

# زیست‌چینه‌نگاری کنودونت‌های سازند میلا، برش شه میرزاد، البرز مرکزی، ایران

سمیه سلیمانی<sup>۱\*</sup>، بهاء‌الدین حمدی<sup>۲</sup> و علیرضا کریمی باوندپور<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران  
<sup>۲</sup> دکتر، پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۵/۲۵

## چکیده

برش مطالعه شده، در دامنه جنوبی البرز مرکزی، در ۵ کیلومتری شمال شه میرزاد در استان سمنان قرار دارد. محل این برش در مختصات  $35^{\circ} 48' 40''$  عرض شمالی و  $53^{\circ} 16' 59''$  طول خاوری می‌باشد. سازند میلا تنها در برش الگو (میلاکوه دامغان) و در این برش دارای ۵ پاره‌سازند قابل اندازه‌گیری است. این سازند بر روی سازند ماسه‌سنگی لالون به سن کامبرین پیشین با همبری عادی و همشیب قرار دارد و با کنگلومراهای سرخ رنگ دونین پیشین با ناپوستگی فرسایشی پوشیده می‌شود. کنودونت‌های مطالعه شده در این برش از نوع پروکنودونت و از گروه مخروطی هستند. ۱۴ جنس و ۶ گونه از این کنودونت‌ها به دست آمده که فاصله زمانی کامبرین میانی - پسین و اردوئیسین پیشین را تأیید می‌کنند. این کنودونت‌ها به شرح ذیل هستند:

*Proconodontus serratus*, *Proconodontus muelleri*, *Proconodontus rotundatus*, *Prooneotodus* sp?, *Prooneotodus tenuis*, *Furnishina furnishi*, *Furnishina asymmetrica*, *Furnishina* sp., *Furnishina obliquus-Hirsutodontus?*, *Westergardodina* cf. *mossebergensis*, *Westergardodina fossa*, *Cordylodus* sp., *Cordylodus intermedius*, *Cordylodus lindstromi*, *Cordylodus proavus*, *Oneotodus nakamurai* و *Problematoconites* sp.

نکته قابل توجه، وجود جنس و گونه *tenuis* *Prooneotodus* از پاره‌سازند دوم این برش است؛ زیرا تا کنون از این پاره سازند کنودونتی گزارش نشده است. همراه با این عناصر کنودونتی، گروه‌های دیگر فسیلی نیز به دست آمده که وابسته به تریلوبیت‌ها، براکیوپودها، هیولیتس، ائو کرینوئیدها، رزوفیکوس، کروزیانا، پالئواسکوله بیدا و اسفنج‌ها و نشان‌دهنده رسوب‌گذاری سازند میلا در دریایی کم ژرفا هستند. این مجموعه فسیلی با مناطق دیگر ایران و کشورهای همجوار قابل مقایسه است.

**کلیدواژه‌ها:** سازند میلا، کامبرین میانی - پسین، اردوئیسین، کنودونت، برش شه میرزاد، البرز مرکزی، ایران.

\* نویسنده مسئول: سیمیه سلیمانی

E-mail: gsi.soleymani@gmail.com

## ۱- پیش‌نوشتار

شه میرزاد یکی از شهرهای مهدیشهر در استان سمنان در دامنه رشته‌کوه‌های البرز است. برش سازند میلا در ۵ کیلومتری شمال شه میرزاد در مختصات  $35^{\circ} 48' 40''$  عرض شمالی و  $53^{\circ} 16' 59''$  طول خاوری قرار دارد (شکل ۱). سازند میلا نخستین بار توسط در میلاکوه دامغان بررسی و اندازه‌گیری شد. وی برای این سازند در برش الگو ۵ پاره سازند تعریف کرد که شامل ۵۸۵ متر رسوبات گوناگون است. تنها در برش الگو و برش شه میرزاد، می‌توان این ۵ پاره سازند را به‌طور کامل دید. شاید به دلیل فرسایش پس از رسوب‌گذاری و یا پسروی دریا، نمی‌توان در دیگر برش‌ها این ۵ پاره‌سازند را به‌طور متوالی دید؛ نمونه آن برش حسنگدر در مسیر جاده چالوس است که تنها شامل رخنمونی از ۳ پاره سازند آن است (حافظی بافقی، ۱۳۸۴). ستبرای این سازند متغیر است، به گونه‌ای که ستبرای برش الگو (میلاکوه) به سوی شمال و باختر کاهش می‌یابد و در برخی نواحی، این سازند وجود ندارد. به گمان شماری از زمین‌شناسان، نبود و یا کاهش ستبرای سازند میلا، برآمده از فرسایش در زمان پس از کامبرین است. شماری دیگر از زمین‌شناسان بر این باورند که در زمان کامبرین پسین، به دلیل بالا آمدن کف حوضه رسوبی در منطقه البرز، ستبرای این سازند کاهش یافته و یا هیچ‌گاه تشکیل نشده است (Assereto, 1963; حمدی، ۱۳۷۴). این سازند در بیشتر جاها به‌گونه‌ای همشیب روی ماسه‌سنگ‌های سازند لالون و با ناپوستگی در زیر کنگلومراهای سرخ رنگ دونین پیشین قرار دارد. نهشته‌های کامبرین برش شه میرزاد در قالب سازندهای سلطانیه، باروت، زاگون و لالون به دیرینگی کامبرین پیشین و سازند میلا به دیرینگی کامبرین میانی - پسین و اردوئیسین پیشین با رخساره دریایی رخ می‌نمایند. واحد ماسه‌سنگی مترامک سفیدرنگ با نام تاپ کوارتزیت (Top Quartzite) که برای نخستین بار توسط آسترئو شناسایی شده است و بر تارک لایه‌های سرخ رنگ سازند لالون جای دارد،

توسط کمیته ملی چینه‌شناسی ایران به عنوان واحد پیشرونده سازند میلا و با عنوان کوارتزیت قاعده‌ای مطرح شده است (آقاباتی، ۱۳۸۹). برش مورد مطالعه، از راه تهران - سمنان، از آنجا به مهدیشهر، سپس شه میرزاد و سرانجام با ۵ کیلومتر پیشروی از شه میرزاد تا کبوددشت (محور شه میرزاد - بشم - جاشم) دست‌یافتنی است.

## ۲- ویژگی‌های سنگ‌چینه‌ای سازند میلا در برش شه میرزاد

قاعده سازند میلا (تاپ کوارتزیت پیشین سازند لالون) شامل تناوب کوارتز آرنایت و شیل است که به‌صورت همساز روی ماسه‌سنگ‌های سرخ رنگ سازند لالون قرار می‌گیرد (شکل ۲- الف).

نخستین پاره‌سازند از سازند میلا از دو لایه (Bed) تشکیل شده که به ترتیب شامل دولومیت ماسه‌ای با گرهک‌های چرتی و ساخت لامیناسیون و نیز دولومیت‌های ستبرالایه تا متوسط لایه قهوه‌ای تیره تا روشن رنگ هستند.

پاره‌سازند دوم را می‌توان به ۴ لایه تقسیم کرد. لایه نخست تناوب ظریفی از سنگ‌های آهکی قهوه‌ای روشن تا زرد و شیل‌های سبز تا خاکستری رنگ است که با لامیناسیون‌های ظریف همراه با آثار آشفستگی زیستی (Bioturbation) و شیل‌ها به‌صورت لایه‌های بسیار نازک مادستون تا سیلستون و سیلستون ماسه‌ای دیده می‌شوند. لایه دوم شامل سنگ‌های آهکی دولومیتی زرد تا خاکستری رنگ ستبرالایه با میان‌لایه‌های نازک شیلی سبز رنگ است. لایه سوم از سنگ‌های آهکی خاکستری تیره تا روشن تشکیل شده است که در بیشتر افق‌ها گرهکی و دارای لامیناسیون موازی و متورق هستند. لایه چهارم از شیل‌های سبز تیره تا روشن با

این جنس از گروه میله‌ای است که یک دندان اصلی طویل و خمیده دارد، به سوی رأس، کمی به سوی بالا متمایل شده است و دندان‌های فرعی دارد که جدا از یکدیگر قرار گرفته‌اند. این جنس نیز همچون دیگر گونه‌های *Cordylodus* محدوده زمانی اردووسین پیشین را نشان می‌دهد و از لایه‌های پاره سازند پنجم به دست آمده است.

**Genus: *Cordylodus* Pander, 1856.**

**Species: *Cordylodus lindstromi***

PL.1, Figs.3, 8

این جنس از گروه میله‌ای (Ramiform) نوع Doladrate است. دندان اصلی خمیده، زائده عقبی کوتاه و دارای چندین دندان با مقطع بیشتر دایره‌ای و جدا از یکدیگر است. محدوده زمانی این جنس اردووسین پیشین و از پاره سازند پنجم سازند به دست آمده است.

**Genus: *Furnishina* Muller, 1959.**

**Species: *Furnishina furnishi*.**

PL.2 figs1- 2, 8

PL.3, figs.9

جنس *Furnishina* مخروطی، از یک دندان اصلی نامتقارن تشکیل یافته و بدون هر گونه دندان فرعی است. حفره قاعده گسترده و در مقطع سه گوش است. بخش جلویی پهن و صاف و وسیع‌ترین سطح کنودونت را تشکیل می‌دهد و به سن کامبرین پسین (Trempealean) است. گسترش جغرافیایی این جنس، جهانی (Cosmopolitan distribution) است و فراوان‌ترین و رایج‌ترین نمونه جنس *Furnishina* است. بیشتر نمونه‌های ایرانی به رنگ سفید تا کهربایی دیده می‌شوند و حفظ‌شدگی سطوح در بیشتر موارد خوب است. این جنس از لایه ۴ پاره‌سازند دوم تا قاعده پاره‌سازند چهارم به دست آمده است.

**Genus: *Furnishina* Muller, 1959.**

**Species: *Furnishina asymmetrica* Muller, 1959.**

PL.3, figs.4-7

جنس *Furnishina asymmetrica* مخروطی، از یک دندان اصلی نامتقارن تشکیل یافته و بدون هر گونه دندان فرعی است. قاعده بیشتر به سوی بخش پشتی گسترش داشته و اما بخش پایین قاعده در بخش جلویی نیز گسترش یافته است. حاشیه قاعده‌ای حدوداً با یک خمیدگی راست‌زاویه با حاشیه پشتی دندان اصلی (cups) لبه‌دار می‌شود. فرورفتگی قاعده‌ای ژرف و تورفته و دیواره کاملاً نازک است. این گونه به شکل متمایزی نامتقارن است و سه برجستگی (carinae) دارد که تقریباً به سوی رأس و دندان گسترش یافته‌اند و رشد ۳ کارینا متغیر بوده است. این گونه سفید و یا به رنگ زنگ آهن قهوه‌ای و نارنجی دیده می‌شود و خیلی نزدیک به گونه *Furnishina furnishi* است. سن این گونه کامبرین پسین (Trempealean) و از قاعده پاره‌سازند سوم به دست آمده است.

**Genus: *Hirsutodontus* Muller, 1973**

**Species: *Hirsutodontus*? sp.**

PL.4, figs.8,10

این جنس مخروطی، دندان اصلی آن مستقیم و حفره قاعده آن کم‌ژرفاست. تقارن دارد. محدوده زمانی آن کامبرین پسین (Trempealean) و از قاعده پاره‌سازند چهارم به دست آمده است.

**Genus: *Oneotodus* Lindstrom, 1955**

**Species: *Oneotodus nakamorai* Nogami, 1967.**

PL.4, fig.13

این جنس مخروطی، نان‌ژنیکولیت و دندان اصلی آن خمیده و با مقطع دایره‌ای

میان‌لایه‌های سنگ آهک قهوه‌ای تا خاکستری تخریبی، اینتراکلاست‌دار، متورق و نازک تا سترلایه تشکیل شده است و در آن آثار استروماتولیت‌ها دیده می‌شود (شکل ۲- پ).

پاره‌سازند سوم تنها از یک لایه تشکیل شده که شامل سنگ‌های آهکی دانه‌شکری سفیدرنگ با آثار فسیل دوکفه‌ای و کرینویید است (شکل ۲- ت).

پاره‌سازند چهارم نیز از سه لایه تشکیل شده است که لایه‌های دوم و سوم تناوب ظریفی از توالی بوما را نشان می‌دهند. در این پاره‌سازند لایه اول از سنگ آهک رسی خاکستری روشن تا تیره و متوسط‌لایه، لایه دوم از سنگ آهک سرخ‌رنگ و متوسط تا سترلایه و لایه سوم از سنگ آهک قهوه‌ای تا خاکستری تشکیل شده است (شکل ۲- ت).

پاره‌سازند پنجم به ترتیب از شیل سبز رنگ متورق و نازک لایه، سیلتستون، ماسه‌سنگ قهوه‌ای تا زرد و سنگ آهک نازک‌لایه تشکیل شده است (شکل ۲- ت). روی پاره‌سازند پنجم، کنگلومراهای دونین پیشین با ناپیوستگی فرسایشی قرار دارد (شکل ۲- ت). این کنگلومراها بی‌شبهت به بخش آواری قاعده سازند خوش‌یلاق در گردنه خوش‌یلاق و میغان (خاور شاهرود) نیست؛ گرچه در نقشه زمین‌شناسی ناحیه، گزارش‌ها و مقاله‌ها از آن به عنوان قاعده سازند جیروود یاد شده است. سازند جیروود جدا از ناحیه البرز خاوری که با سازند خوش‌یلاق جایگزین می‌شود، در بیشتر نقاط البرز مرکزی روی سازند میلا رسوب‌گذاری شده است (علوی نایینی، ۱۳۸۸). ویژگی‌های سنگ‌چینه‌ای، زیست‌چینه‌ای، رسوب‌شناسی و دیرینه‌جغرافیای نهشته‌های دونین توسط زمین‌شناسان پرشماری مطالعه شده که از مهم‌ترین آنها مقاله‌هایی است که (Wendt et al. (1997, 2002 & 2005), Bozorgnia (1964 & 1973), Hamdi (1975), Hamdi & Janvier (1981), Yazdi (1996, 1999 & 2000), Webster et al. (2008), Yazdi et al. (2000), Yazdi & Turner (2000), Ghavidel-Syooki (1994, 1995 & 1998) و Ashouri (1990, 1994, 1998 & 2001) ارائه داده‌اند. روی سازند جیروود/خوش‌یلاق نیز سازند مبارک به دیرینگی کربنیفر قرار دارد که عناصر کنودونتی مطالعه شده در آن، نخستین بار توسط Habibi et al. (2008) مطالعه شده است. در ستون چینه‌شناسی رسم شده، این توالی به خوبی نشان داده شده است (شکل ۳). برش مطالعه شده، با برش الگو در میلاکوه دامغان و برش حسنکدر در کناره خاوری جاده کرج-چالوس (در محل روستای حسنکدر) که شامل تنها ۳ پاره‌سازند است و در این ناحیه نیز میان سازند لالون در پایین و سازند جیروود در بالا قرار می‌گیرد (حافظی بافقی، ۱۳۸۴)، مقایسه شده است (شکل ۴).

### ۳- کنودونت‌های سازند میلا در برش شهیرزاد

برای مطالعه کنودونت‌های سازند میلا در برش شهیرزاد ۷۰ نمونه برداشت شد. این مطالعه سبب شناسایی ۱۴ جنس و ۶ گونه از کنودونت‌ها شد. کنودونت‌های به دست آمده، از نوع مخروطی هستند که در ادامه به شرح آنها پرداخته می‌شود.

Genus: *Cordylodus* Pander, 1856

Species: *Cordylodus intermedius*

PL.1, figs.4-5

این جنس از گروه میله‌ای است که یک دندان اصلی طویل و خمیده دارد. در این گونه گزارش شده، دندان اصلی شکسته و یک دندان فرعی نیز دیده می‌شود که به صورت مستقیم روی قاعده مثلثی شکل این گونه قرار گرفته است. این جنس نیز همچون دیگر گونه‌های *Cordylodus* محدوده زمانی اردووسین پیشین را نشان می‌دهد و از لایه‌های پاره‌سازند پنجم به دست آمده است.

**Genus: *Cordylodus* Pander, 1856**

**Species: *Cordylodus proavus***

PL.1, figs.1-2, 6-7

نان ژئیکولیت است. حفره قاعده این جنس گستره و دارای حفراتی بیضی شکل روی سطح قاعده است که به سوی بالا از بین می‌روند. محدوده زمانی این جنس توسط احمدزاده هروی و همکاران (۱۳۷۴) از لایه‌های پاره‌سازند چهارم گزارش شده، اما در این مطالعه پیدایش این جنس از پاره‌سازند پنجم سازند میلا که مربوط به اردوویسین پیشین است، یافت شده است. محدوده زمانی این جنس از کامبرین پسین تا اردوویسین پیشین و گسترش جغرافیایی آن جهانی است.

**Genus: Westergardodina Muller, 1959.**

**Species: Westergardodina fossa, Muller, 1973.**

PL.5, figs 3-7, 9

مهم‌ترین ویژگی شاخص در این جنس، یک شیار به نسبت آشکار در بخش میانی سطح زیرین است که برجستگی رشد کرده در وسط را قطع می‌کند. این شیار بیشترین اندازه را در بخش‌های پایین و کمترین اندازه را به سوی رأس و پهلوها نشان می‌دهد. Apex (نوک) در این گونه متورم است که در جنس *Wbicuspidata* نیز چنین حالتی دیده می‌شود. محدوده زمانی این جنس کامبرین پسین تا اردوویسین پیشین است و از قاعده پاره‌سازند چهارم تا لایه‌های کربناتی پاره‌سازند پنجم به دست آمده است.

**Genus: Westergardodina Muller, 1959.**

**Species: Westergardodina cf. mossebergensis Muller, 1959.**

PL.5, figs. 1-2, 8

این جنس از دو دهانه جانبی بزرگ و متقارن و یک دندان معمولاً کوچک به صورت w ساخته شده است. دو دندان جانبی نتیجه خم شدن دندان اصلی هستند. سطح زیرین فسیل صاف و حفره قاعده گسترده و گاه به دو بخش تقسیم شده است. در این جنس، ممکن است گلوله‌های کوچکی همراه با فسیل دیده شود که شاید متعلق به این کنودونت باشد که در نمونه‌های به دست آمده دیده نمی‌شود. ویژگی‌های جنس از دید شکل و دیگر متغیرها با جنس *Westergardodina* که توسط Muller (1959) شرح داده شده است، کاملاً همخوانی دارد. محدوده زمانی این جنس کامبرین پسین تا اردوویسین پیشین و از قاعده پاره‌سازند چهارم تا لایه‌های کربناتی پاره‌سازند پنجم به دست آمده است. الگوی پراکندگی این کنودونت‌ها در شکل ۵ نمایش داده شده است.

#### ۴- نتیجه‌گیری

بر پایه مطالعه کنودونت‌های به دست آمده، سازند میلا به دیرینگی کامبرین میانی-بالایی و اردوویسین پیشین است. تا کنون زیست‌زون‌بندی دقیقی برای کنودونت‌های دوره کامبرین انجام نشده است (حمیدی، گفتگوی شفاهی). سنگ‌های رسوبی سازند میلا با توجه به رخساره میکروسکوپی و وجود ماکروفسیل‌هایی مانند تریلوبیت‌ها، دوکفه‌ای‌ها، انوکرینویدا و اسفنج‌ها، وجود ریف در پاره‌سازند سوم، استروماتولیت‌ها و همریخت‌های نمک در پاره‌سازند دوم، نشان‌دهنده محیط دریایی کم‌ژرفا و گرم هستند. کنودونت‌های کامبرین و اردوویسین مطالعه شده نیز شاخص قلمروهای گرم هستند.

تا بیضی شکل است. در سطوح جانبی خط برجسته طولی (costa) به نسبت خشن و پست دیده می‌شود. این جنس از پاره‌سازند پنجم به دست آمده و بیانگر سن اردوویسین پیشین است.

**Genus: Prooneotodus Muellr & Nogami, 1971.**

**Prooneotodus sp.**

PL.4, fig., 11, 12, 14

جنس *Prooneotodus* از نوع مخروطی، دارای یک دندان اصلی باریک و بلند و بدون دندان فرعی است. مقطع عرضی آن بیضی و در برخی جنس‌ها مثلثی شکل است. پیدایش این جنس از قاعده پاره‌سازند چهارم و دارای محدوده زمانی کامبرین پسین تا اردوویسین پیشین است.

**Genus: Proconodontus Müller, 1969.**

**Species: Proconodontus muelleri Müller, 1969.**

PL.2, fig.3

این جنس از یک مخروط بزرگ، ساده و مستقیم تا کمی خمیده که در سطوح جانبی فشرده شده، ساخته شده است. در این جنس، فسیل متقارن و با حفره قاعده گسترده و ژرف است؛ به طوری که ژرفای حفره تا رأس دندان اصلی (Tip) پیش می‌رود. سطح مقطع دندان، بیضی شکل است ولی در نزدیکی رأس ممکن است گرد باشد. در این جنس، حفره قاعده ژرف‌تر از جنس *Panderodus* است. از کامبرین پسین شناخته شده و از لایه‌های آغازین پاره‌سازند چهارم به دست آمده است.

**Species: proconodontus cf. rotundatus. (Druce & Jonse, 1971)**

PL.2, fig.4

این کنودونت از یک مخروط بزرگ، ساده، مستقیم تا کمی خمیده که در سطوح جانبی فشرده شده تشکیل شده است. این گونه به نسبت ظریف و بدون کاریناست و همچنین در لبه قاعده‌ای طولی و باریک شده است. از سوی دیگر، لبه بیرونی گونه‌های به دست آمده از ایران، با آن دسته گونه‌هایی که خمیدگی دارند، متفاوت است. زمان پیدایش این جنس کامبرین پسین تا اردوویسین پیشین و از قاعده پاره‌سازند سوم یافت شده است.

**Genus: Prooneotodus Muller & Nogami, 1971.**

**Species: Prooneotodus tenuis Müller, 1959.**

PL.4, figs. 11-12, 14

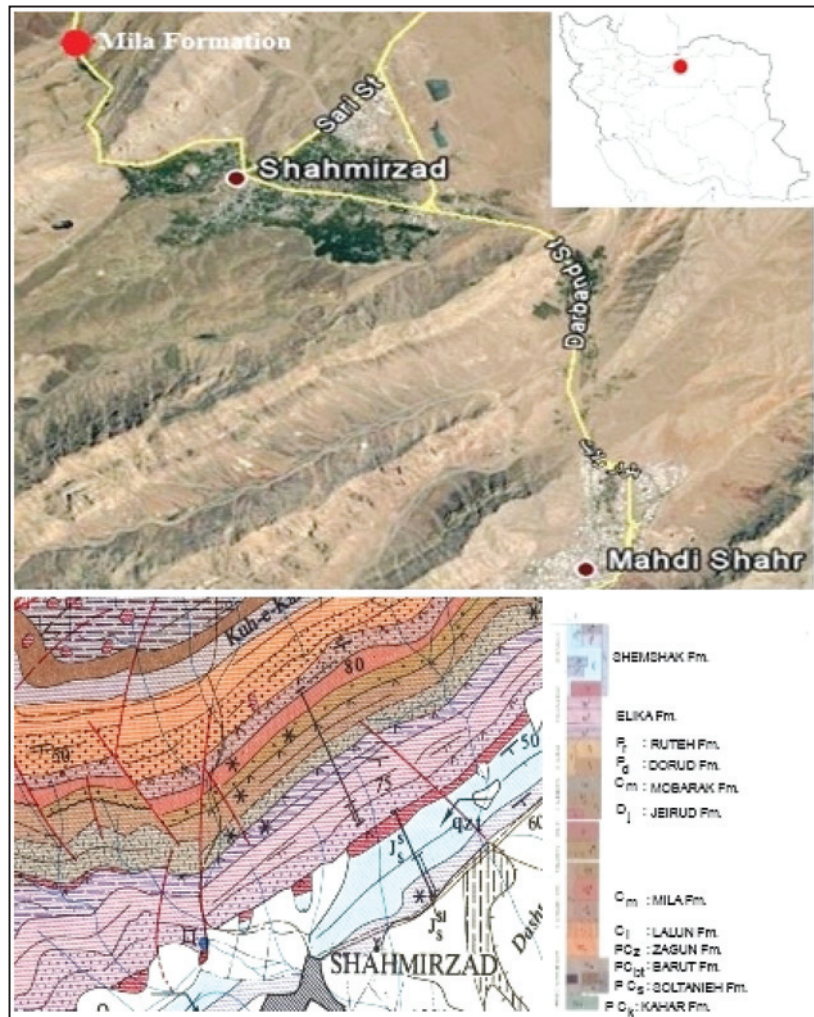
این جنس توسط یک مخروط طولی بسیار باریک با مقطع بیضی شکل مشخص می‌شود و رنگ آن سفید تا خاکستری روشن است. همچنین یک لبه تیز در بخش پشت مخروط دارد. محدوده زمانی این جنس کامبرین پسین تا اردوویسین پیشین و از قاعده لایه چهارم پاره‌سازند دوم تا لایه اول پاره‌سازند پنجم به دست آمده است.

**Genus: Problematoconites Muller 1959.**

**Problematoconites sp.**

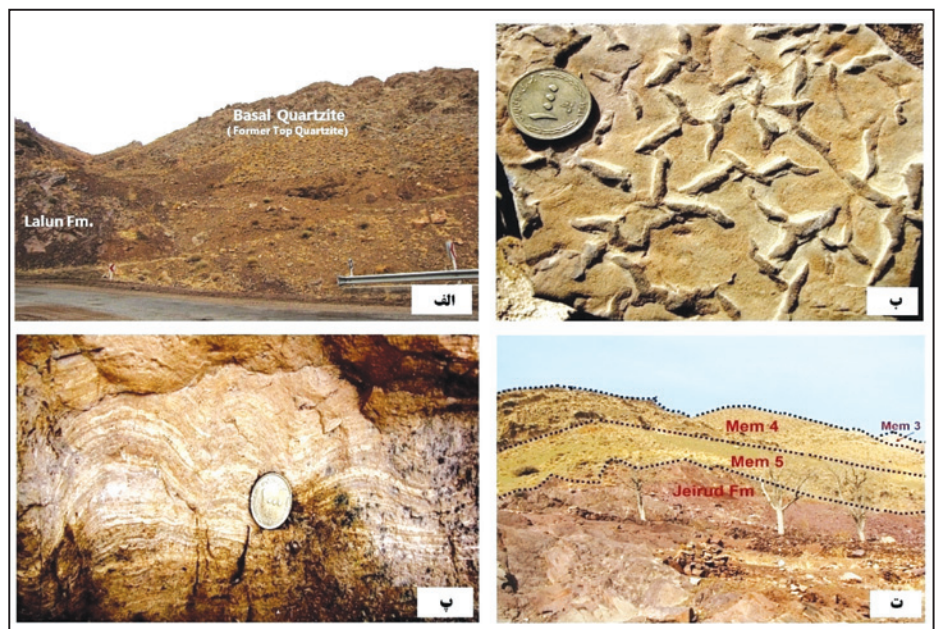
PL.3, fig. 1

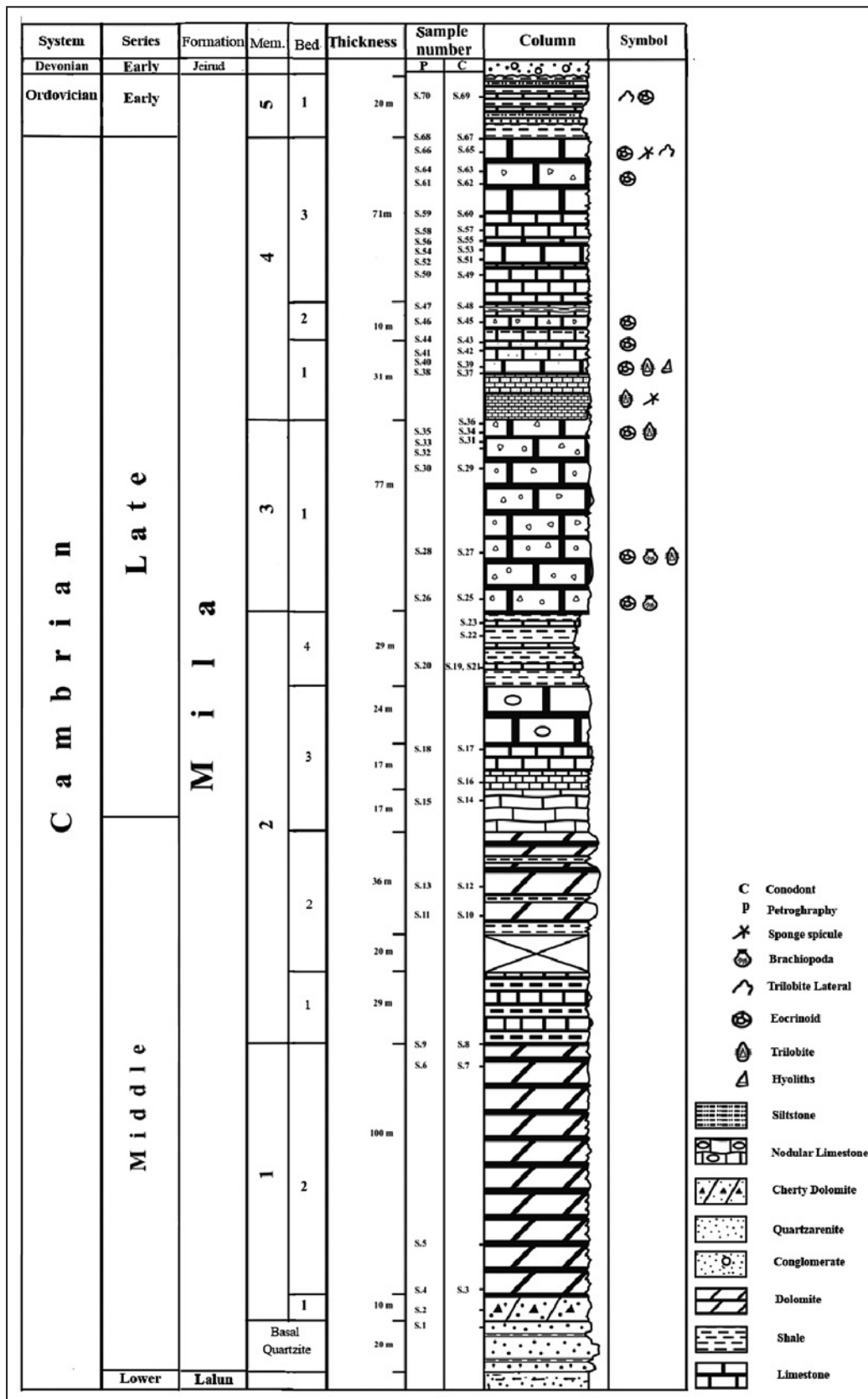
این جنس مخروطی، کمی خمیده همراه با دندان اصلی بزرگ و از نوع



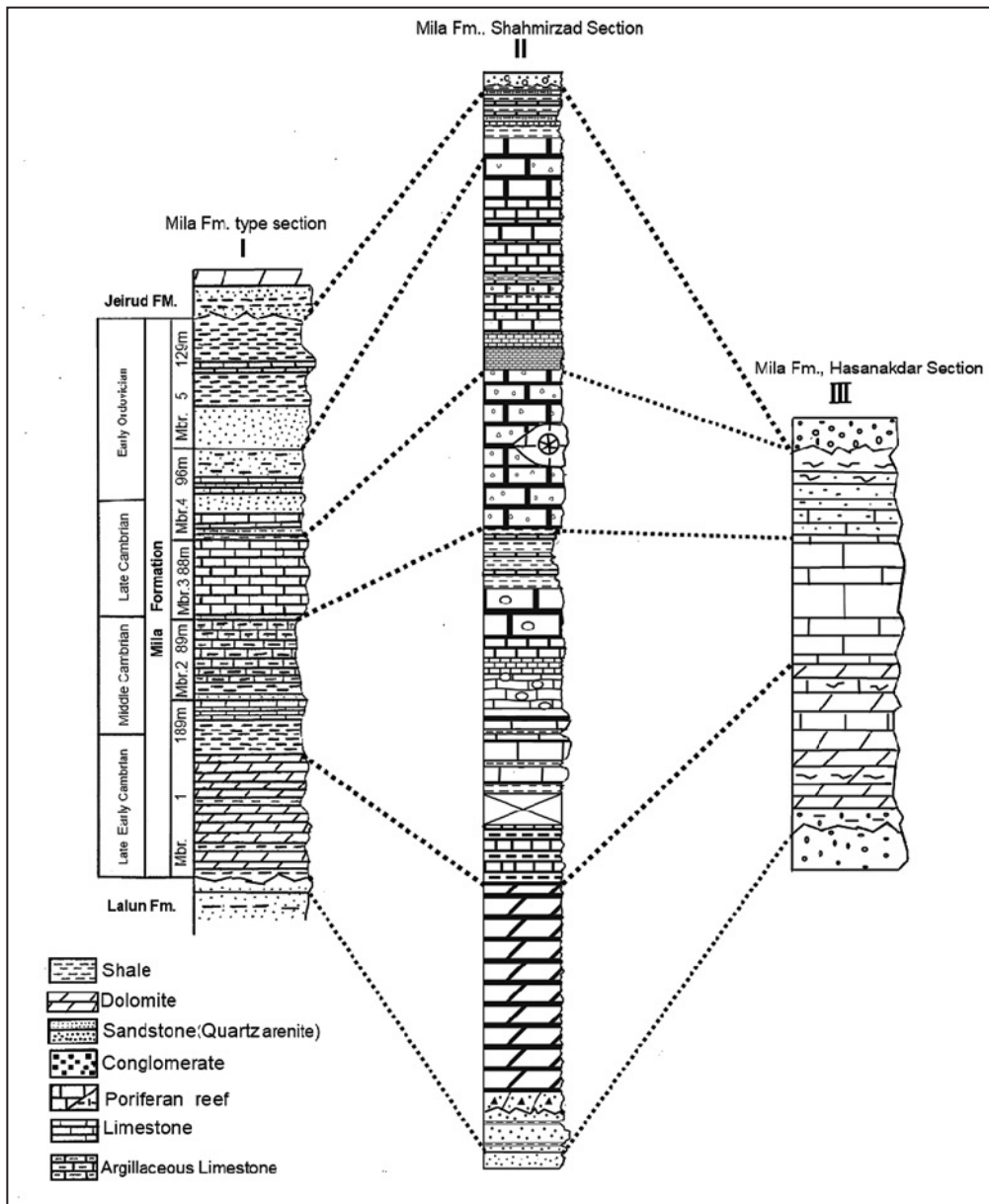
شکل ۱- تصویر ماهواره‌ای (Google Earth) و نقشه زمین‌شناسی برش مطالعه شده (مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰؛ نوی، ۱۳۵۳).

شکل ۲- الف) نمایی از کوارتزیت قاعده‌ای سازند میلا؛ ب) آثار آشفستگی زیستی (Bioturbation) و trace fossils در پاره سازند دوم؛ پ) استروماتولیت‌ها در طبقه بالایی پاره سازند دوم؛ ت) نمایی از پاره‌سازندهای ۳، ۴ و ۵ سازند میلا در زیر کنگلومراهای سرخ رنگ دونین (سازند چیرود؟).

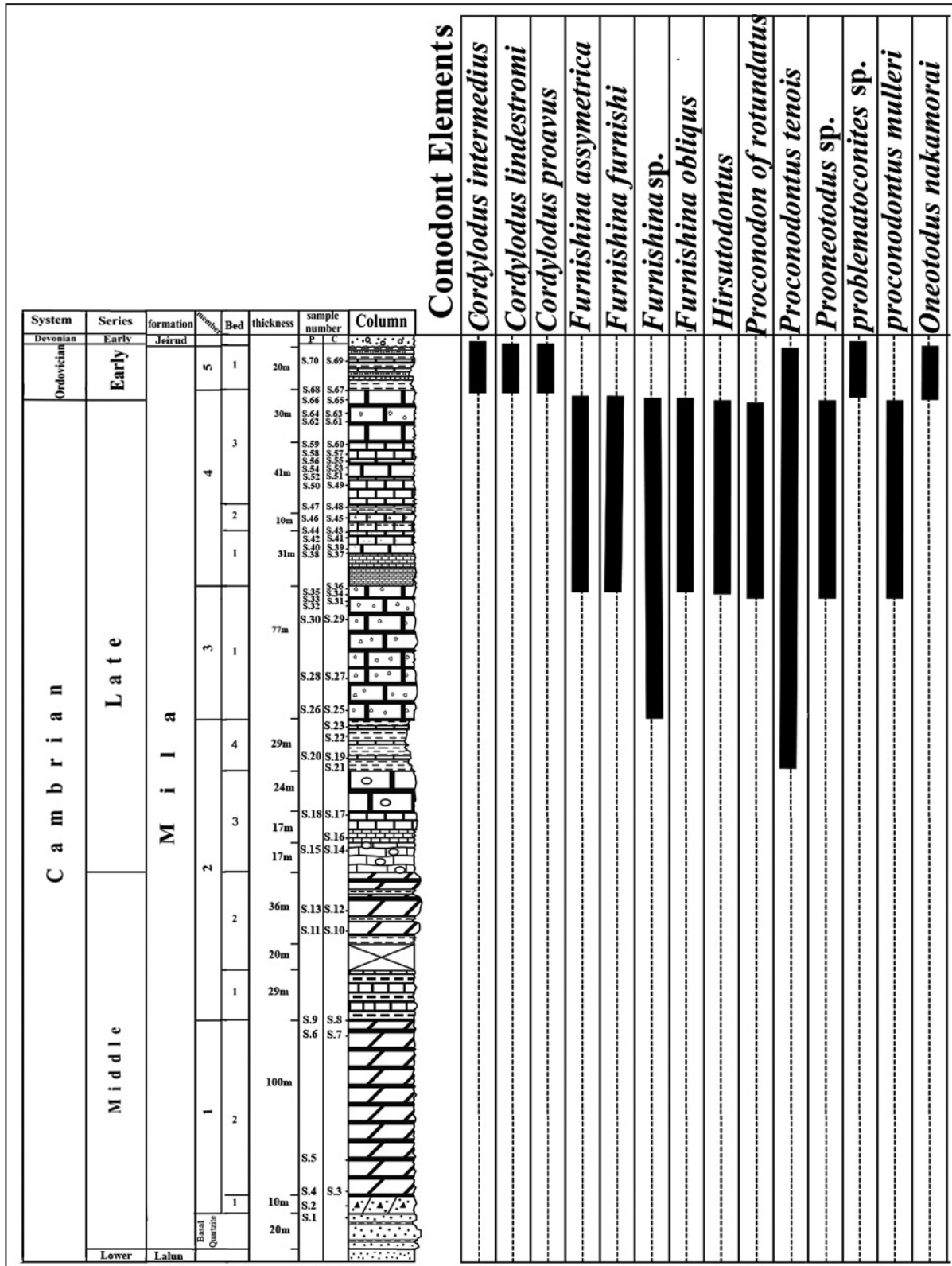




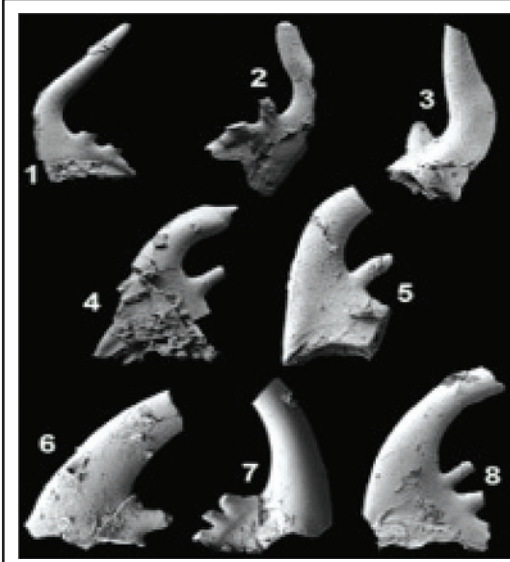
شکل ۳- ستون چینه‌شناسی سازند میلا در برش شه‌میرزاد.



شکل ۴- همبستگی سنگ- چینه‌ای (Lithostratigraphic Correlation) ستون‌های چینه‌شناسی. (۱) سازند میلا در برش الگو (میلاکوه دامغان)؛ (۲) سازند میلا در برش شه‌میرزاد؛ (۳) سازند میلا در برش حسنکدر.



شکل ۵- الگوی پراکندگی کنودونت‌های سازند میلاد در برش شه‌میرزاد.



**Plate 1**

**Fig. 1-2, 6-7. *Cordylodus proavus* Muller, 1959.**

- 1. Lateral view, x94, sample No. s.69.
- 2. Lateral view, x113, sample No. s.69.
- 6. Lateral view, x210, sample No. s.69.
- 7. Lateral view, x109, sample No. s.69.

From Member 5, Mila Formation in Shahmirzad section.

**Fig. 3,8. *Cordylodus lindstromi* Druce & Jonse, 1971.**

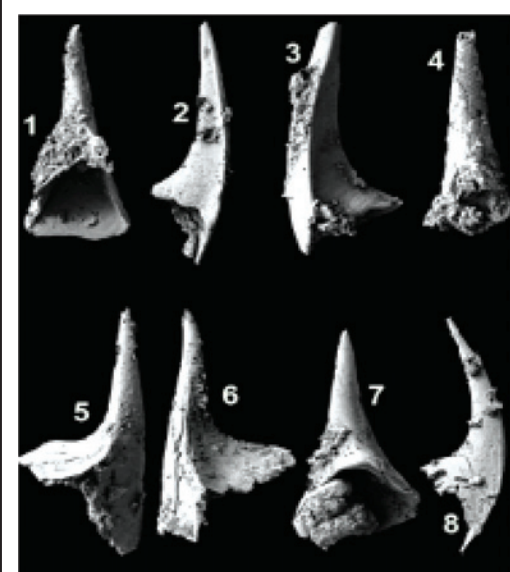
- 3. Lateral view x95, sample No. s.69.
- 8. Lateral view, x146, sample No. s.69

From Member 5, Mila Formation in Shahmirzad section.

**Fig.4-5. *Cordylodus intermedius* furnish, 1938.**

- 4. Lateral view, x103, sample No. s.69.
- 5. Lateral view, x146, sample No. s.69

From Member 5, Mila Formation in Shahmirzad section



**Plate 2**

**Fig. 1-2,8. *Furnishina furnishi* Muller, 1959.**

- 1. posterior view, x82, sample No. s.31
- 2. Lateral view, x76, sample No. s.31.
- 8. Lateral view, x122, sample No. s.32

From base Member 4, Mila Formation in Shahmirzad section.

**Fig.3. *Prooconodontus mulleri* Miller, 1969.**

- Lateral view, x103, sample No. s.31

From base Member 4, Mila Formation in Shahmirzad section.

**Fig.4. *Prooconodontus of rotundatus* Daruce & Jones, 1971.**

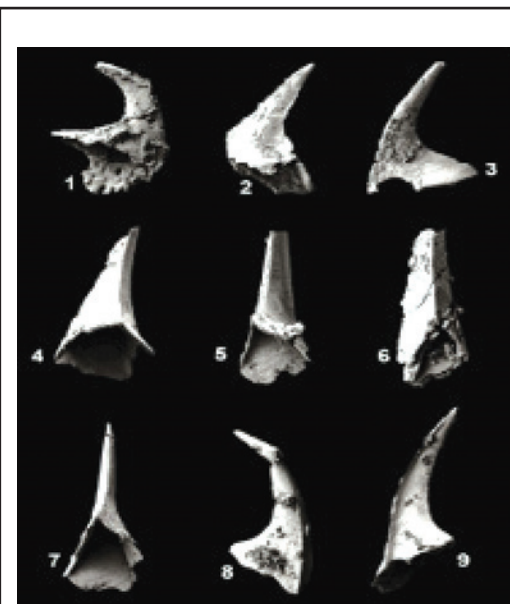
- Lateral view, x121, sample No. s.32

From base Member 4, Mila Formation in Shahmirzad section.

**Fig.5-7. *Furnishina asymmetrica* Muller, 1959.**

- 5-6. Lateral view, x169, x126 sample No. s.31.
- 7. posterior view, x122, sample No. s.31.

From base Member 4, Mila Formation in Shahmirzad section.



**Plate 3**

**Fig. 1. *Problematoconites* sp Muller, 1959.**

- .Posterolateral view, x66, sample No. s.69.

From Member 5, Mila Formation in Shahmirzad section.

**Fig.2,8-9. *Furnishina furnishi* Mullr, 1959.**

- .2 Anterior view, x66, sample No. s.36.
- 8. Lateral view, x56, sampel no. s.31.
- 9. Lateral view, x68, sampel no. s.31.

From base Member 4, Mila Formation in Shahmirzad section.

**Fig.3. *Furnishina obliquus*, Muller 1959**

- .Posterior view, x91, sample No. s.31.

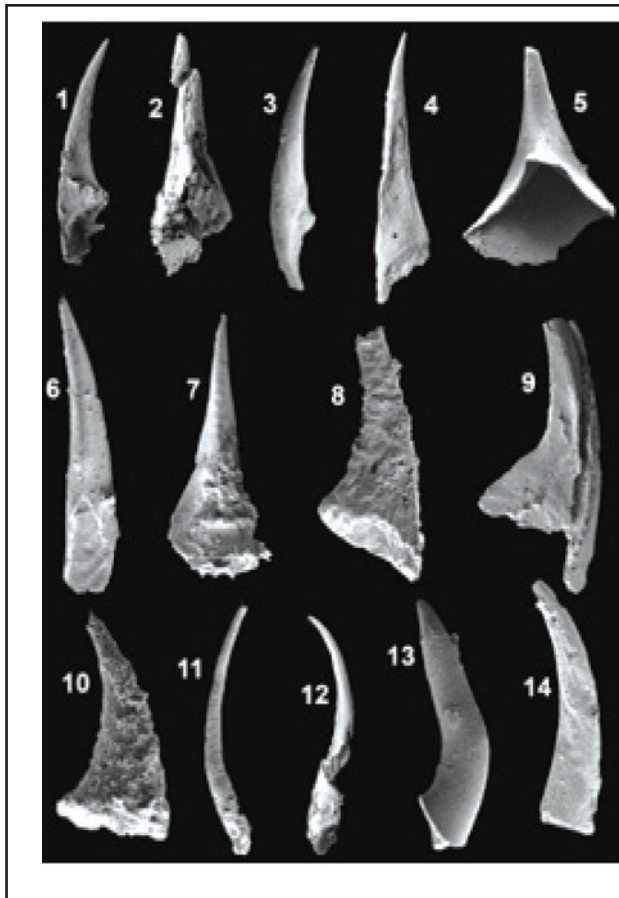
From base Member 4, Mila Formation in Shahmirzad section.

**Fig.4-7. *Furnishina asymmetrica* Muller, 1959.**

- 4. Oblique side view, x74, sample No. s.31.
- 5. Oblique side view, x60, sample No. s.31.
- 6. Posterior view, x125, sample No. s.46.
- 7. Posterior view, x125, sample No. s.31

From Member 4, Mila Formation in Shahmirzad section





### Plate 4

**Fig. 1-7. *Furnishina furnishi* Muller, 1959.**

- 1. Posterior view, x146, sample No. s.36.
  - 2. Posterior view, x185, sample No. s.46.
  - 4,3. Lateral view, x210, x201, sample No. s.36.
  - 5. Posterior view, x121, sample No. s.31.
  - 6,7. Posterior view, x90, x128, sample No. s.31.
- From Member 4, Mila Formation in Shahmirzad section.

**Fig. 8, 10. *Hirsutodontus ? n.sp.* Muller, 1973.**

- 8,10 Lateral view, x141, x186, sample No. s.31.
- From base Member 4, Mila Formation in Shahmirzad section.

**Fig. 9. *Furnishina furnishi* Muller, 1959.**

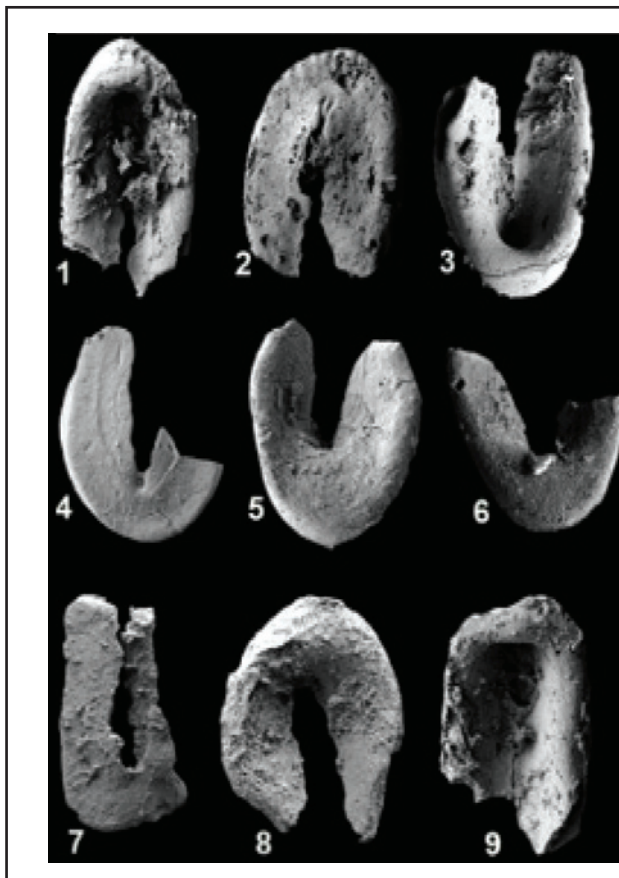
- Lateral view, x194, sample No. s.36.
- From Member 4, Mila Formation in Shahmirzad section.

**Fig. 11- 12, 14. *Prooneotodus tenuis* Muller, 1959.**

- 11. Lateral view, x42, sample No. s.69. From Member 5, Mila Formation in Shahmirzad section
- 14. Lateral view, x82, sample No. s.36. From Member 4, Mila Formation in Shahmirzad section
- 14. Lateral view, x132, sample No. s.18. From Member 2, Mila Formation in Shahmirzad section

**Fig. 13. *Oneotodus nakamorai* Nogami, 1967.**

- Lateral view, x144, sample No. s.69.
- From Member 5, Mila Formation in Shahmirzad section



### Plate 5

**Fig. 1-2,8. *Westergardodia cf. moessembergensis* Muller, 1959.**

- 1. Interior view, x92, sample No. s.69. From Member 5, Mila Formation in Shahmirzad section.
  - 2. Posterior view, x95, sample No. s.46.
  - 8. Interior view, x77, sample No. s.31
- From Member 4, Mila Formation in Shahmirzad section.

**Fig. 3-7,9. *Westergardodina fossa* n.sp.**

- 3. Interior view, x131, sample No. s.31.
  - 4. Posterior view, x86, sample No. s.32.
  - 5. Posterior view, x84, sample No. s.31.
- From Member 4, Mila Formation in Shahmirzad section.
- 6. Posterior view, x116, sample No. s.27. From Member 3, Mila Formation in Shahmirzad section.
  - 7. Interior view, x61, sample No. s.69. From Member 5, Mila Formation in Shahmirzad section.
  - 9. Interior view, x103, sample No. s.46. From Member 4, Mila Formation in Shahmirzad section.

## کتابنگاری

- احمدزاده هروی، م.، حمدی، ب. و محتاط، م.، ۱۳۷۴- زمین‌شناسی ایران، روزنه‌داران پلانکتون ناحیه مکران و مجموعه‌ای از کنودونت‌های ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، طرح تدوین کتاب زمین‌شناسی ایران، شماره ۲۷، ۲۵۳ ص.
- آقانی‌تس، س.ع.، ۱۳۸۹- زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- حافظی بافتی، م.، ۱۳۸۴- مطالعه بائوآستراتیگرافی سازند میلا و پالئوزویک پسین با نگرش ویژه بر کنودونت‌های آن در برش حسنکدر واقع در جاده کرج - چالوس، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران شمال، ۱۷۱ ص.
- حمدی، ب.، ۱۳۷۴- سنگ‌های رسوبی پرکامبرین - کامبرین در ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، طرح تدوین کتاب زمین‌شناسی ایران، شماره ۲۰، ۳۵۳ ص.
- عاشوری، ع.، ۱۳۷۲- بازنگری در مورد فوقانی‌ترین ممبر سازند خوش‌یلاق، معرفی دو زون کنودونتی و نظری اجمالی به تحتانی‌ترین ممبر این سازند، دوازدهمین گردهمایی علوم زمین، تهران، شماره ۴، ۱۳، ۶۴-۷۱.
- عاشوری، ع.، ۱۳۷۶- مرز دوین - کربونifer و کنودونت‌ها در ازبک‌کوه، اولین همایش سالانه انجمن زمین‌شناسی ایران، تهران، شماره ۷، ۴۷-۷۳.
- علوی نایینی، م.، ۱۳۸۸- چکیده‌ای از چینه‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۰۷ ص.
- نبوی، م. ح.، ۱۳۵۳- نقشه زمین‌شناسی سمنان، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۶۵ ص.

## References

- Ashouri, A., 1990- Devonian and Carboniferous conodont faunas from Iran. *Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy, University of Hull*, 1-351, 46 pl.
- Ashouri, A., 2001- Middle Devonian-Early Carboniferous conodont faunas from the Khoshyeilagh Formation, Alborz Mountains, north Iran. *15th International Senckenberg Conference, Joint Meeting IGCP 421/SDS, May 2001- Abstracts*. Frankfurt am Main.
- Assereto, R., 1963- The Paleozoic Formations in Central Alborz (Iran). (Preliminary Notr). *Rivista Italiana Dipaleontologia e Stratigrafia*, 69, 503-543.
- Bozorgnia, F., 1964- Microfacies and microorganisms of Paleozoic through Tertiary sediments of some parts of Iran. With collaboration of S. Banafti. *National Iranian Oil Company Tehran-Iran*, 1-22, 158 pl.
- Bozorgnia, F., 1973- Paleozoic foraminiferal biostratigraphy of central and east Alborz Mountains, Iran. *National Iranian Oil Company, Geological Laboratories*, 4, 1-185.
- Ghavidel-Syooki, M., 1994- Biostratigraphy and paleo-biogeography of some Paleozoic rocks at Zagros and Alborz Mountains. In: A. HUSHMANDZADEH (Ed.), *Treatise on the Geology of Iran*, 18, 1-168. Tehran.
- Ghavidel-Syooki, M., 1995- Palynostratigraphy and palaeogeography of a Palaeozoic sequence in the Hassanakdar area, Central Alborz Range, northern Iran. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 86, 91-109.
- Ghavidel-Syooki, M., 1998- Palynostratigraphy and palaeobiogeography of Padeha and Khoshyeilagh Formation in Kuh-e-Ozom at northeastern Alborz Range (Kopet Dagh region) of Iran.
- Habibi, T., Corradini, C. & Yazdi, M., 2008- Conodont Biostratigraphy of the Upper Devonian- Lower Carboniferous Shahmirzad section, Alborz Central, Iran. *GEOBIOS*. Elsevier Masson France. P. 263-277.
- Hamdi, B. & Janvier, P., 1981- Some conodonts and fish remains from Lower Devonian (lower part of the Khoshyeylaq Formation) north east Shahrud, Iran. *Geological Survey of Iran, Report*, 49, 195-210.
- Hamdi, B., 1975- Conodont studies on the Upper Silurian - Lower Devonian of the Kolor area, east Azarbayjan. *Geological Survey of Iran, Geological Quadrangle*, D3, 153-171.
- Muller, J. K., 1959- Kambrische Conodonten. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 111, 434-485.
- Muller, K. G., 1973- Late Cambrian and early Ordovician conodonts from northern Iran. *geol. Surv of Iran, report no.30*, 77p.
- Nogami, Y., 1967- Kambrische Conodonten von China, Teil 1, Conodonten aus den oberkambrischen Kushan-Schichten. *Memoirs of the College of Science, Series B* 33, 211-218.
- Pander, C. H., 1856- Monographie der fossilen Fische des Silurischen Systems der russisch-baltischen Gouvernements. 91 pp. Akademie der Wissenschaften, St. Petersburg.
- Webster, G. D., Maples, C. G. & Yazdi, M., 2008- Late Devonian and Early Mississippian Echinoderms from Central and Northern Iran. *Journal of Paleontology*, 81(51). P. 1101-11130.
- Wendt, J., Hayer, J. & Karimi bavandpour, A., 1997- Stratigraphy and depositional environment of Devonian sediments in northeast and east-central Iran. *Neues Jahrbuch für Geologie und Palaontologie Abhandlungen*, 206, 277-322.
- Wendt, J., Kaufmann, B., Belka, Z., Farsan, N. & Karimi bavandpour, A., 2002- Devonian/Lower Carboniferous stratigraphy, facies patterns and palaeogeography of Iran. Part I. Southeastern Iran. *Acta Geologica Polonica*, 52, 129-168.
- Wendt, J., Kaufmann, B., Belka, Z., Farsan, N. & Karimi bavandpour, A. 2005- Devonian/Lower Carboniferous stratigraphy, facies patterns and palaeogeography of Iran. Part II. Northern and Central Iran. *Acta Geologica Polonica*, 55, 31-97.
- Yazdi, M. & Turner, S., 2000- Late Devonian and Carboniferous vertebrates from the Shishtu and Sardar formations of the Shotori Range, Iran. *Records of the Western Australian Museum, Supplement*, 58, 223-240.
- Yazdi, M., 1996- Late Devonian - Carboniferous conodont biostratigraphy of the Tabas area, eastern Iran. *Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy from Macquarie University*; 1-221. Sidney.
- Yazdi, M., 1999- Late Devonian-Carboniferous conodonts from eastern Iran. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 105, 167-200.
- Yazdi, M., 2000- Late Devonian faunal events and sea level changes in east and central Iran: correlation with global patterns of change. *Historical Biology*, 15, 83-89.
- Yazdi, M., Ghobadipour, M. & Mawson, R., 2000a- Late Devonian conodonts from the Chah-Riseh area, central Iran. *Records of the Western Australian Museum, Supplement*, 58, 179-189.
- Yazdi, M., Meysam, A., Mannani, M., Bakhshaei, M. H. & Mawson, R., 2000b- Famennian conodonts from the Esteghlal refractories mine, Abadeh area, south-central Iran. *Records of the Western Australian Museum, Supplement*, 58, 197-209.

## Conodonts biostratigraphy of Mila Formation, Shahmirzad section, Central Alborz, Iran

S. Soleymani <sup>1\*</sup>, B. Hamdi <sup>2</sup> & A. Karimi Bavandpur <sup>1</sup>

<sup>1</sup> M. Sc., Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Ph.D., Research Institute for Earth Sciences, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

Received: 2014 October 12

Accepted: 2015 August 16

### Abstract

The studied section is located in the south of Central Alborz, 5 kilometers to the north of Shahmirzad City in the Semnan province. This section is situated at 35° 48' 40" N latitude and 53° 16' 59" E longitude. The Mila Formation has 5 measurable members in type section (Mila Kuh, Damghan City) and only in this studied section. This formation overlies conformably the Early Cambrian Lalun Formation and underlies disconformably the Early Devonian red conglomerates. Studied Conodonts of this formation are of Proconodonts type belonging to Coniform Groups. Fourteen species and six genera of these conodonts were acquired indicating an age of Mid-Late Cambrian and Early Ordovician. These Conodonts are listed as below: *Proconodontus serratus*, *Proconodontus muelleri*, *Proconodontus rotundatus*, *Prooneotodus* sp?, *Prooneotodus tenuis*, *Furnishina furnishi*, *Furnishina asymmetrica*, *Furnishina* sp., *Furnishina obliquis-Hirsutodontus?*, *Westergardodina* cf. *mossbergensis*, *Westergardodina fossa*, *Cordylodus*, *Cordylodus intermedius*, *Cordylodus lindstromi*, *Cordylodus proavus*, *Oneotodus nakamurai* & *Problematocoenites* sp. A Remarkable point is the discovery of species *Prooneotodus tenuis* in the second member of Mila Formation because no conodont has previously been reported from this member. Other microfossils such as trilobites, brachiopoda, hyolithes, eocrinoidae, rusophycus, cruziana, paleoscoleidae and sponges were also obtained indicating deposition of Mila Formation in a shallow marine environment. These fossil assemblages are comparable with those from other parts of Iran and neighbor countries.

**Keywords:** Mila Formation, Mid- Late Cambrian, Ordovician, Conodont, Shahmirzad Section, Central Alborz, Iran.

For Persian Version see pages 137 to 146

\*Correspondeing author: S. Soleymani; E-mail: [gsi.soleymani@gmail.com](mailto:gsi.soleymani@gmail.com)