ (B) بخش *Phycodes* با حفاری شاخه‌ای مترکم؛ (C) انباشتی از اثر فسیل‌های هم‌افزای *Thalassinoides-Phycodes* پیکان‌های سیاه بخش‌های *Thalassinoides* و *Phycodes* را نشان می‌دهند و پیکان سفید برش عرضی لوله‌های حفاری با بخش مرکزی که با رسوبات متفاوت پر شده است، نشان می‌دهد. (D) بخش *Phycodes* همراه با شکل ترسیمی آن (D')؛ (E) حفاری‌های کنار دهلیز در برخی از لوله‌های حفاری (پیکان)؛ (F) دهلیز اصلی *Thalassinoides* که به حفاری انشعابی *Phycodes* ختم شده است. (F') نمایش ترسیمی از شکل F؛ پیکان‌ها مسیر حفاری را نشان می‌دهند؛ (G) نمای دیگری از اثر فسیل هم‌افزای *Thalassinoides-Phycodes*. مقیاس‌های خطی برابر ۳ سانتی‌متر و طول قلم‌ها به عنوان مقیاس برابر ۱۵ سانتی‌متر می‌باشند.



شکل ۴- سایر اثر فسیل‌های یافت شده در توالی رسوبی مورد مطالعه؛ (A-B) *Koilosoma* isp. سطح بالایی لایه رسوبی؛ (C) *Ophiomorpha* isp.؛ (D) *Palaeophycus* isp.؛ (E) *Planolites* isp.؛ (F) *Skolithos* isp. (پیکان‌ها)؛ (G و I) *Taenidium* isp.؛ (H) *Thalassinoides suevicus*. مقیاس‌های خطی برابر یک سانتی‌متر است.



شکل ۵- شکل نمایشی اثر فسیل هم افزای *Thalassinoides-Phycodes* که در آن *Th* تالاسینوئیدس و *Ph* فیکودس هستند (Miller, 2000).

کتابنگاری

- جعفری، ع.، ۱۳۷۹- گیتاشناسی ایران، جلد سوم، دایرةالمعارف جغرافیایی ایران (دانستنی های ایران). انتشارت مؤسسه گیتاشناسی، ۱۳۹۲.
- حسین زاده، م. ع.، ۱۳۹۲- ریززیت چیننگاری کرتاسه در کوه های گلکی، عسکرو و گزک (شرق راین). پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور، مرکز شیراز.
- عباسی، ن.، ۱۳۸۷- اثر فسیل های رسوبات فلیش کرتاسه آبشار آسیاب خرابه، منطقه جلفا، شمال باختری ایران. فصلنامه علوم زمین پاییز ۱۳۸۹ شماره ۷۷، ص. ۹-۱۶.

References

- Abel, O., 1926- Amerikafahrt. Jena, Fischer, 462p.
- Boeschoten, G.J., 1964- Tadpole structures again. *Journal of Sedimentary Petrology* 34, 422-423.
- Bromley, R.G., 1991- Trace Fossils: Biology, Taphonomy and Applications, 2nd edn. Chapman and Hall, London, 361 pp.
- Cameron, B. & Estes, R., 1971- Fossil and Recent "tadpole nests": a discussion. *Journal of Sedimentary Petrology* 41, 171-178.
- Dimitrijević, M.D., 1973- Geological of Kerman region. Geological Survey of Iran, report no. Yu/52, 334 pp.
- Dimitrijević, M.D. & Djoković, I., 1973- Geological map of Kerman region, 1:500,000, Geol. Survey of Iran.
- Dionne, J.C., 1969- Tadpole holes: a true biogenic sedimentary structure. *Journal of Sedimentary Petrology* 39, 358-360.
- Ehrenberg, K., 1944- Ergänzende Bemerkungen zu den seinerzeit aus dem Miozan von Burgschleinitz beschriebenen Gangkern und Bauten dekapoder Krebse. *Paläontological Zornal.* 23, 354-359.
- Gaillard, C. & Olivero, D., 1993- Interpretation paleoecologique nouvelle de Zoophycos Massalongo, 1855. *C. R. Acad. Sci., Paris, Ser. II* 316, 823-830.
- Haldeman, S.S., 1840- Supplement to Number One of "A Monograph of the Limniades, or freshwater univalve shells of North America," containing descriptions of apparently new animals in different classes, and the names and characteristics of the subgenera in Paludina and Anculosa. 3 pp.
- Hall, J., 1847- Palaeontology of New York. Volume I. containing descriptions of the organic remains of the Lower Middle Division of the New York System, (equivalent in part to the Middle Silurian rocks of Europe). C. van Benthuyzen, Albany 338 pp.
- Heer, O., 1877- Flora fossilis Helvetiae. Die vorweltliche Flora der Schweiz. Zürich, Switzerland. 182 pp.
- Hitchcock, C.H., 1927- The Hitchcock lecture upon ichnology, and the Dartmouth College ichnological collection (ed. N. M. Grier). *American Midland Naturalist* 10, 161-197.
- Hitchcock, E., 1858- Ichnology of New England, Boston, xii & 220 p. ICZN (International Code of Zoological Nomenclature) 1964, International trust for Zoological Nomenclature, London, xix & 176 pp.
- Kotake, N., 1989- Paleocology of the Zoophycos producers. *Lethaia* 22, 327-341.
- Kotake, N., 1991- Non-selective surface deposit feeding by the Zoophycos producers. *Lethaia* 24, 379-385.
- Lundgren, S.A.B., 1891- Studier öfer fossilförande lösa block. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 13, 111-121.
- Maher, S.W., 1962- Primary structures produced by tadpoles. *Journal of Sedimentary Petrology* 32, 138-139.
- Miller III, W., 1998- Complex marine trace fossil. *Lethaia* 31, 29-32.

- Miller III, W., 2001-*Thalassinoides-Phycodes* compound burrow systems in Paleocene deep water limestone, Southern Alps of Italy. *Palaogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 170, 149–156.
- Miller, M.F. & Knox, L.W., 1985- Biogenic structures and depositional environments of a Lower Pennsylvanian coal-bearing sequence, northern Cumberland Plateau, Tennessee, U. S. A.. In Curran, H. A. (ed.) *Biogenic Structures: Their Use in Interpreting Depositional Environments*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication 35, 67-97.
- Miller, W., III, 2000- Trace fossils in Cretaceous–Paleogene pelagic limestones of the Belluno area, northeastern Italy. *Memorie di Scienze Geologiche (Padova)* 52, 175–192.
- Nicholson, H.A., 1873- Contributions to the study of the errant annelides of the older Palaeozoic rocks. *Royal Society London Proc*, 21, 288–290.
- Pickerill, R.K., 1994- Nomenclature and taxonomy of invertebrate trace fossils. In: Donovan, S. K. (ed.), *The Paleobiology of Trace Fossil*. John Wiley and Sons Publication, 3-42.
- Rainforth, E.C., 2005- Ichnotaxonomy of the fossil footprints of the Connecticut Valley (Early Jurassic, Newrark Supergrou, Connecticut and Massachusetts) Submitted in partial fulfillment of the Requirements for the degree of Doctor of Philosophy in the Graduate School of Arts and Sciences Columbia University. Unpublished. 1301 pp.
- Rieth, A., 1932- Neue funde Spongeliomorpher Fucoiden aus dem Jura Schwabens. *Geologische und Paläontologische Abhandlungen, Jena*, 19, 257–294.
- Seilacher A., 1964- Biogenic sedimentary structures. In: Imbrie J, Newell N (eds) *Approaches to paleoecology*, John Wiley & Sons, New York, 296–316.
- Seilacher, A., 1953- Studien zur Palichnologie. I, Uo ber die Methoden der Palichnologie. *Neues. Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen* 96, 421–452.
- Seilacher, A., 1955- Spuren und Fazies im Unterkambrium. In *Bcitrage zur Kenntnis des Kambriums in der Salt Range (Pakistan)*. Edited by Schindewolf and A. Seilacher. *Akadernie der Wissenschaften und der Literatur zu Mainz. Mathernatisch natur wissen-schaftliche Klasse Abhandlungen*, 10, 373–399.
- Seilacher, A., 2007- *Trace fossil analysis*. Springer Berlin Heidelberg New York. 226 p.