بررسی ایکنوفسیلها و ایکنوفاسیس رسوبات اردویسین بالایی در باختر شاهرود (دهملا)

نوشته: دکتر حسین وزیری مقدم* و دکتر عزیز ا... طاهری**

Study of ichnofossils and ichnofacies of the Upper Ordovician in west of Shahrud (Dehmolla)

By: Dr. H. V. Moghadam* and Dr. A. Taheri**

چکیده

برپایه مطالعه سیستماتیک ایکنوفسیلهای رسوبهای اردویسین بالایی باختر شاهرود تعداد ۱۳ اثر فسیلی شامل:
Cosmorhaphe cf. lobata, Spirophycus ichnosp., *Neonerites uniserialis, Neonerites biserialis, Neonerites* ichnosp., *Didymaulichus* ichnosp., *Lorenzina cf. kulczynski, Protopaleodictyon* ichnosp., *Helmintopsis* ichnosp., *Paleodictyon* ichnosp., Phycodes palmatum, Palacophycus cf. striatus, Palaeophycus sulcatus, *Planolites* ichnosp., *Thalassinoides* ichnosp., *Scolicia* ichnosp.
تشخیص داده شده است. ایکنوفسیلهای فوق نشان دهنده رخساره نریتیس می باشند و معرف آن هستند که این رسوب ها در یک محیط به نسبت ژرف دریایی تشکیل شده اند. ساختمان های رسوبی و شواهد صحرایی داده های بدست آمده از ایکنوفسیل ها را تایید می کند.

واژه‌های کلیدی : ایکنوفسیل، ایکنوفاسیس ، اردویسین بالایی، دهملا، باختر شاهرود، ایران

Abstract

Based on systematic study of the ichnofossils of the Upper Ordovician in west of Shahrud, 13 trace fossils, including: *Comorhaphe cf. lobata, Spirophycus* ichnosp., *Neonerites* uniserialis, *Neonerites biserialis, Neonerites* ichnosp., *Didymaulichus* ichnosp., *Lorenzina cf. kulczynski, Protopaleodictyon* ichnosp., *Helmintopsis* ichnosp., *Paleodictyon* ichnosp., *Phycodes palmatum*, Palaeophycus cf. striatus, *Palaeophycus sulcatus, Planolites* ichnosp., *Thalassinoides* ichnosp., *Socolicia* ichnosp. Have been recognized. These ichnofossils represent the nercites ichnofacies and indicate that the sediments formed in a relatively deep marine condition. The sedimentary structures and field observations confirm the data obtained from the ichnofossils.

Keywords: Ichnofossil, Ichnofacies, Upper Ordovican, Dehmolla , west shahrad

۱- مقدمه

ناحیه مورد مطالعه در حدود ۲۵ کیلومتری باختر شهرستان شاهرود در دامنه جنوبی رشته کوههای البرز جای دارد (شکل ۱).

ناحیه دهملا از توالی رسوبی که گسترش زمانی آنها از پرکامبرین تا ژوراسیک می باشد تشکیل شده است. ستبرای رسوبهای اردویسین در این ناحیه ۵۳۰ متر می باشد. براساس گونه های شاخص آکری تارش سن ۱۵۶ متر قاعده ای این رسوبها اردویسین زیرین (ترمادوسین- آرنیگین) می باشد و معادل سازند لشکرک است. سازند فوق با سطح تماس تدریجی بر روی سازند میلا قرار گرفته است. سن مابقی رسوبها براساس آکری تارش و کریپتوسپورها اردویسین بالایی (کارادوسین- آشگیلین) بوده و معادل سازند قلی در جنوب بجنورد می باشد (حسینی، ۱۳۷۶). مرز بین دو سازند لشکرک و قلی برپایه کار حسینی (۱۳۷۶) انتخاب شده است اگرچه به گمان در این زمینه بین محققین اختلاف نظر وجود دارد.

نهشته های اردویسین زیرین در ناحیه مورد مطالعه متشکل از شیل های خاکستری، آهک های ماسه ای حاوی کرینوئید و آثار فسیلی کروزیانا به وفور، تناوب شیل، ماسه سنگ و آهک ضخیم لایه همراه با موج نما (Ripple Marks) و لایه بندی متقاطع (Cross bedding) می باشد. ساختمانهای رسوبی و ایکنوفسیلها نشانگر شرایط تشکیل این نهشته ها در محیط به نسبت کم ژرف است (شکل ۲).

رسوبهای اردویسین بالائی از تناوب شیل و سیلتستونهای میکادار خاکستری حاوی آثار فسیلی فراوان، سیلهای بازیک و شیلهای خاکستری زیتونی تشکیل شده است (شکل ۲). در این نهشته ها آثار فسیلی و ساخت های رسوبی (Graded bedding, Loadcast, Flutcast) گویای تشکیل آنها در مناطق ژرف دریا می باشد.

همبری بالائی رسوبهای اردویسین با کنگلومرای قاعده پیشرونده سازند جیرود با ناپیوستگی فرسایشی مشخص می شود. هدف از این مطالعه تشخیص ایکنوفسیلهای رسوبات اردویسین بالایی و تفسیر محیط رسوبی براساس شواهد صحرائی و ایکنوجنس های مطالعه شده می باشد.

۲- سیستماتیک ایکنوفسیل‌ها

Ichnogenous *Cosmorhaphe* Fuchs 1895
***Cosmorhaphe cf. lobata* Seilacher 1977**
(Plate 1,C)

مشخصه (Diagnosis): یک تریل مئاندری شکل منظم دارای دو دسته مئاندر که از نظر اندازه با یکدیگر متفاوت می باشند. مئاندرهای دسته دوم کوچکتر بوده و در داخل مئاندرهای دسته اول قرار دارند.

توصیف (Description): تریلی که شامل دو دسته مئاندر درجه یک و درجه دو می باشد. دامنه مئاندر دسته اول ۸ سانتی متر و دامنه مئاندر دسته دوم ۸ میلیمتر می باشد. مئاندرهای دسته دوم تقریبا" هم بعد بوده و قطر تریل ٤-۳ میلیمتر می باشد.

بحث (Discussion): نمونه توصیف شده در اینجا به گونه *C.lobata* شباهت دارد با این تفاوت که در نمونه حاضر مئاندرهای دسته دوم هم بعدتر از گونه فوق می باشند.

Ichnogenous *Spirophycus* Hantzschel 1962
***Spirophycus* ichnosp.**
(Plate 3, E)

مشخصه (Diagnosis): یک تریل سیلندری شکل برجسته با ستبرای ۲۰-۵ میلیمتر که شبیه شاخهای پیچ خورده بوده و یا در دو انتها به صورت اسپیرالی است.

توصیف (Description): یک تریل با قطر ۸ میلیمتر که در انتها به صورت مارپیچی خم شده است.

بحث (Discussion): Ksiazkiewicz (1970) دو گروه از این ایکنوجنس را از ناحیه Polish Carpathians معرفی نمود که گروه اول دارای رشته های ستبر بوده ولی دارای پیچشهای کم و ساده هستند. گروه دوم دارای رشته های نازکتر و پیچشهای کم و بیش متعدد می باشند. نمونه مورد مطالعه به گروه اول شباهت دارد.

Ichnogenous *Neonerites* Seilacher 1960

مشخصه (Diagnosis): شکل این ایکنوجنس بستگی به نحوه حفظ شدگی آن دارد (full relief یا semirelief). اگر به صورت اپی رلیف حفظ شود شامل زنجیره فرورفته، منحنی و نامنظم با دیواره های صاف می باشد. درازای زنجیره نیز محدود است. در صورتی که به صورت هیپورلیف حفظ شود شامل یک رشته میانی و یک یا دو ردیف برجستگی های پلت مانند بوده که به شکل منحنی نامنظم یا مستقیم و یا به ندرت مئاندری قرار گرفته اند.

***Neonerites uniserialis* Seilacher 1960**
(Plate 3, B)

توصیف (Description): یک ردیف منفرد متشکل از دانه های کروی تا بیضوی شکل بدون تزیین که در قاعده سیلتستونهای دانه درشت به صورت برجسته مشاهده می شود. شکل کلی آن به صورت مستقیم، کمی منحنی شده و یا زنجیری مئاندری می باشد. دانه های کروی جدا از هم و یا در مجاور یکدیگر میباشند.

بحث (Discussion): ایکنو گونه فوق به صورت باروهـای داخلـی بعـد از رسوبگذاری تفسیر شده و این دانه های کروی پلتـهای مدفوعـی مـی باشـند (Seilacher 1960, Chamberlain, 1971).

***Neonerites biserialis* Seilacher 1960**
(Plate 1, E)

توصیف (Description): از دو ردیف دانه های بیضوی یـا کـروی کـه در کنار یکدیگر قرار گرفته اند تشکیل شده است. دانه ها فاقد هرگونـه تزیـین بوده و فضای مابین دانه ها و یا بین ردیف ها بسیار ناچیز است.

***Neonerites* ichnosp.**
(Plate 2, D)

توصیف (Description): برخلاف گونه های قبلی بیش از دو ردیـف دانـه های کروی یا بیضوی بدون تزیین در این نمونه مشاهده می گردد.

Ichnogenous *Didymaulichus* Young, 1972
***Didymaulichus* ichnosp.**
(Plate 4, D)

مشخصه (Diagnosis): یک تریل سـاده، صـاف بـا دو برجسـتگی و دارای چین خوردگی جزیی به موازات لایه بندی است. برجستگی های آن توسط یک شیار از یکدیگر جدا می شوند. تریلـها ممکـن اسـت یکدیگـر را قطـع کرده باشند.

توصیف (Description): یک تریـل مسـتقیم تـا منحنـی شـکل نـامنظم بـا برجستگی مثبت که به صورت هیپورلیف (Hyporelief) حفظ شده اسـت. دارای ۵-٤ میلیمتر عرض می باشـد. ایـن ایکنوجنـس شـامل دو برجسـتگی (بدون تزیین) با یک فرورفتگی خیلی باریک در بخش میانی است.

بحث (Discussion): این ایکنوجنس عموما" به عنوان یک تریـل سـطحی که به گمان توسط یک نرم تن (Mollusc) ایجاد شده است در نظر گرفتـه می شود (Hakes, 1976).

Ichnogenous *Lorenzina* Da Gabelli 1900
***Lorenzina cf. kulczynski* Kuznir**
(Plate 2, B)

مشخصه (Diagnosis): شامل یک حلقه گرد که دارای ۲۰-۱۲ برآمدگـی در اطراف آن می باشد.

توصیف (Description): برجستگی های شعاعی کوتاه که در اطراف یک حلقه مرکزی خالی قـرار گرفتـه انـد. ایـن برجسـتگیها در بخـش داخلـی بـا یکدیگر ارتباط داشته و حلقه مرکزی را می سازند.

بحث (Discussion): Crimes (1977) طی مطالعه آثـار فسـیلی رسـوبات توربیدایت کرتاسه بالایی اسـپانیا دو مـدول A (مـدول صـاف) و B (مـدول انحنادار) برای ایجاد این آثار در نظـر گرفـت (شـکل ۳). مـدول A بوجـود آورنده ایکنوجنسـهایی نظیـر: *Protopaleodictyon* , *Paleodictyon* و *Lorenzina* و مدول B ایجادکننده ایکنوجنسـهائی نظیـر *Cosmorhaphe* و *Paleodictyon* می باشد.

در ایجاد گونه مورد مطالعه مدولهای A با یکدیگر به شکل دایره ظاهر شده که هر مدول با مدول کناری خود با زاویه ۱۲۰ تا ۱۵۰ درجه قرار گرفتـه و از آنها یک رشته شعاعی خارج گردیده است.

Ichnogenous *Protopaleodictyon* Ksiazkiewicz 1970
***Protopaleodictyon* ichnosp**
(Plate 3, C)

مشخصه (Diagnosis): فرمهای اولیه و نامنظم Paleodictyon مـی باشـند. فاقد طرح چندضلعی و اغلب به صورت مئاندری شـکل کـه در راس شـاخه ای شده است.

توصیف (Description): تریلهایی مئاندری شکل که بـه صـورت برجسـته در قاعده ماسه سنگها مشاهده می شوند، دارای یک یا دو زائده بوده کـه از راس مئاندر خارج می گردند.

بحث (Discussion): ایکنوفسیل فوق توسـط دومـدول A و B ایجـاد مـی شود (Crimes, 1977) . این نمونه شبیه به *Belorhaphe* است ولـی دارای یک مدول اضافی است که در هر برگشت بخش زیگزاگ عمود بر درازای رشته اضافه گردیده است. این سبب می شود که اتصالات سه شـاخه ای در Protopaleodictyon ایجاد گردد. این ایکنوجنس از آنجایی که شـبیه بـه قسمتی از جنس Paldeodictyon می باشـد، Protopaleodirtion نـامیده شده است.

Ichnogenous *Helmintopsis* Heer emend. Sacco. 1888
***Helmintopsis* ichnosp.**
(Plate 1,B)

مشخصه (Diagnosis): یـک تریـل سـاده مئاندری شـکل مـی باشـد ولـی مئاندرهای آن نظیر Helmintoida گسترده و فشرده نیست.

توصیف (Description): این ایکنوجنس یـک تریـل برجسـته و مئـاندری شکل می باشد. قطر آن ۷ میلیمتر، طول آن ۵۰ میلیمتر و دارای دامنـه مـوج ۱۰ میلیمتر می باشد. سطح آن صاف و بدون تزیین است.

Ichnogenous *Paleodictyon* Meneghini 1850
***Paleodictyon* ichnosp.**
(Plate 1,A; Plate 2, A, C, E)

مشخصه (Diagnosis): برجستگی های لانه زنبوری به صـورت چندضلعـی های منظم یا نامنظم کـه بیشـتر شـش ضلعـی بـوده ولـی گـاهی نمونـه هـای چهارضلعی در آنها دیده شده است.

توصیف، (Description): تریلهایی که به صورت شبکه های شـش گـوش در سطح تحتانی ماسه سنگها به صورت برجسته مشاهده می شوند. نمونـه A دارای رشته هایی به قطر ۱۵ میلیمتر و اندازه شبکه ۲۲×۶۰ میلیمتر می باشـد. در نمونه B رشته هایی به قطر ٦ میلیمتر و شبکه ای بـه قطـر ۱۵×۲۵ میلیمتـر

است. قطر رشته ها در نمونه C، ۳ میلیمتر و قطر شبکه ها نزدیک به ۱۲×۱۷ میلیمتر می باشد. نمونه D قطر رشته ها ۷ میلیمتر و شبکه آن ۱۶×۲۲ میلیمتر می باشد.

بحث (Discussion): نمونه A به دلیل دارا بودن شبکه های بزرگ احتمالا یک گونه جدید از Paleodictyon می باشد که از زمان اردویسین بالایی معرفی می شود (صحبتهای شفاهی با P. T. Crimes.) شبکه ها در نمونه B بعضی حالت فلس ماهی دارند که از این نظر شبیه به جنس *Squamodictyon* Vialov and Golev 1960 می باشد. نمونه D به گمان به دلیل دارا بودن شبکه های منظم تا قدری نامنظم و اندازه شبکه ها شبیه به گونه *P. majus* Meneghini 1879 می باشد.

ایکنوجنس *Paleodictyon* از هر دو مدول A وB بوجود می آید (Crimes, 1977). در نتیجه دو *Protopaleodicton* موازی که توسط یک مدول خارجی به یکدیگر مرتبط شده اند ایجاد گردیده است (Crimes, 1977).

Ichnogenous *Phycodes* Richter 1850
***Phycodes Palmatum* Hall, 1852**
(Plate 3, A)

مشخصه (Diagnosis): بصورت طرح جارو مانند متشکل از مجموعه تونلهای افقی می باشد که ممکن است ساختمان اسپریت از خود نشان دهد. نسبت به سطح لایه بندی موازی یا تقریبا موازی بوده و قسمت پروکسیمال سیستم بارو شامل تونلهای غیرمنشعب می باشد. در بخش دیستال سیستم بارو به سمت خارج منشعب شده و دارای طرح بادبزنی یا پنجه ای است.

توصیف (Description): دسته های بزرگ از باروهایی که گسترش اسپریت در آنها بسیار محدود بوده و به صورت برجسته در قاعده ماسه سنگها مشاهده می شوند. هر کدام از باروها اساسا ۱۰ میلیمتر قطر داشته و اندازه مجموعه کامل آنها نزدیک به ۱۲ سانتی متر (که احتمالا دارای اندازه ای بزرگتر بوده است) می باشد. باروها از شاخه اصلی همانند دسته های گل از یک مکان خارج گردیده اند.

بحث (Discussion): نمونه مطالعه شده، سیستمهای باروی بزرگی هستند که در اندازه و شکل به نمونه های توصیف شده توسط Seilacher (1955) (از کامبرین زیرین رشته کوههای نمک پاکستان) شباهت دارند.

Ichnogenous *Paleophycus* Hall, 1847

مشخصه (Diagnosis) : یک حفره سیلندری شکل افقی، کم وبیش مستقیم تا سینوسی و بدون انشعاب که به طور مشخص دارای دیواره آستردار (Lining) صاف و یا تزیین دار می باشد. این ایکنوجنس به صورت افقی یا کمی مورب نسبت به لایه بندی قرار می گیرد. دو گونه از این ایکنوجنس تشخیص داده شده است که به قرار زیر می باشد:

***Paleophycus cf. striatus* Hall 1847**
(Plate 1,D)

توصیف (Description): یک باروی استوانه ای غیرمنشعب به قطر ۱۰ میلیمتر که توسط تعداد زیادی خطوط طولی ظریف موازی و تقریبا ممتد تزیین شده است. هر کدام از این خطوط کمتر از یک میلیمتر عرض دارد. این نمونه بصورت برجسته در قاعده لایه های ماسه سنگی مشاهده می شود.

***Paleophycus sulcatus* (Miller and Dyer 1878)**
(Plate 1, F)

توصیف (Description): باروی لوله ای شکل به قطر ۳ میلیمتر و با تزیینات نخ مانند منظم که به موازات دیواره قرار گرفته اند.

Ichnogenous *Planulites* Nicholson 1873
***Planolites* ichnosp.**
(Plate 2, F)

مشخصه (Diagnosis): این ایکنوجنس به صورت حفرات پرشده استوانه ای تا تقریبا استوانه ای بوده که فاقد انشعاب و کم و بیش افقی تا مایل می باشد. این حفرات مستقیم تا کمی خمیده بوده و گاهی یکدیگر را قطع می نمایند.

توصیف (Description): یک باروی استوانه ای شکل صاف تا کمی خمیده به قطر ۲۵-۱۰ میلیمتر که فاقد آستر (Lining) می باشد. نمونه های فوق به صورت برجسته در قاعده لایه های ماسه سنگی به فراوانی مشاهده می شوند.

Ichnogenous *Thalassinoides* Ehrenberg 1944
***Thalassinoides* ichnosp.**
(Plate 3, F)

مشخصه (Diagnosis): این ایکنوجنس به صورت باروهای استوانه ای شاخه ای می باشد که توسط لوله های قائم (Shaft) با سطح مرتبط می شوند و در محل انشعاب تورمهایی را از خود نشان می دهند.

توصیف (Description): باروهای شاخه ای T شکل با قطرهای مختلف (۱۲-۸ میلیمتر) که کمی ضخیم شدگی در محل نواحی انشعاب نشان می دهند. این ایکنوجنس به صورت برجسته در قاعده ماسه سنگها به فراوانی وجود دارد.

Ichnogenous *Scolicia* de Quatrefages 1849

(Plate 3, D)

۳- ایکنوفاسیس

مجموعه ایکنوفسیلهای مطالعه شده متعلق به رخساره نرئیتس می باشند. این رخساره اولین بار توسط Seilacher (1964,1967) تعریف گردیده است.

مجموعه ایکنوفسیل های متعلق به توربیدایتها در دو شرایط مختلف از نظر رسوبگذاری تشکیل شده اند(Seilacher 1962b, Kern1980,).

مجموعه قبل از حادثه توربیدایت (pre-event) که دارای تنوع بالایی بوده و توسط ایکنوجنسهایی نظیر *Desmograpton* و *Paleodictyon* و تریسهای مئاندری منظم مانند *Nereites* و *Scolicia* در یک زمینه گلی پلاژیک بوجود آورده اند، مشخص می شود.

این مجموعه ایکنوفسیلها بصورت برجسته در سطح تحتانی لایه های ماسه سنگی حاصل از جزئیات توربیدایت مشاهده می شوند. مجموعه دیگر که در رسوبهای حاصل از جریانات توربیدایت مشاهده می شوند (Post-event) شامل باروهای اکثرا قائم نظیر *Arenicolites* می باشند.

٤- بحث و تفسیر

آثار فسیلی مشخصی که در اقیانوسهای ژرف یافت می شوند بیشتر شامل فرمهای (۱) گل مانند (Rosetted)، (۲) پیچشی (Spiral)، (۳) دارای طرح و الگوی منظم (Patterned) و (٤) پیچ و خم دار (Meandring) می باشند (Crimes, 1992).

آثار فسیلی گل مانند ابتدا در رسوبهای آبهای کم ژرف کامبرین زیرین (قبل از پیدایش تریلوبیت) ظاهر گردیده اند. اولین آثار فسیلی از آنها که در زمان کامبرین زیرین و میانی در آبهای ژرف ظاهر شده اند ایکنوجنسهایی نظیر *Oldhamia* و *Glockerichnus* می باشند. ایکنوجنسهایی دیگر از این گروه نظیر *Sublorenzinia, Bifasciculus* با کمی تاخیر در زمان اردویسین میانی در آبهای ژرف ظاهر گردیده اند (Crimes, 1970b, Ksiazkiewicz, 1977).

ایکنوجنسهایی با فرم پیچشی روند متفاوتی نسبت به گروه اول نشان می دهند (Crimes, 1992) . اولین فرمهای پیچشی (که با دقت و نظم خاصی پیچیده اند) نظیر ایکنوجنسهای *Spirohaphe* و *Spirodesmos* از رسوبهای آبهای ژرف اردویسین زیرین و میانی گزارش گردیده اند (Pickerill, 1980) . ایکنوجنس *Spirophycus* نیز از نهشته های اردویسین میانی (Pickerill, 1980) و بالائی (Crimes etal., 1974) گزارش شده است. بنابراین تکامل و پراکندگی ایکنوجنسهایی با فرم پیچشی منظم در آبهای ژرف اقیانوسی بطور اساسی در طی اردویسین رخ داده است.

در مقابل، گروه سوم یعنی ایکنوجنسهایی که دارای طرح و الگوی منظم هستند، نظیر *Paleodictyon, Squamodictyon, Protopaleodictyon* ابتدا در آبهای کم ژرف رسوبهای کامبرین زیرین (قبل از پیدایش تریلوبیت ها) ایجاد گردیده اند (Crimes and Anderson, 1985)

اولین ایکنوجنس از این گروه که در آبهای ژرف در بخش پروکسیمال توربیدایت ها ظاهر گردید *Protopaleodictyon* می باشد که از رسوبهای کامبرین میانی گزارش گردیده است.

ایکنوجنسهایی نظیر *Megagrapton* و *Squamodictyon* برای اولین بار در زمان سیلورین زیرین در نهشته های آبهای ژرف ظاهر شده اند.

فرمهای پیچ و خم دار (Meandring) نیز ابتدا در آبهای کم ژرفای وندیین توسعه یافته اند (Glaessner, 1969 & Fedonkin, 1980, a, b, 1981).

ایکنوجنسهایی که فقط دارای یک دسته مئاندر منظم هستند نظیر *Helmintoida crassa* از رسوبات کامبرین زیرین (قبل از پیدایش تریلوبیتها) گزارش شده اند (Crimes and Anderson, 1985). فرمهایی با مئاندرهای ساده از رسوبات ناحیه دامنه (Slope) انتهای پرکامبرین گزارش گردیده اند (Narbonne and Aitken, 1990). ایکنوفسیلهای پیچیده تر که دارای مئاندرهای دسته اول و دوم هستند (*Cosmorhaphe*) در رسوبات آبهای ژرف اردویسین بالایی (Crimes et al., 1974) و سیلورین زیرین (Crimes and Crossley, 1991) گزارش شده اند.

بنابراین ایکنوفسیلهایی که دارای فرم گل مانند، طرح و الگوی منظم و یا پیچ و خم دار هستند ابتدا در آبهای کم ژرفا و یا حد واسط پرکامبرین بالایی و کامبرین زیرین بوجود آمده و اغلب در طول اردویسین به دریاهای ژرف مهاجرت نموده اند (Crimes, 1992).

فرمهایی با پیچش منظم و پیچیده ابتدا در دریاهای ژرف بعد از کامبرین گزارش شده و فرمهایی نظیر *Spirohaphe* که دارای پیچشهای مضاعف هستند بعد از اردویسین میانی از آبهای ژرف اقیانوسی گزارش شده اند (شکل ٤). علت این مهاجرت به گمان ایجاد حوضه های ژرف تر دریائی در زمان اردویسین بالائی می باشد که در طی این زمان موجودات سازنده آثار فسیلی فوق الذکر سازش و تطابق با محیطهای ژرف تر دریا را پیدا نموده اند.

تکامل بیشتر موجودات دریاهای ژرف بعد از سیلورین گونه های زیادی از ایکنوفسیلها را بوجود آورده و حداکثر تنوع ایکنوفسیلها در کرتاسه می باشد (Crimes, 1992) ولی توسعه و گسترش آنها در دریاهای ژرف انتهای اردویسین پایه گذاری شده است.

لاسمی (۱۳۷۸) بر اساس مطالعه محیطهای رسوبی سنگهای اردویسین ایران چنین نتیجه گیری کرده است که برخلاف زمان کامبرین، در اردویسین شرایط دریای ژرف بر اکثر مناطق شمال و شمال خاوری گندوانا حاکم بوده است. ساختمانهای رسوبی نظیر دانه بندی تدریجی، کنولوت بدینگ، چین های لغزشی، طبقه بندی متقاطع، Grove cast, Flute cast توسط نامبرده گزارش شده است.

مجموعه ایکنوفسیلهای معرفی شده حاکی از آن است که رسوبهای منطقه مورد مطالعه در یک محیط به نسبت ژرف بر اثر جریانهای توربیدایت نهشته شده اند.

شواهد صحرایی و ساختمانهای رسوبی (Plate 4, A, B, C) مانندTool mark, Flut cast و Load cast

لایه بندی مندرج تاییدی بر ساختمانهای بیوژنیک مطالعه شده در منطقه فوق بوده و در مجموع نشانگر آن هستند که جریانات آشفته نقش مهمی در تکامل حوضه رسوبی داشته اند.

۵- نتیجه گیری

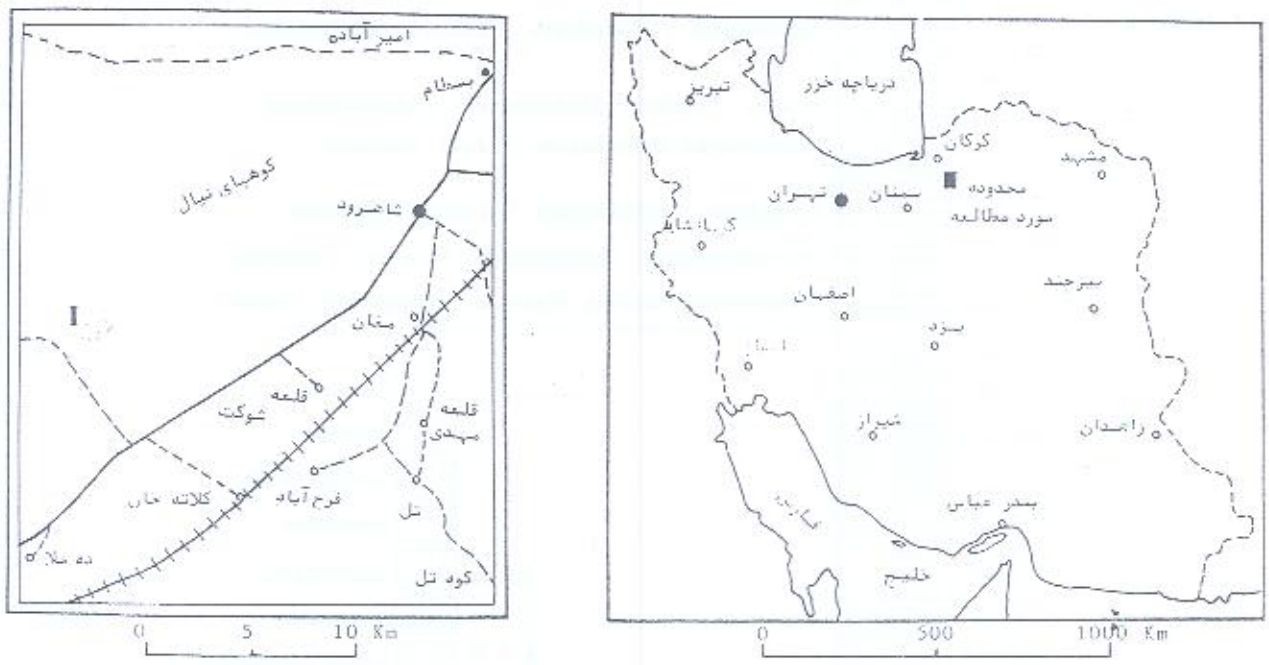
نتایج حاصل از مطالعه ایکنوفسیلهای ناحیه دهملا عبارتند از:

۱- تنوع ایکنوفسیلها در این توالی نسبتا بالا بوده و تعداد ۱۳ اثر فسیلی تشخیص داده شد.

۲- مجموعه ایکنوجنسهای مطالعه شده متعلق به رخساره نرئیتس می باشند.

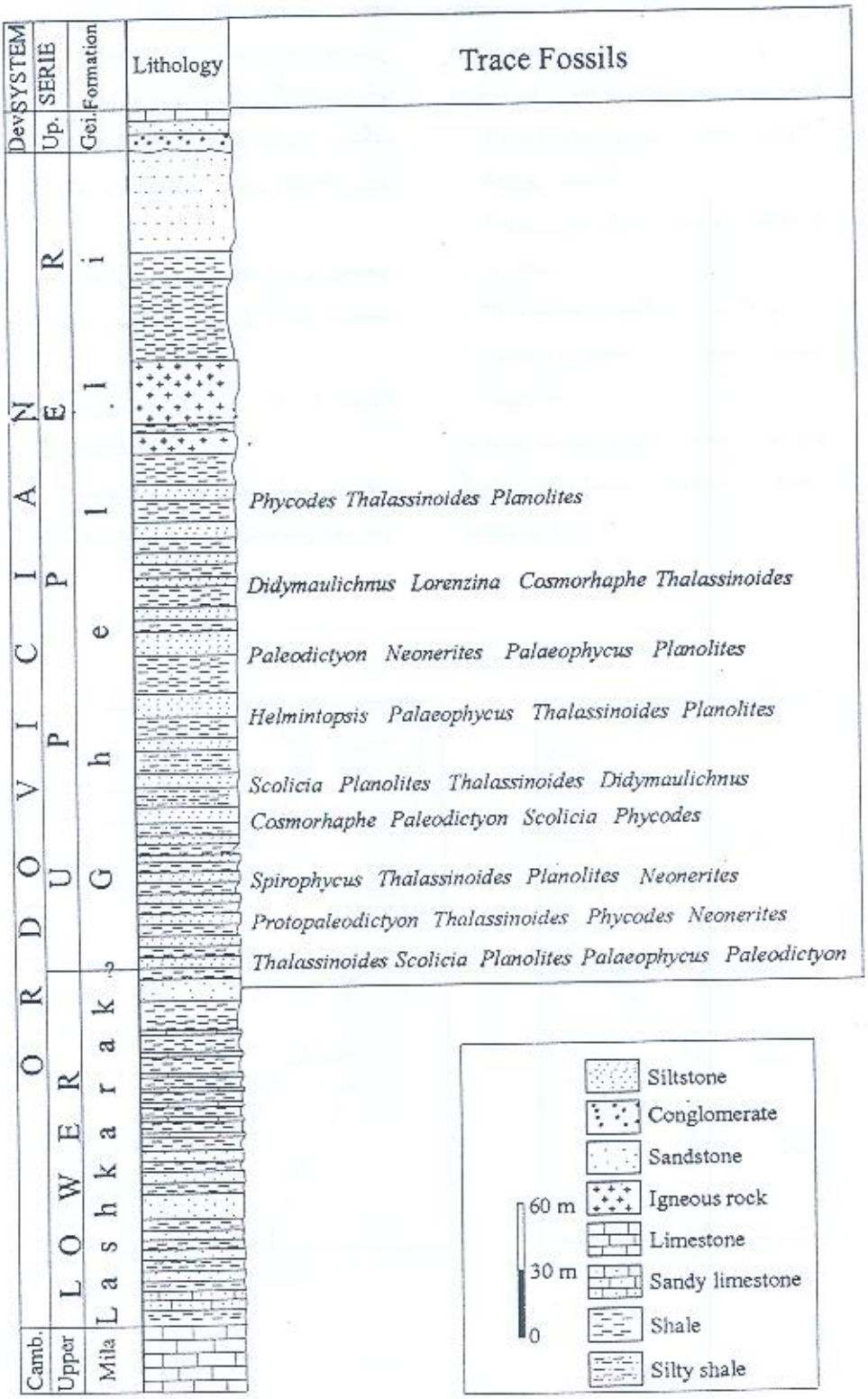
۳- مطالعه فوق نشانگر آن است که نهشته های اردویسین بالایی در منطقه مورد مطالعه در یک محیط به نسبت ژرف دریایی ته نشست نموده اند.

۴- تمامی مشخصات رسوبات حاصل از جریانهای آشفته (فلوت کست، گروکست، لودکست و ایکنوفاسیس نرئیتس) به روشنی در این توالی مشاهده می شود.

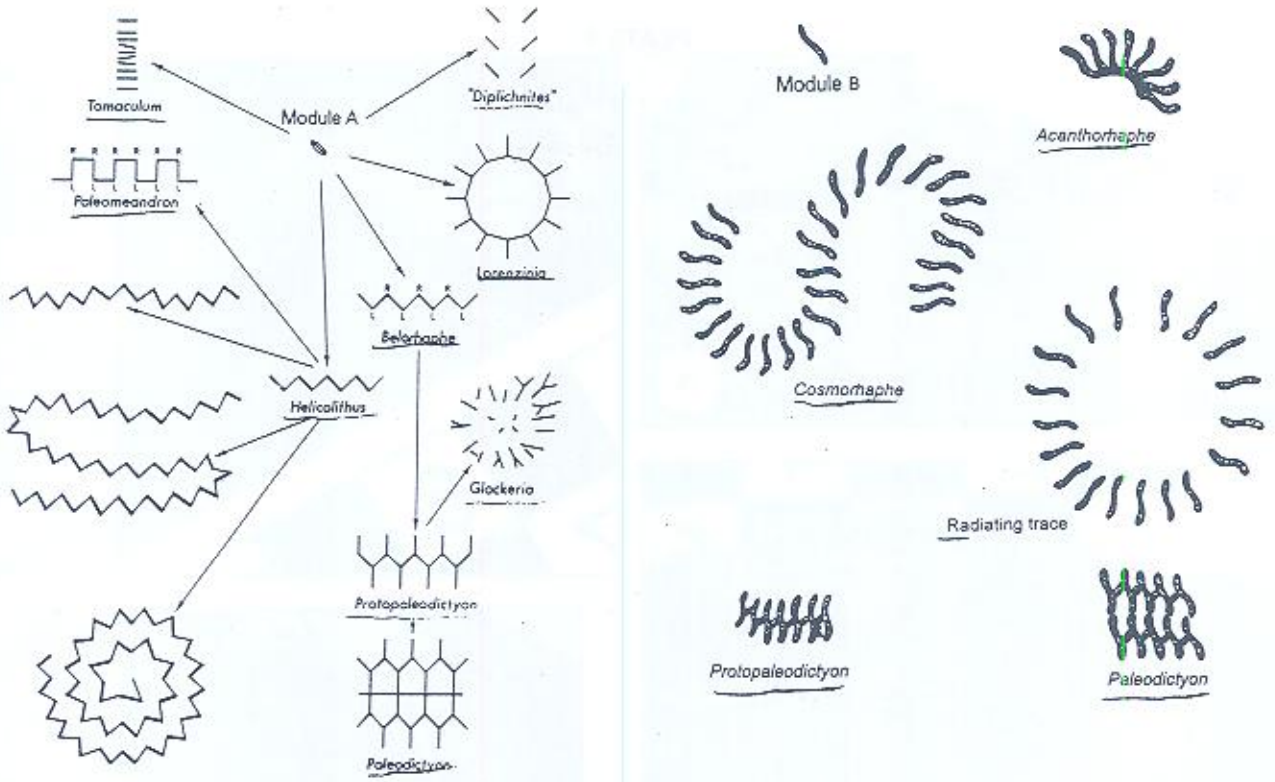


شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه مورد مطالعه I

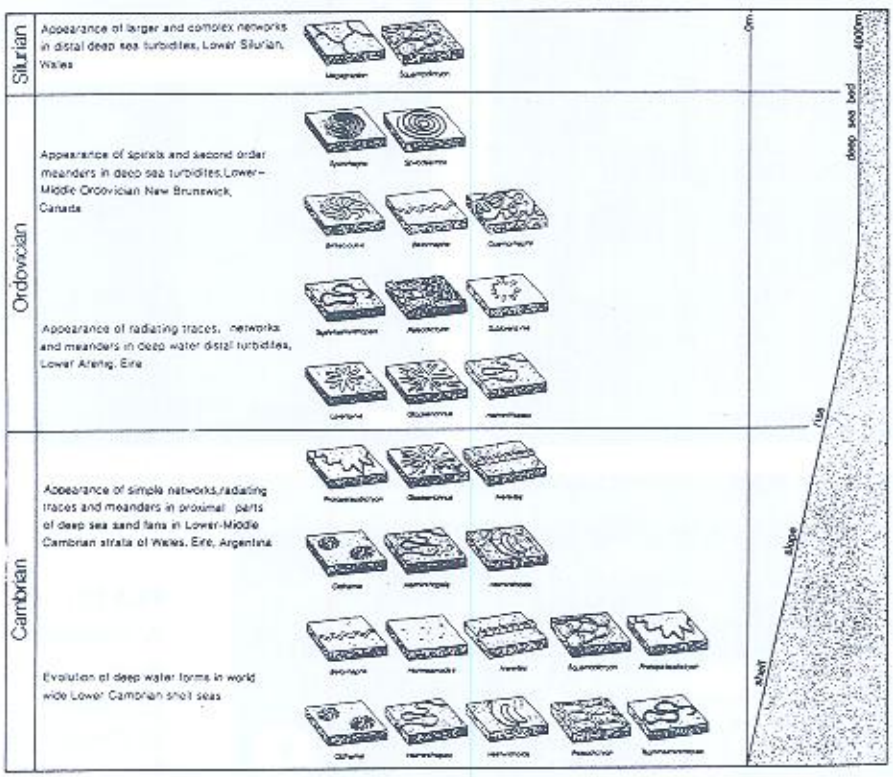
مقطع مورد مطالعه



شکل ۲- ستون چینه شناسی رسوبات اردویسین در ناحیه دهملا شاهرود



شکل ۳- نحوه بوجود آمدن آثار فسیلی مختلف توسط مدولهای A و B (اقتباس از Crimes، ۱۹۷۷)



شکل ٤- مراحل کلنیزه شدن مناطق عمیق اقیانوسی بوسیله آثار فسیلی در پالئوزوئیک زیرین (اقتباس از Crimes, 1992)

PLATE 1

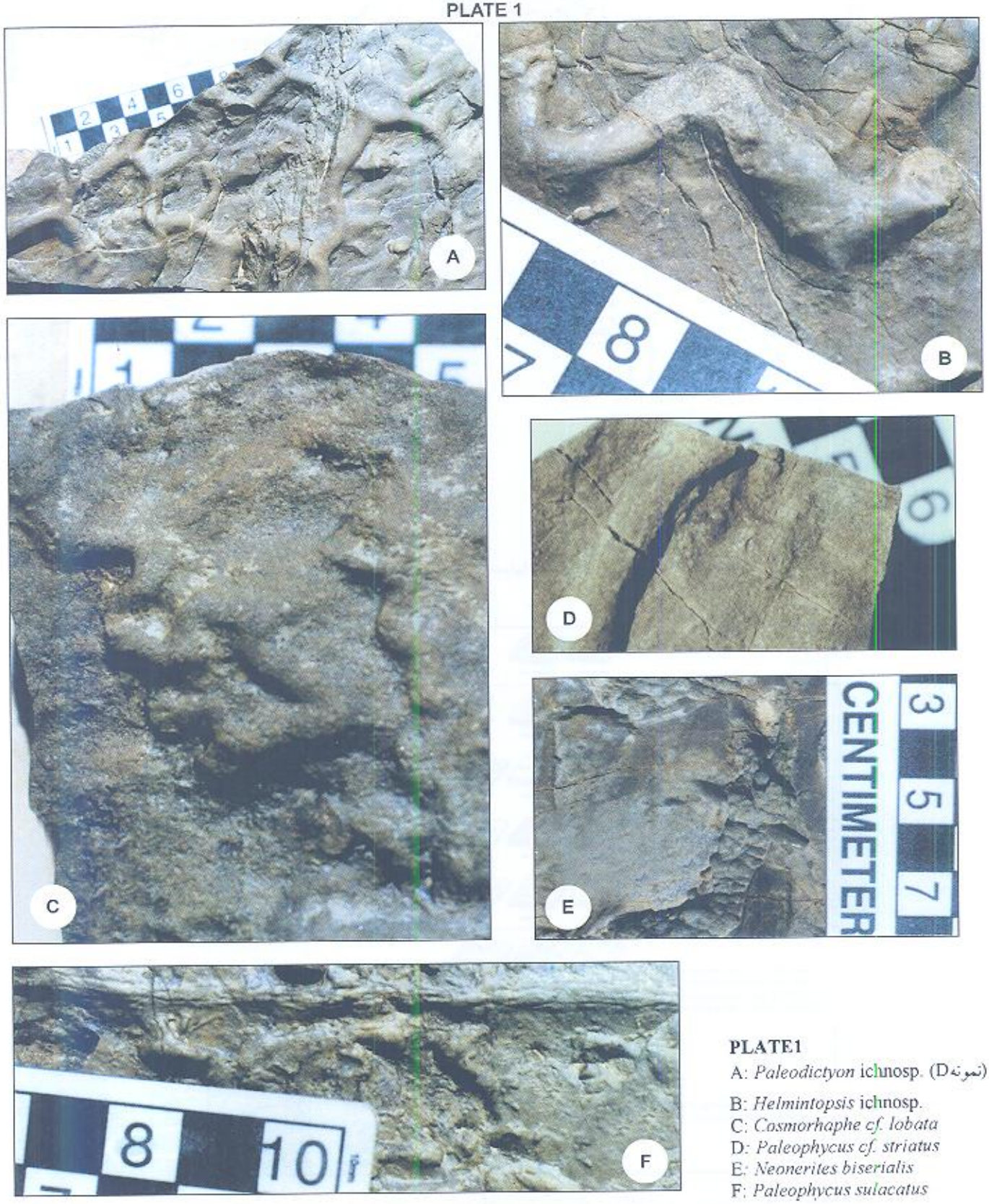


PLATE1

A: *Paleodictyon* ichnosp. (Dنمونه)

B: *Helmintopsis* ichnosp.

C: *Cosmorhaphe cf. lobata*

D: *Paleophycus cf. striatus*

E: *Neonerites biserialis*

F: *Paleophycus sulacatus*

PLATE 3

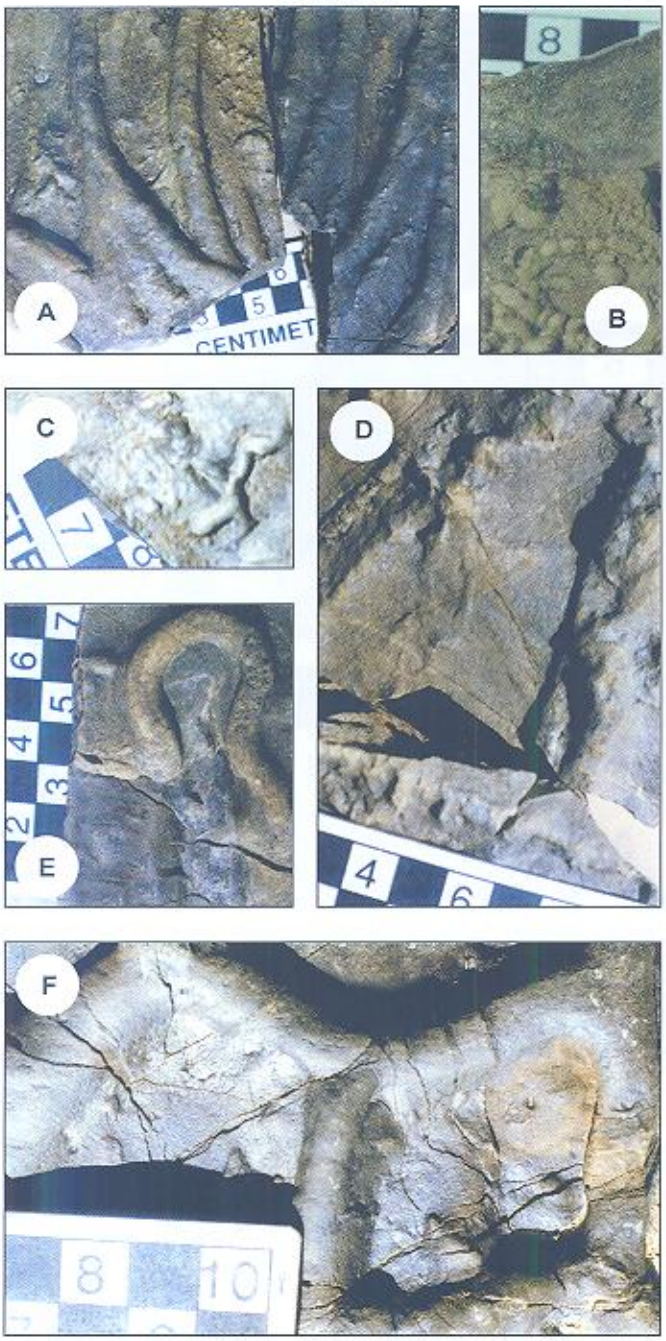


PLATE 2

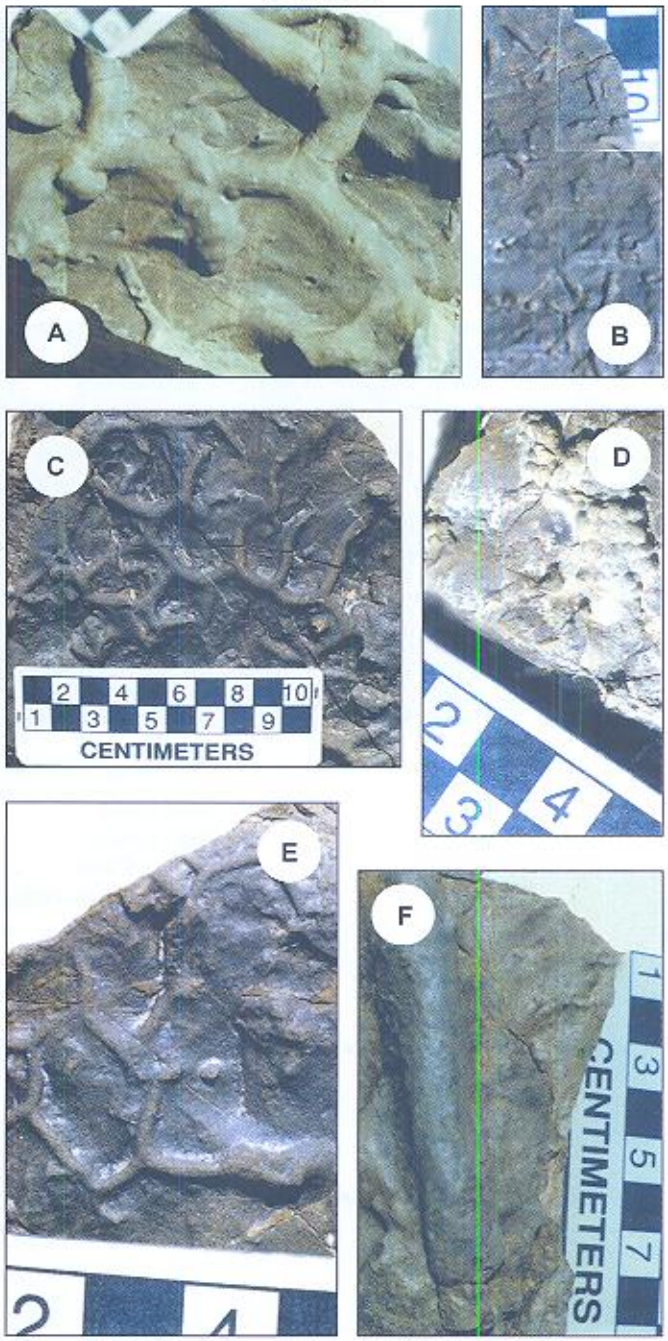


PLATE3

A: *Phycodes palmatum*
B: *Noenerites uniserialis*
C: *Protopaleodictyon* ichnosp.
D: *Scolicia* ichnosp.
E: *Thalassinoides* ichnosp.

PLATE2

A: *Paleodictyon* ichnosp. (Aنمونه)
B: *Lorenzina cf. Kulczynski*
C: *Paleodictyon* ichnosp. (Bنمونه)
D: *Neonerites* ichnosp.
E: *Paleodictyon* ichnosp. (Cنمونه)
F: *Planoliles* ichnosp.

PLATE 4

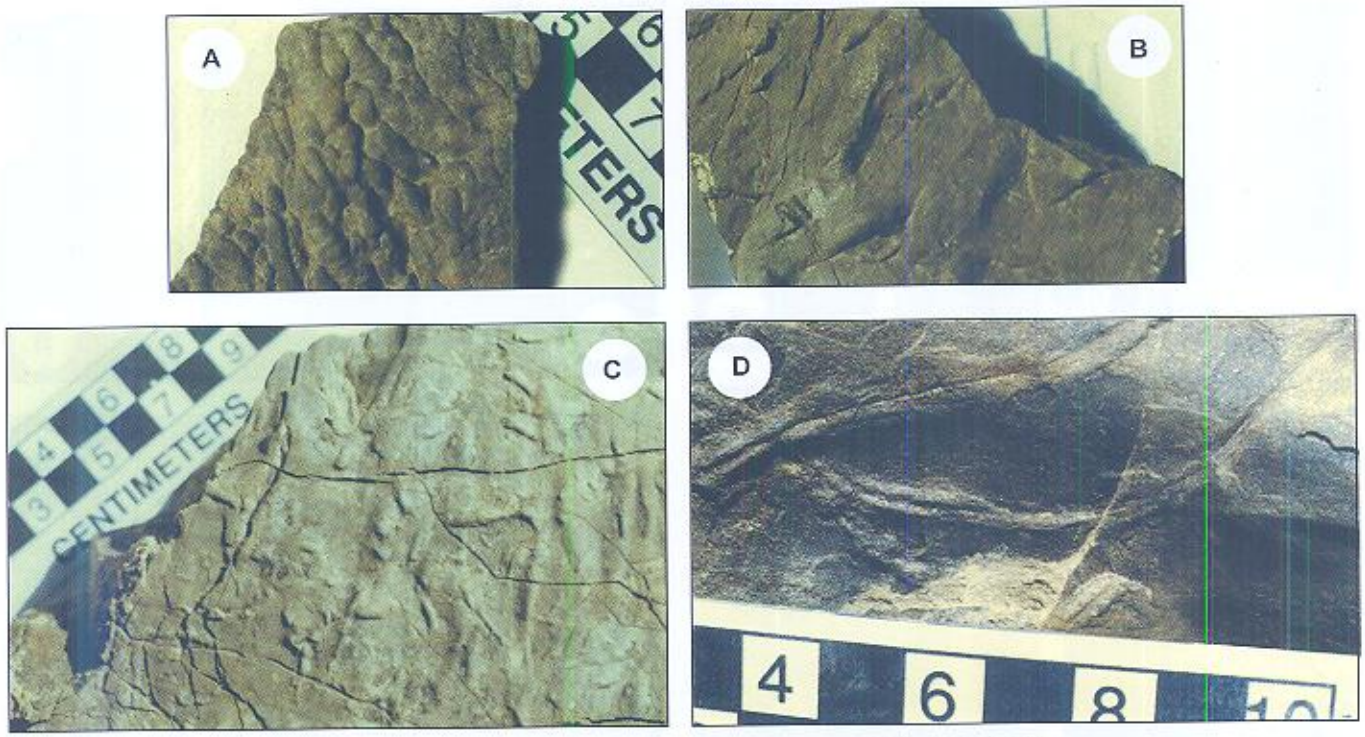


PLATE4 : A, B, C ساختمانهای رسوبی موجود در توالی مورد مطالعه

A: Load Casts
B: Flute Castes
C: Groove Casts
D: *Didymaulichus* ichnosp.

کتابنگاری:

حسینی، ا.و. ۱۳۷۶ – پالینوبایواستراتیگرافی و پالینوبیوژئوگرافی رسوبات اردویسین جنوب غرب شاهرود (شمال روستای دهملا): دانشگاه تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد.

شهرابی، م. – ۱۳۶۹ تلفیق کننده، نقشه چهارگوش گرگان ۲۵۰۰۰۰: ۱، سازمان زمین شناسی کشور H.4

لاسمی، ی. ۱۳۷۸.– محیط های رسوبی سنگهای اردویسین ایران (توالی های همزمان با ریفت) و تشکیل حاشیه واگرای پالئوتتیس: هجدهمین گردهمایی علوم زمین، ۱۶۰–۱۵۸.

REFERENCE

Chamberian, C. K., 1971a - Morphology and ethology of trace fossils from the Ouachita Mountains, southestern Oklahoma. Jour. Paleontology, 45, pp. 212-246.

Crimes, T. P., 1970b- The significance of trace fossils in sedimentology, stratigraphy and paleoecology with examples from Lower Paleozoic strata. In: Crimes, T. P. and Harper, J. C. (eds.), Trace fossil. Geological Journal, Special Issue 3, pp. 101-126.

Crimes, T. P., 1977- Modular counstraction of deep-water trace fossils from the Cretaceous of Spain. Jour. Paleontology, 51, No. 3, pp. 591-605.

Crimes, T. P., Marcos, A. and Perez-Estaun, A., 1974- Upper Ordovician turbidites in western Austrias: A facies analysis with

particular reference to vertical and lateral variations. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 15, pp. 169-184.
Crimes, T. P. and Germs. J. B. 1982- Trace fossil from Nama group (Precambrian- Cambrian) of southwest Africa (Namibia). Jour, Palcontology, 56,pp. 890-907.
Crimes, T. P. and Anderson, M. M., 1985- Trace fossils from late Precambrian – Early Cambrian strata of southeastern Newfoundland (Canada): temporal and environmental implication. . Jour. Palcontology, 59, pp. 310-343.
Crimes, T. P. and Crossly, J. D., 1991- Adiverse ichnofauna from Silurian flysch of the Aberystwyth Grits Formation, Wales. Galogical Journal, 26,pp. 27-64.
Crimes, T. P., Garcia Hidalgo, J. K., and Poire, D. G., 1992- Trace fossil from Arenig flysch sediments of Eire and their bearing on the early colonisation of the deep seas. Icnos, An international Journal for Plant and Animal Traces, 2, pp. 61-77.
Ehrenberg, K. 1944- Erganzende Bemerkungen zu den seinerzeit aus dem Miozan von Burgschleinitz beschriebenen Gangkernen und Banten dekapoder krebse. Palaontologische Zeitschrift, 23, pp. 345-359.
Fedonkin, M. A., 1980a- Fossil traces of Precambrian Metoza Izvrstija Akademii Nauka SSSR, series geologie, 1, pp. 39-46.
Fedonkin, M. A., 1980b- Early stages of evolution of Metazoa on the basis of palaeoichnological data. Izyrstija Akademii Nauka SSSR, series geologic, 1, pp. 226- 233.
Fuchs, T., 1895- Studien uber Fucoiden und Hieroglyphen. Akademie der Wissenschaften zu Wien, mathematischnaturwissenschaftliche, Klasse, Denkschriften, 62, pp. 369-448.
Glaessner, M. F., 1969- Trace fossil form the Precambrian and basal Cambrian Lethaia 2, pp. 369-393.
Hakes, W. G., 1976 - Trace fossils and depositional environment of four clastic units, Upper Pennsylvanian megacyclothems, northeast Kansas: Univ. Kans. Paleontol. Contrib Art. 63, 46p.
Hall, J., 1847- Natural History of NowYork, Paleontology. Albany, NewYork, 1, 338 p.
Hantzshel, W., 1962- Trace fossils and problematica. In: Teichert, C. (ed) Treatise on Invertebrate Paleontology, Part W, Miscellanea, Geological Society of America and University of Kansas Press, W177-W245.
Ksiazkiewicz, M., 1970- Obsarvations on the ichnofauna of the Polish Carpathians. In: Crimes, T. P., and Harper, J. C. (eds), Trace fossils. Geological Journal, Special Issue 3, pp. 283-322.
Ksiazkiewicz, M., 1977- Trace fossils in the flysch of the Polish Carpathians. Palaeontologia Polonica, 36, 208p.
Meneghini, G. G. A., 1850- Paleodityon. In: Savi, P., and Meneghini, G., Osservazioni stratigraphiche Palconotologiche concernati la geologie della Toscana a dei paesi limitofi, (Appendix to Murchison, R. R., Memoria sulla struttura geologic della Alpi). Firenze, 246p.
Miller, S.A., and Dyer, C. B., 1878- Contributions to Paleontology, No. 1. Journal of Cincinnati Society of Natural History, 1, pp. 24- 39.
Narbonne, G. M., Aitken, J. D., 1990- Ediacaran fossils from the Sekwi Brook area, Mackenzie Mountains. Northwestern Canada. Palaentology, 33, pp. 945-980.
Nicholson, H. A., 1873- Contributions to the study of the errant annelides of the older Palcozoic rocks, Royal Society of London Proceedings, 21, pp. 288-290.
Pickerill, R. K., 1980- Phanerozoic flysch trace fossil diversity observations based on an Ordovician flysch ichnofauna from the Aroostook- Metapedia carbonate belt of northern New Brunswick. Canadian Journal of Earth Sciences, 17, pp. 1259-1270.
Seilacher, A., 1955- Spuren und fazies im Unterkambrium. In: Schindewolf, O.H., and Seilacher, A. (eds) Beitrage zur Kenntnis des Kambriums in der Salt Range (Pakistan). Akademite der Wissenschaften und der Literatur zu Mainz, Mathematischnaturwissenschaftliche Klasse, Abhandlungen, 10, pp. 11-143.
Seilacher, A., 1960 - Lebensspuren als Leitofossilien, Geol. Run.49., pp. 41-50.
Seilacher, A., 1962 - Paleontological studies on turbidite sedimentation and erosion. Jour. Geol. 70, pp. 227-234.
Seilacher, A., 1964 - Biogenic sedimentary structures. In: J. Imbrie and N. D. Newell (eds), Approaches to Paleoecology. J. Wiley and Sons, NewYork, pp. 296-316.
Seilacher, A., 1967- Bathymetry of trace fossils, Marine Gololgy, 5, 412-428.
Seilacher, A., 1977- Pattern analysis of Palaeodictyon and related trace fossil In: Crimes, T. P., and Harper, J. C. (eds.), Trace fossils 2: Geol. Jour. Spec. Issue, 9, Liverpool, Seel House Press, pp. 289-354.
Vialov, O. S., and Glocv, B. T. 1960- Ksistematike Palcodictyon. Akademie Nouk USSR, Doklacdy, 134, pp. 175-178.
Young, F. G., 1972- Early Cambrian and older trace fossils form the southern Cordillera of Canada. Can. J. Earth Sci. 9, pp. 1-17.

* Faculty of Sciences, University of Isfahan, Isfahan , Iran
** University of Shahrud, Shahrud, Iran.

* دانشکده علوم ، دانشگاه اصفهان، ایران
** دانشگاه شاهرود، ایران