



Research Article

Biostratigraphy of Shishtu 1 Formation in Howz-e-Dorah section based on the conodonts (Eastern south of Tabas)

Masoome Eghbali^{1*} , Bahaedin Hamdi¹, Mahmoud Reza Majidifard¹

1-Institute for Earth Sciences, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

Received: 08 Jun 2019 Accepted: 01 Oct 2019

Extended Abstract

Introduction

The study area is located in the zone of Central Iran based on the structural divisions of Iran. Late Devonian deposits in central Iran are widespread. The Shishtu Formation is a two-stroke stratigraphic unit that is subdivided into two sub-formations called Shishtu 1 and Shishtu 2. Below the Shishtu 1 Formation is the Late Devonian (Frasnian-Famennian) and the Shishtu 2 Formation is early Carboniferous (Tournisian-Visean). The boundary between them is marked by a horizon of black charcoal shales called the Mouse horizon. The Paleozoic and Lower Triassic sediments in the Lut Zone are essentially similar to the Shotori Mountain Formations.

Materials and Methods

Howz-e-Dorah section is located 57 km from Tabas town and 5 km from Deyhok village. After conducting library studies and selecting the appropriate shear in terms of thickness and separation of layers, the tectonic status of the area and the intended purpose by measuring layer thickness, fossil record collection, photography and sampling, extraction was conducted to extract the conodont elements.

Results and Discussion

The Shishtu Formation 1 is exposed at a thickness of 152 m in the Howz-e-Dorah section. The lower boundary of this sequence with the Bahram Formation is in disconformity with Middle Devonian and its upper boundary is in conformity with the Shishtu 2 Formation. Lithology of the Shishtu Formation 1 alternates from medium to thick bedded brown sandstones, green shales and thin bedded dolomitic white limestones, thin to thick bedded gray limestones, and highly diverse masses. It is high in conodont microfossils and macrofossils such as brachiopods, bryzoas, corals and crinoids. Notable points in this section are the presence of coral limestones, especially brachiopods, which are of late Devonian age in central Iran. The uppermost and last rock unit of the studied section is a 28 m outcrop of cephalopod horizon, outcropped as intermediate red limestone, indicating a short period of no sedimentation. Based on conodonts element studies, the sequence of late Shishtu Formation 1 to Late Devonian (Early Frasnian - Late Famennian) introduces 4 genus, 13 species, 4 subspecies with 4 conodonts biozones. The anterior part of Shishtu 2 Formation ages back to Late Tournisian - Late Visean. 6 genus, 13 species, 4 subspecies, 13 species and 2 subspecies were identified in Howz-e-Dorah section. According to the studied conodonts elements, the sedimentary environment of the studied section is shallow and close to shore, and the conodonts species in the Shishtu 2 Formation are formed in oxygen and continental slope environments.

Conclusion

The study of Shishtu Formation 1 and the basal part of Shishtu Formation 2 resulted in the identification of a high diversity of conodonts in the Howz-e-Dorah section. In addition to the high diversity of conodonts, the diversity of invertebrates, especially brachiopods, has been very high. Depending on the biofacies, depth and depositional environment of the Shishtu Formation 1, due to biofacies, the environment was offshore. Also, the presence of conodonts species is characteristic of tidal environments in Shishtu 1 Formation. The base part of Shishtu 2 is formed in low oxygen environments which are common in lower continental slopes.

Keywords: Howz-e-Dorah section, Late Devonian, Shishtu 1 Formations, Conodont, Frasnian-Famennian.

Citation: Eghbali, M. et al, 2020. Biostratigraphy of Shishtu 1 Formation in Howz-e-Dorah section based on the conodonts (Eastern south of Tabas), *Res. Earth. Sci.* 11(2), (143-158) DOI: 10.52547/esrj.11.2.143

* Corresponding author E-mail address: masoome.eghbali@gmail.com



بایواستراتیگرافی سازند شیشتو ۱ در برش حوض دوراه براساس کنودونت‌ها (جنوب شرقی طبس)

معصومه اقبالی*، بهاء‌الدین حمدی^۱، محمودرضا مجیدی فرد^۱

۱- پژوهشکده علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۳/۱۸

تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۸/۷/۹

چکیده

به منظور مطالعه عناصر کنودونتی، سازند شیشتو ۱ برش در حوض دوراه انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. برش مورد مطالعه دارای توالی تخریبی - کربناته است که شامل ۱۵۲ متر سنگ آهک، ماسه‌سنگ و شیل است. همبری زیرین سازند شیشتو ۱ بر روی سازند بهرام به صورت ناپیوسته و همبری بالایی آن با سازند شیشتو ۲ به طور پیوسته است. این سازند دارای ماکروفسیل‌هایی همچون بازوپا، مرجان، ساقه لاله‌وش، گونیاتیت و میکروفسیل‌هایی همچون، کنودونت، فرامینیفر و بقایای موجودات دیگر (خار اسفنج، گاستروپود، ساقه لاله‌وش) می‌باشد. براساس مطالعات میکروسکوپی توالی سازند شیشتو ۱ در برش حوض دوراه ۴ جنس، ۱۳ گونه، ۴ زیر گونه با ۴ زیست‌زون کنودونتی به دیرینگی دونین پسین (فرازنین پیشین - فامنین پسین) شناسایی و معرفی گردید که معادل با زیست‌زون استاندارد جهانی می‌باشند:

Polygnathus webbi- *Polygnathus dubius* Concurrent Range Zone = *Falsiovalis* - *jamieae*

Biozone

Icriodus symmetricus-*Icriodus expansus* Interval Range Zone= *Rhenana* - *linguiformis* Biozone

Icriodus cornatus- *Palmatilepis grasilis grasilis* Concurrent Range Zone= *Triangularis* - *trachytera* Biozone

Polygnathus delicates Total Range Zone= *Expansa* - *praesulcata* Biozone

و ۶ جنس، ۱۳ گونه و ۲ زیرگونه مربوط به بخش زیرین سازند شیشتو ۲ به دیرینگی تورنیزین پسین - ویزین پسین با ۲ زیست‌زون کنودونتی شناسایی و معرفی گردید.

Gnathodus girtyi cuneiformis- *Gnathodus typicus* Interval Range Zone = *Crenulata* - *typicus* Biozone

Gnathodus pseudosemiglaber- *Gnathodus collinsoni* Concurrent Range Zone = *Ancholaris*-*latus* - *texanus* Biozone

واژه‌های کلیدی: برش حوض دوراه، دونین پسین، سازند شیشتو ۱ و ۲، کنودونت، فرازنین - فامنین.

مقدمه

نهشته‌های دونین پسین در ایران مرکزی گسترش زیادی دارند که می‌توان به نواحی کرمان، طبس، اصفهان، ازبکوه، کاشان، چاهریسه و انارک اشاره کرد. اولین مطالعات زیست‌چینه نگاری سازند شیشتو در طبس توسط (Rutner et al, 1960; Stocklin et al, 1965) انجام شده است. (Yazdi, 1999) سازند شیشتو را در برش حوض دوراه مطالعه نموده است. با مطالعه رخساره حیاتی کنودونت‌ها در مرز فرازین - فامنین ایران مرکزی، تغییرات عمق آب دریا در مرز فرازین - فامنین نشان می‌دهد که در برش کال سردر در مرز بالایی فرازین تعداد کنودونت‌ها کمتر شده و این نشان‌دهنده پایین آمدن سطح آب دریا است (غلامعلیان، ۱۳۸۳). کنودونت‌های مرز فرازین - فامنین در برش کال سردر سن فرازین پسین - فامنین پیشین را دارند و در محیط کم‌عمق تشکیل شده‌اند اما در فامنین محیط رسوبی عمیق‌تر شده و به صورت شلف تا شیب قاره است (Gholamalalian et al, Gholamalalian, 2007). مطالعه بایواستراتیگرافی نهشته‌های نابرجا، به سن فرازین بالایی - فامنین زیرین براساس عناصر کنودونتی در منطقه طبس و کوه‌های شتری، شرق ایران مرکزی گزارش شده است (Bahrami and Yazdi, 2013).

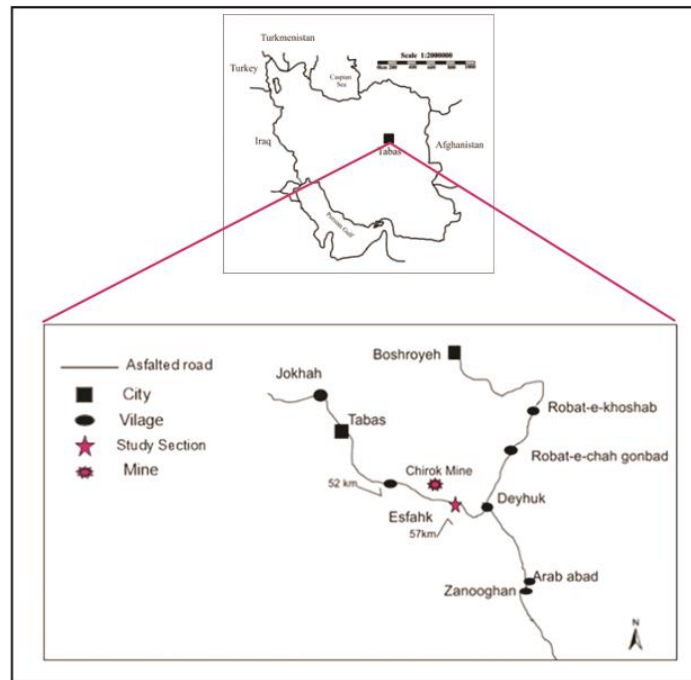
منطقه مورد مطالعه

برش حوض دوراه در ۵۷ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان طبس و ۵ کیلومتری روستای دیهوک و بین طول جغرافیایی " ۳۴ / ۲۷ ° ۲۰' E و عرض جغرافیایی " ۴ / ۱۵ ° ۲۰' N واقع شده است (شکل ۱). بهترین راه دسترسی به برش مذکور، از طریق جاده آسفالتی طبس به سمت روستای دیهوک است که در طول مسیر

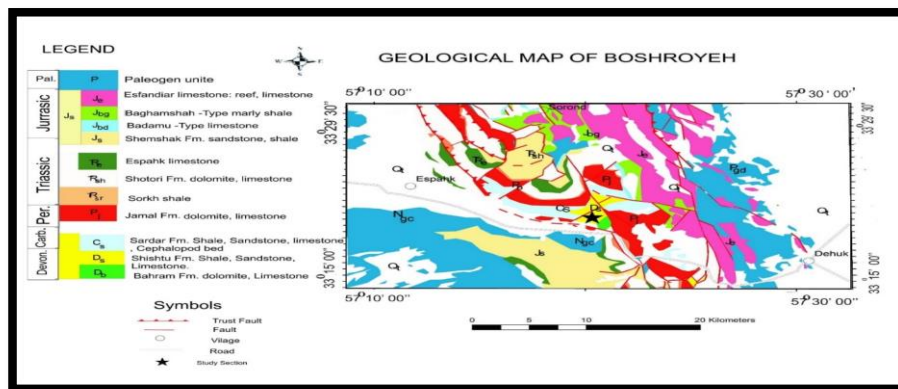
روستاهای اسفهدک، سردر و ماودر قرار گرفته‌اند. سازند شیشتو در نقشه ۱/۲۵۰۰۰۰ بشرویه معرفی شده است (شکل ۲). منطقه مورد مطالعه بر پایه پهنه‌های تقسیم‌بندی‌های ساختاری ایران، در زون ایران مرکزی قرار گرفته است. بلوک طبس مانند سایر قسمت‌های ایران تکامل خود را در زمان پالئوزوئیک از یک پلاتفرم کربناته کم‌عمق (سازند نیور) در سیلورین آغاز کرده و با کاهش سطح آب دریا طی دوران دونین پیشین، به یک سکوی آواری (سازند پادها) تبدیل شده است. مجموع این دو سازند در ناحیه مذکور گروه گوشکمر را تشکیل داده است. سپس در شرایط کاملاً احيایی و در زمان دونین میانی (سازند سیبزار) تا ابتدای فرازین (سازند بهرام) و تا ابتدای کربونیفر پسین (سازند شیشتو) ادامه داشته است. گروه ازبکوه و بالآمدگی آن در اواخر دوران کربونیفر، تمامی ناحیه را به رژیم قاره‌ای تبدیل کرده است (فلاح‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۴). رسوبات دوران پالئوزوئیک و تریاس زیرین در زون لوت اساساً شبیه به سازندهای کوه‌های شتری هستند. سازندهای شیرگشت، پادها، شیشتو، سردر، جمال، سرخ شیل و شتری در جنوب و مرکز زون لوت گزارش شده است (Berberian Berberian, 1974; and Soheili, 1973). سازند شیشتو یک واحد سنگ چینه‌ای دو زمانه است که تقسیم‌پذیر به دو زیر سازند به نام‌های شیشتو ۱ و شیشتو ۲ است. زیر سازند شیشتو ۱ به دیرینگی دونین پسین (فرازین - فامنین) و زیر سازند شیشتو ۲ به دیرینگی کربونیفر پیشین (تورنژین - ویزین) است که مرز آنها با افقی از شیل‌های زغالی سیاه رنگ به نام افق موش مشخص می‌شود. زیر سازند شیشتو ۱ از ۲۵ متر شیل‌های زغالی سیاه رنگ با بین لایه‌های ژپس و سنگ آهک‌های نازک لایه تشکیل شده که می‌تواند معادل افق موش باشد

انقراضها در طول تاریخ زمین، انقراض کلواسر^۱ در فرازین پسین و پدیده یخچالی که منجر به پدیده هنگنبرگ^۲ شده در فامنین پسین رخ داده است (House, 2002; Mossioni et al, 2014).

(Flugel et al, 1961). در سیستم دونین، به ویژه دونین بالایی زمانی است که شرایط گلخانه‌ای در ارتباط با تغییرات بزرگ سطح آب دریا موجب پدیده انقراض شده است. دو مورد از بزرگترین



شکل ۱: راه‌های دسترسی به منطقه و برش مورد مطالعه (اطلس راه‌های کشور)



شکل ۲: موقعیت زمین‌شناسی و رخنمون سازند شیشتو ۱ در یرش حوض دوراه (اشتوکلین و همکاران، ۱۳۴۹)

نمونه‌ای که کمتر هوازده شده بود، برداشت گردید و در اسید فرمیک ۸۰٪ آماده‌سازی و اسید شویی شدند و پس از پیک کردن رسوبات حاصله، عناصر کنودونتی شناسایی و معرفی شدند.

مواد و روش‌ها

در راستای انجام این پژوهش، ۳۰ نمونه از سنگ آهک‌های نازک لایه و فاقد بی‌مهرگان جهت استخراج عناصر کنودونتی برداشت گردید و هر نمونه حدود ۲-۲/۵ کیلوگرم وزن و حداکثر

نتایج

لیتواستراتیگرافی برش مورد مطالعه

سازند شیشتو ۱ با ستبرای ۱۵۲ متر در منطقه رخنمون دارد. همبری زیرین این توالی با سازند بهرام به دیرینگی دونین میانی به صورت ناپیوسته (شکل A۳) و همبری بالایی آن با سازند شیشتو ۲ پیوسته است. از نکات قابل توجه در این برش وجود سنگ آهک‌های پرفسیل مرجان و خصوصاً بازوپایان می‌باشد که در ایران مرکزی سن دونین پسین را دارند. بالاترین و آخرین واحد سنگی این برش، رخنمون ۲۸ متر افق سفالوپود دار^۳ است که به صورت سنگ آهک‌های متوسط لایه قرمز فام رخنمون داشته و بیانگر یک دوره کوتاه نبود رسوب‌گذاری است (Flugel, 2004). سنگ‌شناسی سازند شیشتو ۱ از قاعده به راس به شرح زیر می‌باشد:

(۱) ۸/۵۰ متر ماسه‌سنگ‌های ساب لیت آرنایت، قهوه‌ای تا کرم رنگ، ضخیم لایه با بافت ریز دانه، جورشدگی خیلی خوب و گردشدگی ضعیف (شکل R.U1-A۳).

(۲) ۵ متر شیل‌های سبز (شکل R.U2-A۳).

(۳) ۴/۴۱ متر سنگ آهک‌های دولومیتی شده سفید نازک لایه با فسیل‌های بازوپایان و مرجان-های روگوزا (*Roguzia*) (شکل R.U3-A۳).

(۴) ۱۶/۷۴ متر سنگ آهک‌های خاکستری تیره نودولار و نازک لایه با فسیل‌های مرجان، از نوع روگوزا (*Roguzia*) و تتراکورال (*Tetrachorals*) و فسیل‌های بازوپایان، از نوع رینکونلید (*Rynchonellida*) و اسپیریفریدا (*Spyriferidae*) (شکل R.U4-B۳).

(۵) ۸/۵ متر سنگ آهک‌های خاکستری ضخیم لایه با فسیل‌های بازوپایان فراوان (شکل R.U4-۳ B).

(۶) ۱۳/۳۹ متر ماسه‌سنگ‌های کوارتز آرنایت قهوه‌ای تا کرم رنگ و ضخیم لایه (شکل R.U5-۳ B).

(۷) ۴/۱۳ متر شیل‌های سبز تا زرد رنگ (شکل R.U6-B۳).

(۸) ۲/۲۷ متر سنگ آهک‌های نازک لایه کرم (شکل R.U7-B۳).

(۹) ۹ متر سنگ آهک‌های ضخیم لایه خاکستری روشن.

(۱۰) ۹ متر ماسه‌سنگ‌های ساب آرنایت قهوه‌ای روشن و توده‌ای به صورت ذرات نیمه زاویه‌دار تا زاویه‌دار (شکل R.U8-C۳).

(۱۱) ۷/۵۱ متر سنگ آهک‌های ضخیم لایه خاکستری روشن (شکل R.U9-C۳).

(۱۲) ۳۱/۴۳ متر تناوب سنگ آهک‌های کریستالین متوسط لایه قهوه‌ای روشن با شیل‌های نازک لایه سبز (شکل R.U10-C۳).

(۱۳) ۲۸/۲۶ متر سنگ آهک‌های اولیتی و چرتی متوسط لایه قرمز، دارای فسیل‌های ساقه لاله‌وش با چینه‌بندی متقاطع که به (افق سفالوپود دار) نیز معروف است.

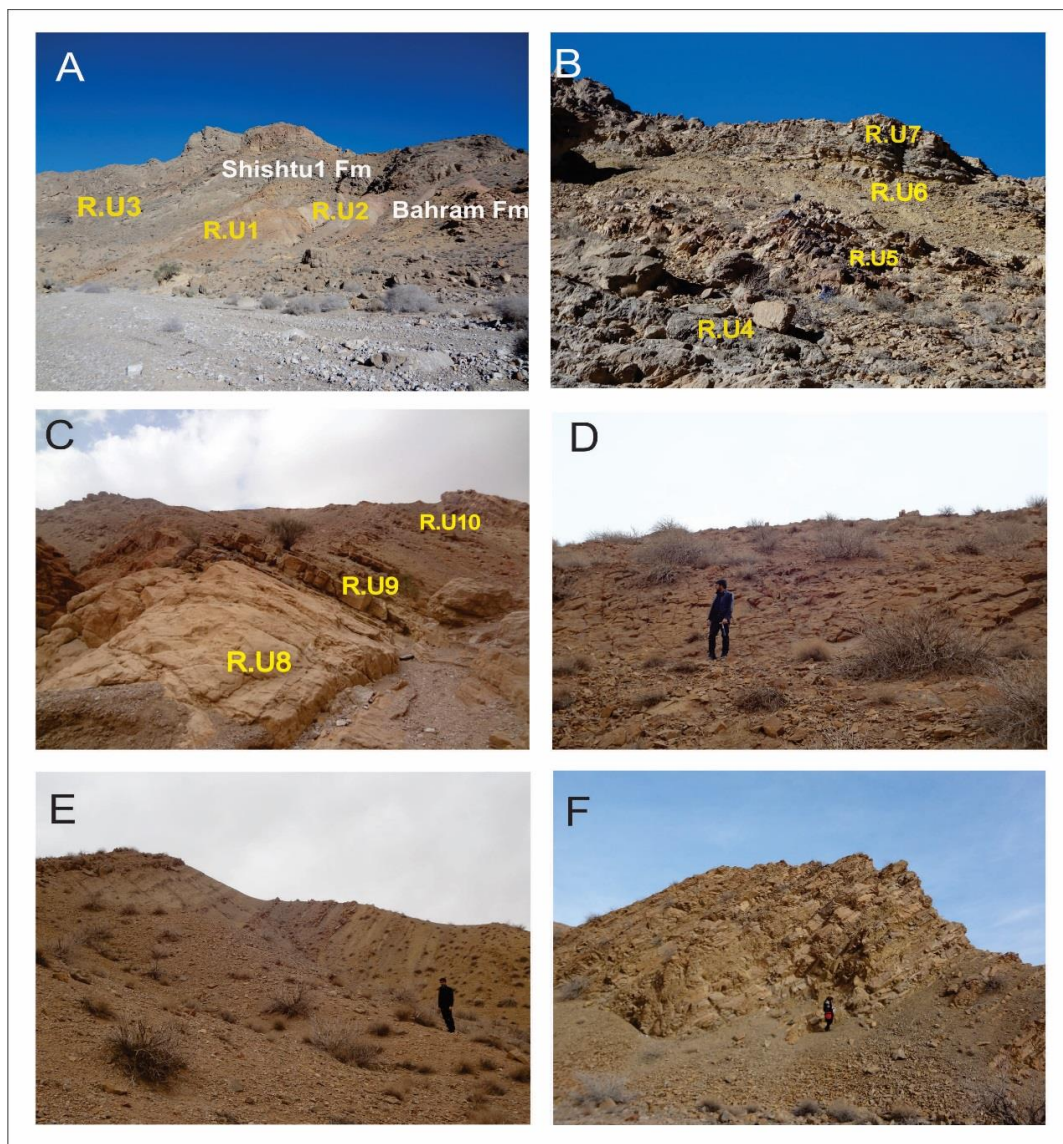
سنگ‌شناسی قاعده سازند شیشتو ۲ شرح زیر می‌باشد:

(۱) ۲۰ متر شیل‌های سیاه تا خاکستری (افق موش)

(۲) ۵۵/۷۱ متر سنگ آهک‌های نازک لایه خاکستری روشن با فسیل‌های بازوپایان، گونیاتیت، خرده‌های مرجانی و اثر فسیل^۴ زئوفیکوس^۵ (شکل D۳).

(۳) ۱۸/۶۱ متر تناوب شیل‌های خاکستری با سنگ آهک‌های نازک لایه خاکستری با فسیل‌های ساقه لاله‌وشان، بریوزوا (*Bryozoa*)، مرجان، بازوپایان و خار اسفنج (شکل E۳).

(۴) ۴۰ متر تناوب سنگ آهک‌های ضخیم لایه کرمی با شیل‌های خاکستری (شکل F۳).



شکل ۳: (A) سازند شیشتو ۱ و سازند بهرام در نمای دور، در برش حوض دوره، نمای دور از R.U1 ماسه‌سنگ‌های ساب لیت آرنایت، قهوه‌ای تا کرم رنگ، نمای دور از R.U2 شیل‌های سبز، نمای دور از R.U3 سنگ آهک‌های دولومیتی شده سفید نازک لایه با فسیل‌های بازوپایان و مرجان‌های روگوزا (*Roguzia*) (B) نمای دور از R.U4 شامل سنگ آهک‌های ضخیم لایه خاکستری با فسیل‌های بازوپایان، R.U5 ماسه‌سنگ‌های کوارتز آرنایت متوسط لایه قهوه‌ای، R.U6 شیل‌های سبز، R.U7 سنگ‌آهک‌های نازک لایه کرم حاوی عناصر کنودونتی. (C) نمای نزدیک R.U8 شامل ماسه‌سنگ‌های ساب آرکوز توده‌ای کرم، R.U9 سنگ‌آهک‌های ضخیم لایه خاکستری حاوی عناصر کنودونتی، R.U10 تناوب سنگ‌آهک‌های کریستالین کرم با شیل‌های سبز. (D) نمای دور سنگ‌آهک‌های متوسط لایه خاکستری قاعده سازند شیشتو ۲ حاوی عناصر کنودونتی. (E) تناوب شیل‌های خاکستری با آهک‌های ضخیم لایه خاکستری قاعده سازند شیشتو ۲ حاوی عناصر کنودونتی. (F) تناوب سنگ‌آهک‌های ضخیم لایه با شیل‌های خاکستری قاعده سازند شیشتو ۲ حاوی عناصر کنودونتی.

بایواستراتیگرافی برش مورد مطالعه

شناسایی گونه‌های مورد مطالعه و زیست‌زون - بندی کنودونتها براساس مطالعات معتبر، به‌ویژه اطلس کنودونتها به شرح زیر انجام شده است: (Harold et al, 1969; Ziegler, 1977;) Sandberg et al, 1978; Ziegler and Sandberg, 1990, 1984; Ji and Ziegler, 1993). و برای تکمیل اطلاعات از مقالات مربوط به زون ایران مرکزی از جمله (Gholamalalian, Ashouri, 2006) Bahrami Gholamalalian, 2007; et al 2009; and Yazdi, 2013) استفاده شده است. با توجه به نمونه‌های کنودونتی به دست آمده مانند: *Icriodus* و *Palmatolepis* محیط رسوبی کم‌عمق و نزدیک به ساحل بوده و گونه‌های کنودونتی موجود در سازند شیشتو ۲ مانند: *Gnathodus*, *Pseudopolygnathus* در محیط - های کم‌اکسیژن و شیب قاره تشکیل شده‌اند (Sandberg and Gutschick, 1984). در راستای انجام این پژوهش و مطالعه عناصر کنودونتی ۶ بایوزون به شرح زیر معرفی گردید:

I. = *Icriodus*, *P.* = *Polygnathus*, *Pal.* = *Palmatolepis*, *Bi.* = *Bispathodus*, *G.* = *Gnathodus*, *Pse.* = *Pseudospathodus*

-زیست‌زون شماره ۱:

Polygnathus webbi- *Polygnathus dubius*
Concurrent Range Zone= *Falsiovalis* - *jamiiae* Biozone

این زیست‌زون، قدیمی‌ترین زیست‌زون شناسایی شده در برش مورد مطالعه است که به سن دونین پیشین و در بردارنده نمونه‌های شماره sh26, sh27, sh28 است. این زیست‌زون از ۲۰۰ سانتی - متری تا ۱/۵ متری سنگ آهک‌های نازک لایه کرم رنگ مشاهده شده و از گونه‌های کنودونتی مطالعه شده در این زیست‌زون می‌توان به گروه - های زیر نیز اشاره نمود:

Polygnathus webbi, *Polygnathus dubius*,
Icriodus symmetricus, *Polygnathus*

cf.praeopolitus, *Polygnathus dubius*, *Iriodus* sp.

مرز زیرین این زیست‌زون با اولین ظهور گونه کنودونتی *Polygnathus webbi* و مرز بالایی آن، آخرین حضور گونه کنودونتی *Polygnathus dubius* است. که براساس (Ziegler and Sandberg, 1984) گستره سنی معادل زیست - رون‌های *Falsiovalis* - *jamiiae* Biozone یعنی فرازنین پیشین است.

-زیست‌زون شماره ۲:

Icriodus symmetricus-*Icriodus expansus*
Interval Range Zone= *Rhenana* - *linguiformis* Biozone

این زیست‌زون در بر دارنده نمونه‌های sh28, sh29 و از ۱/۵ تا ۲ متری واحد سنگی مذکور و از گونه - های کنودونتی به دست آمده از این زیست‌زون می‌توان به گونه‌های زیر نیز اشاره نمود:

Icriodus symmetricus, *Icriodus expansus*,
Icriodus alternatus, *Polygnathus xylus xylus*, *Neoprioniodus pronus*,
Neoprioniodus alatus

و همچنین نمونه‌های غیرکنودونتی که به شرح زیر می‌باشد:

Synprioniodonta regularis, *Ammudiscus semiconstrictus*, *Bucanospira*

مرز زیرین این زیست‌زون با آخرین حضور گونه کنودونتی *Icriodus symmetricus* و مرز بالایی آن با اولین ظهور گونه کنودونتی *expansus* Ji and Ziegler, 1993) گستره سنی معادل زیست‌زون - های *Rhenana* - *linguiformis* Biozone یعنی فرازنین پسین است.

-زیست‌زون شماره ۳:

Icriodus cornatus- *Palmatilepis grasilis*
grasilis Concurrent Range Zone =
Triangularis trachytera Biozone

این زیست‌زون در بر دارنده نمونه sh35 است که از بخش قاعده تا ۲ متری واحد سنگی مذکور مشاهده شده و از نمونه‌های یافت شده در این

این زیست زون اولین زون کنودونتی در بخش قاعده سازند شیشتو ۲ است که به سن کربونیفر پیشین بوده و در نمونه‌های sh60-sh65 و sh49- 51 و sh56 یافت گردید و از ۱۰ متری تا ۳۰ متری سنگ آهک‌های نازک لایه خاکستری روشن و تناوب شیل‌های خاکستری و همچنین در سنگ آهک‌های نازک لایه خاکستری (واحد‌های سنگی شماره ۲ و ۳) شناسایی شده و شامل نمونه‌های کنودونتی به شرح زیر نیز می‌باشد:

Gnathodus cuneiformis, *Gnathodus typicus*, *Gnathodus sp.*, *Polygnathus communis communis*, *Bispathodus stabilis*, *Synprioniodina microdenta*, *Synprioniodina bicurvata*, *Gastropod spiral side*, *Astrohizidae*, *Naticopsis*, *Hindodella sp.*, *Neoprionidus alatus*, *Neoprionidus sp.*
مرز زیرین این زیست‌زون با آخرین حضور گونه کنودونتی *Gnathodus girtyi cuneiformis* همراه بوده و مرز بالایی آن با اولین حضور گونه کنودونتی *Gnathodus typicus* همراه بوده که بنا بر گستره سنی (Sweet, 1988) معادل زیست زون *Crenulata – typicus* Biozone یعنی تورن‌زین پسین – ویزین پیشین بوده است.

–زیست زون شماره ۶:

Gnathodus pseudosemiglaber- *Gnathodus collinsoni* Concurrent Range Zone = *Ancholaris-latus – texanus* Biozone
این زیست‌زون و در واقع آخرین زیست‌زون در برش مورد مطالعه و در بخش قاعده سازند شیشتو ۲ نیز می‌باشد که در نمونه‌های sh58-sh66 که از ۳۰ متری دومین واحد سنگی آغاز و در واحدهای سنگی ۳ و ۴ نیز دیده شده که نمونه‌های کنودونتی یافت شده به شرح زیر می‌باشد:

Gnathodus pseudosemiglaber, *Gnathodus collinsoni*, *Gnathodus girtyi girtyi*, *Gnathodus girtyi simplex*, *Gnathodus symotatus*, *Gnathodus monodosus*.
و همچنین نمونه‌های غیرکنودونتی که به شرح زیر می‌باشد:

زیست‌زون می‌توان به گونه‌های کنودونتی زیر اشاره نمود:

Icriodus cornutus, *Icriodus alternatus alternatus*, *Icriodus expansus*, *Palmatilepis grasilis grasilis*

مرز زیرین این زیست زون با اولین ظهور گونه کنودونتی *Icriodus cornutus* و مرز بالایی آن با آخرین حضور گونه کنودونتی *Palmatilepis grasilis grasilis* همراه است که بنا بر گستره سنی (Sweet, 1988) معادل زیست‌زون‌های *Triangularis – trachytera* Biozone یعنی فامنین پیشین – میانی است.

–زیست‌زون شماره ۴:

Polygnathus delicatus Total Range Zone = *Expansa – praesulcata* Biozone
این زیست‌زون در واقع آخرین زیست‌زون کنودونتی در بخش بالایی سازند شیشتو ۱ می‌باشد که در نمونه‌های sh36, 37 و از ۲ تا ۴/۵ متری این واحد سنگی مشاهده شده و شامل نمونه‌های کنودونتی زیر است:

Polygnathus delicatus, *Polygnathus communis communis*.
و همچنین نمونه‌های غیرکنودونتی که به شرح زیر می‌باشد:

Ammudiscus turbinatus, *Ellinsonia conflex*.
مرز زیرین این زیست‌زون با اولین حضور گونه کنودونتی *Polygnathus delicatus* و مرز بالایی آن با آخرین حضور همین گونه همراه بوده که بنا بر گستره سنی (Ji and Ziegler, 1993) معادل زیست‌زون *Expansa – praesulcata* Biozone یعنی فامنین پسین است. در واقع دو زیست زون شماره ۵ و ۶ مربوط به بخش قاعده سازند شیشتو ۲ به عنوان سازند بالایی معرفی شدند:

–زیست‌زون شماره ۵:

Gnathodus girtyi cuneiformis- *Gnathodus typicus* Interval Range Zone = *Crenulata – typicus* Biozone

Gnathodus collinsoni همراه بوده و بنابر گستره سنی (Sweet, 1988) معادل زون زیستی *ancholaris- latus – texanus* Biozone یعنی ویزین پسین می‌باشد.

Euprionid microdenta, *Astrohizidae*,
Sponge spine.

مرز زیرین این زیستزون با اولین ظهور گونه کنودونتی *Gnathodus pseudosemiglaber* و مرز زیرین، با آخرین حضور گونه کنودونتی

System	Series	Stage	Formation	Rock Unit	Thickness	Lithology
DEVONIAN	Upper	Frasnian - Famennian	Shishitu 1	1	10	Black shales (Mous Horizontes)
				2	10	Dolomitic limestones
CARBONIFEROUS	Lower	Tournaisian - Viséan	Shishitu 2	3	10	Red medium-bedded limestones (Capellopo Horizontes)
				4	10	Light gray thick-bedded limestones

شکل ۴: ستون چینه‌شناسی زیستی سازند شیشتو ۱ و بخش قاعده سازند شیشتو ۲ در برش حوض دوراه

نتیجه‌گیری

مطالعه عناصر کنودونتی سازند شیشتو ۱ در برش حوض دوراه منجر به شناسایی ۴ جنس، ۱۳ گونه، ۴ زیر گونه و ۴ بایوزون در سازند شیشتو ۱ به سن فرازین پیشین - فامنین پسین و همچنین ۶ جنس، ۱۳ گونه، ۲ زیر گونه و ۲ بایوزون در بخش قاعده سازند شیشتو ۲ به سن تورنیزین پسین - ویزین پسین شده است. از نظر رخساره زیستی،

عمق و محیط رسوب‌گذاری سازند شیشتو ۱، با توجه به رخساره زیستی *Palmatolepid* محیط خارج از شلف^۶ و بخش دور از محیط ساحلی است (Sandberg and Gutschick, 1984). همچنین وجود گونه‌های کنودونتی *Polygnathus* و *Icriodus* مربوط به محیط‌های جزر و مدی و شول^۷ می‌باشد (Sandberg and 1984) و گونه‌های *Gnathodus*، (Gutschick,

سپاس‌گزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند که از زحمات آقای مهندس معتمد، آقای گودرزی، دکتر ناظمی (ریاست دانشگاه آزاد اسلامی طبس)، آقای مهندس محبوبی و خانم مهندس فرخانی که در مراحل عملیات آزمایشگاهی، شناخت منطقه و نمونه‌برداری یاری نمودند، صمیمانه سپاسگزاریم.

Pseudopolygnathus در محیط‌های کم اکسیژن تشکیل می‌شوند این گونه‌ها معمولاً در نهشته‌های بالایی و پایینی شیب قاره تشکیل می‌شوند چون شرایط تشکیل آنها شبیه به جنس‌هایی نیست که در محیط‌های کف حوضه و در بخش‌های عمیق تشکیل شده باشند (Sandberg and Gutschick, 1984).

پانویس:

1-Kellwasser
2-Hangenberg
3-Cephalopod Horizon
4-Trace Fossil

5-Zoophycos
6-Shelf
7-Shoal

منابع

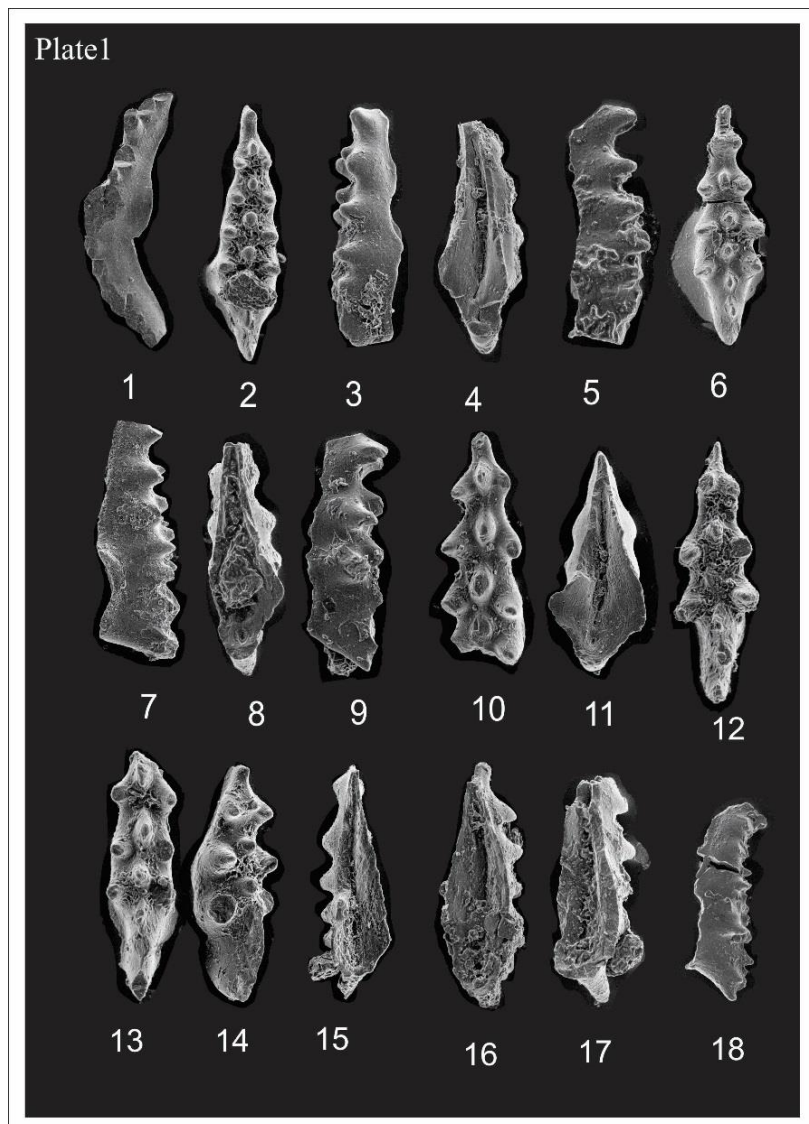
رخساره‌های رسوبی، دانشگاه فردوسی مشهد، شماره ۷، ص ۵۱-۶۴.
-فلاح زاده، ن.، شکاری فرد، ع. و دریابنده، م.، ۱۳۹۴. مقاله ارزیابی ژئوشیمیایی و تحلیل هیدروکربن‌زایی سازند شیشتو (دونین بالایی - کربونیفر زیرین) در ناحیه طبس، ایران مرکزی، ماهنامه علمی - ترویجی اکتشاف و تولید نفت و گاز - شماره ۱۲۴، ص ۴۶-۵۱.

-اشتوکلین، ی.، نبوی، م.ح.، افتخار نژاد، ج. و زاهدی، م.، ۱۳۴۶. گزارش زمین‌شناسی نقشه ۱/۲۵۰۰۰۰ بشرویه، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
-غلامعلیان، ج.، ۱۳۸۳. مقاله داده‌های نوین درباره مرز فرازنین - فامنین در برش کال سردر، شرق طبس، ایران مرکزی، نشریه علمی پژوهشی

-Ashouri, A.R., 2006. Middle Devonian-Early Carboniferous Conodont Faunas from the Khoshyeilagh Formation, Alborz Mountains, North Iran, Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran, v. 17(1), p. 53-65.
-Bahrami, A., Corradini, C., Jeffrey Over, D. and Yazdi, M., 2013. Conodont biostratigraphy of the upper Frasnian - lower Famennian transitional deposits in the Shotori Range, Tabas area, Central - East Iran Microplate, Bulletin of Geosciences, p. 369-388.
-Berberian, M. and Soheili, M., 1973. Structural history of central Lut; consolidation of the supposed Lut Block during the Early Kimmerian orogeny a

preliminary field note, Geological Survey of Iran, internal report, 17 p.
-Berberian, M. and Nogol, M., 1974. Preliminary explanatory text of the geology of Deh Sard and Khabr maps with some remarks on the metamorphic complexes and the tectonics of the area (two geological maps, 1:100,000, from the Hajiabad quadrangle map), Geological Survey of Iran, internal report, 60 p.
-Craofoord, D.A., 1977. A summary of isotopic age date for Iran, Pakistan and India Memoire Hors - Serie, N. 8 de la Societe Geologique.
-Flugel, H., Stocklin, J., Eftekhari Nezhad, J. and Hushman dzadeh, A., 1961. Bibliography shishtu Formation in

- Central Iran, A Geological survey of Iran.
- Flügel, E., 2004. *Microfacies Analysis of Limestone*; Berlin, Springer, Verlag, 976 p.
- Gholamalian, H., 2007. Conodont biostratigraphy of the Frasnian–Famennian boundary in the Esfahan and Tabas areas, Central Iran, *Geological Quarterly*, v. 51(4), p. 453-476.
- Gholamalian, H., Ghorbani, M. and Sajadi, S.H., 2009. Famennian Conodonts From Kal-E-Sardar Section Eastern Tabas, Central Iran, *Rivista Italiana di paleontologia Stratigraphia*, p. 151-185.
- Harold, F., Austin, R.L. and Druce, E.R., 1969. British Avonian (Carboniferous) conodont Fsnas, and their value in local and intercontinental correlation, 302 p.
- House, M.R., 2002. Strength, timing, setting and cause of mid-palaeozoic extinctions, *Palaeogeography و Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 181, p. 5-25.
- Ji, Q. and Ziegler, W., 1993. Courier Forschungsinstitut Senckenberg, The Lali Section: An Excellent Reference Section for Upper Devonian in South China, *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg*, 157 Frankfurt a.M., 21.5., 183 p.
- Mossioni, A., Franceschelli, M. and Corradini, C., 2014. Selected Famennian (Late Devonian) events (Condroz, Annulata, Hangenberg) in Sardinia and in the Carnic Alps: conodont biostratigraphy, magnetic susceptibility and geochemistry, *Università degli Studi di Cagliari Facoltà di Scienze*, MM. FF. NN.171 p.
- Nabavi, A. and Alavi, M.H., 1960. *Geol. Survey Iran, Rep, Rutner in preparation*, M., No. 5.
- Sandberg, C.A., Ziegler, W., Leuteritz, K. and Brill, S.M., 1978. Phylogeny, speciation and zonation of Siphonodella (Conodonta, Upper Devonian and Lower Carboniferous), *Newsletter Stratigraphy*, v. 7, p. 102-120.
- Sandberg, C.A. and Gutschick, R.C., 1984. Distribution, microfauna and source-rock potential of Mississippian Delle Phosphatic Member of Woodman Formation and equivalents, Utah and adjacent State, in Woodward, Jane, Meissner, F.F., and Clayton, J.L., eds., *Hydrocarbon source rocks of the Greater Rocky Mountain region*. Denver, Colorado, Rocky Mountain Association of Geologists, p. 135-178, 17 figs., 8 pls.
- Stokline, J., Eftekharnjad, J. and Houshmandzadeh, A., 1965. *Geology of the Shotori Range (Tabas area, east Iran)*, *Geological Survey of Iran, Reports*, v. 3, 69 p.
- Sweet, W., 1988. *The Conodonta Morphology, Taxonomy, paleoecology and Evolutionary History of a long-Extinct Animal Phylum*-New York. oxford-Clarendone Press. Oxford, Geological Society of America Special Papers, v. 196, p. 179-194.
- Yazdi, M., 1999. Late Devonian – Carboniferous Conodonts from eastern Iran, *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 105, p. 167-200.
- Ziegler, W., 1977. *Catalogue of conodonts, Vollum 1*, E.schweizerbartsche verlangsbuchhandlung, 500 p.
- Ziegler, W., 1977. *Catalogue of conodonts, Vollum 4*, E.schweizerbartsche verlangsbuchhandlung, 444 p.
- Ziegler, W. and Sandberg, C.A., 1984. *Palmatolepis based revision of upper part of standard Late Devonian of conodont zonation*.
- Ziegler, W. and Sandberg, C.A., 1990. *Late Devonian standard conodont zonation*, *Cour. Forchungstinst. Senckenb*, v. 121, p. 1-115.

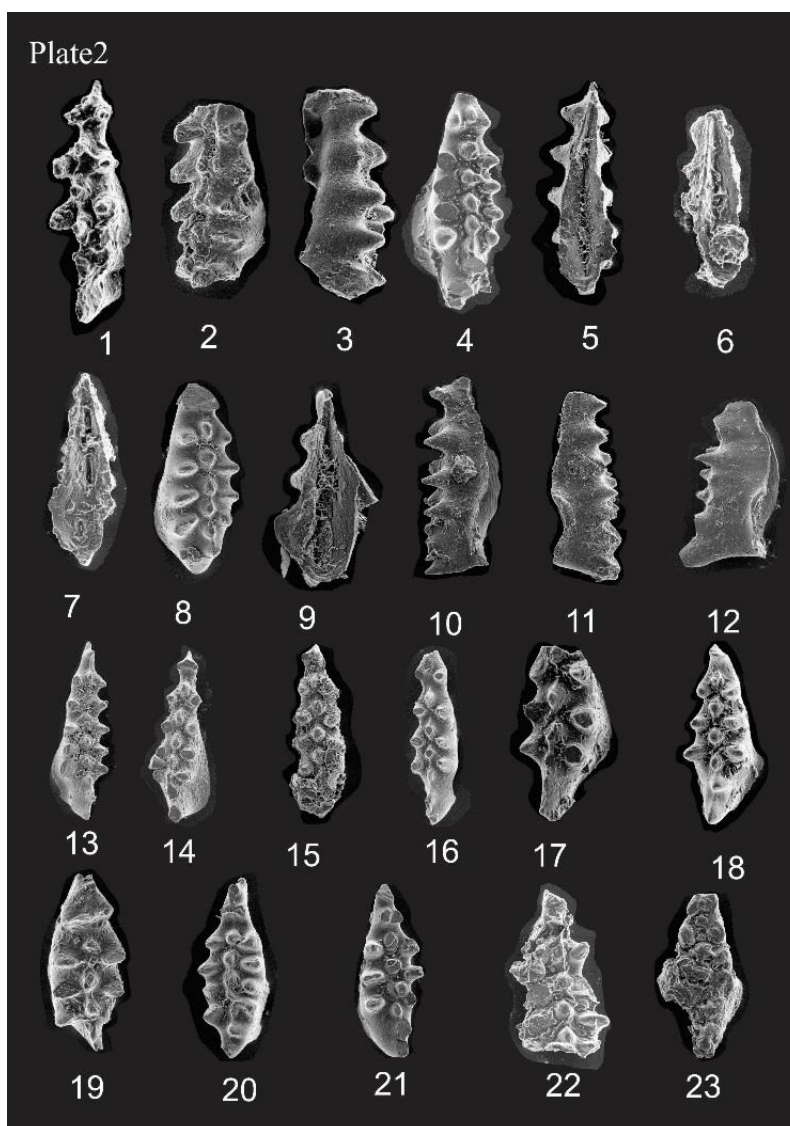


Shishtu1 Formation in Howz-e-Dorah section:

Fig. 1) *Palmatolepis grasilis grasilis* (Branson & Mehl, 1934a), 1) upper view, 141x, sample sh35.

Figs. 2-7) *Icriodus expansus* (Branson & Mehl, 1938), 2) Upper view, 211x, sample sh28, 3) lateral view, 211x, sample sh29, 4) lower view, 201x, sample sh29, 5) lateral view, 201x, sample sh35, 6) Upper view, 201x, sample sh28, 7) lateral view, 211x, sample sh35.

Figs. 8-18) *Icriodus cornatus* (Sannemann, 1955), 8) lower view, 261x, sample sh35, 9) lateral view, 251x, sample sh35, 10) upper view, 281x, sample sh35, 11) lower view, 219x, sample sh35, 12) upper view, 240x, sample sh36, 13) upper view, 240x, sample sh37, 14) lateral and side, 271x, sample sh35, 15) lower view, 261x, sample sh35, 16) lower view, 208x, sample sh35, 17) lower view, 241x, sample sh36, 18) lateral view, 171x, sample sh36.



Shishtu1 Formation in Howz-e-Dorah section:

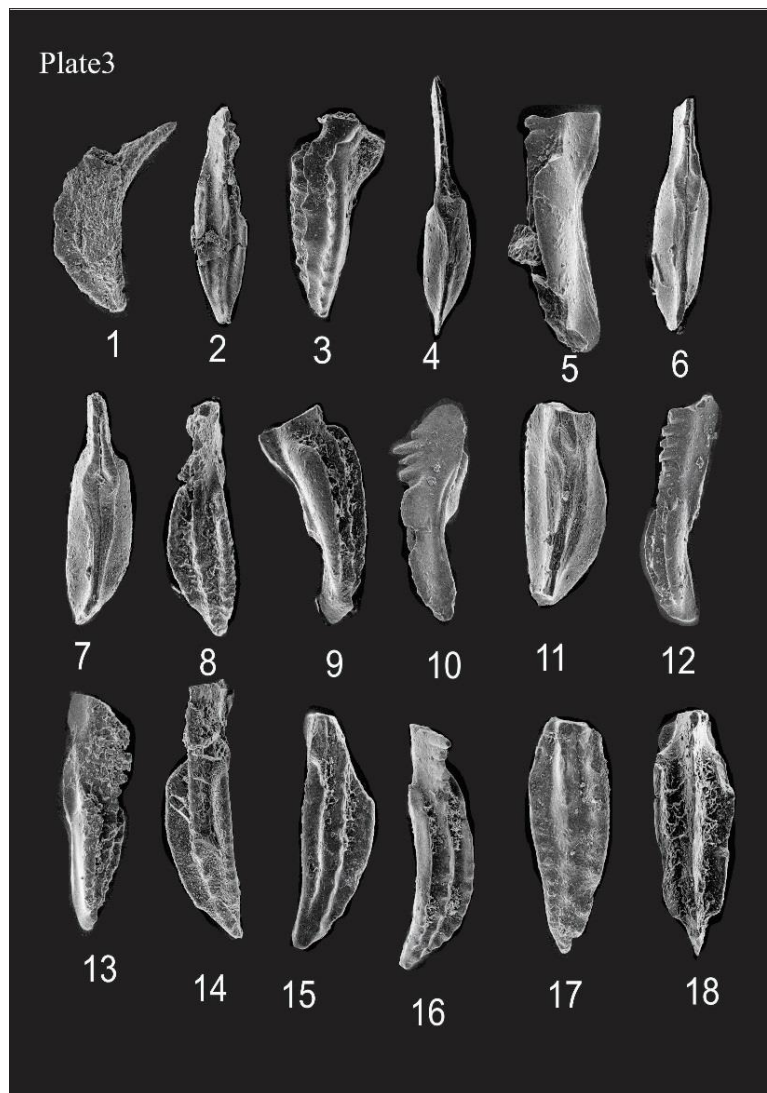
Fig. 1) *Icriodus cornutus* (Sannemann, 1955), 1) upper view, 291x, sample sh36.

Figs. 2-12) *Icriodus symmetricus* (Branson & Mehl, 1934a), 2) upper view, 241 x, sample sh26, 3) lateral view, 241x, sample sh26, 4) upper view, 211x, sample sh26, 5) lower view, 201x, sample sh26, 6) lower view, 181x, sample sh26, 7) lower view, 211 x, sample sh26, 8) upper view, 201x, sample sh28, 9) lower view, 191x, sample sh29, 10) lateral view, 213x, sample sh28, 11) lateral view, 211x, sample sh28, 12) lateral view, 201 x, sample sh29.

Figs. 13-18) *Icriodus alternatus alternatus* (Branson & Mehl, 1934a), 13) upper view, 181 x, sample sh28. 14) upper view, 181 x, sample sh35, 15) upper view, 230x, sample sh28, 16) upper view, 231 x, sample sh36, 17) upper view, 301x, sample sh35, 18) upper view, 232 x, sample sh36.

Figs. 19-21) *Icriodus expansus* (Branson & Mehl, 1938), 19) upper view, 282 x, sample sh36, 20) upper view, 201x, sample sh28, 21) upper view, 211 x, sample sh28.

Figs. 22-23) *Icriodus* sp. 22) upper view, 261 x, sample sh28, 23) upper view, 251x, sample sh27.



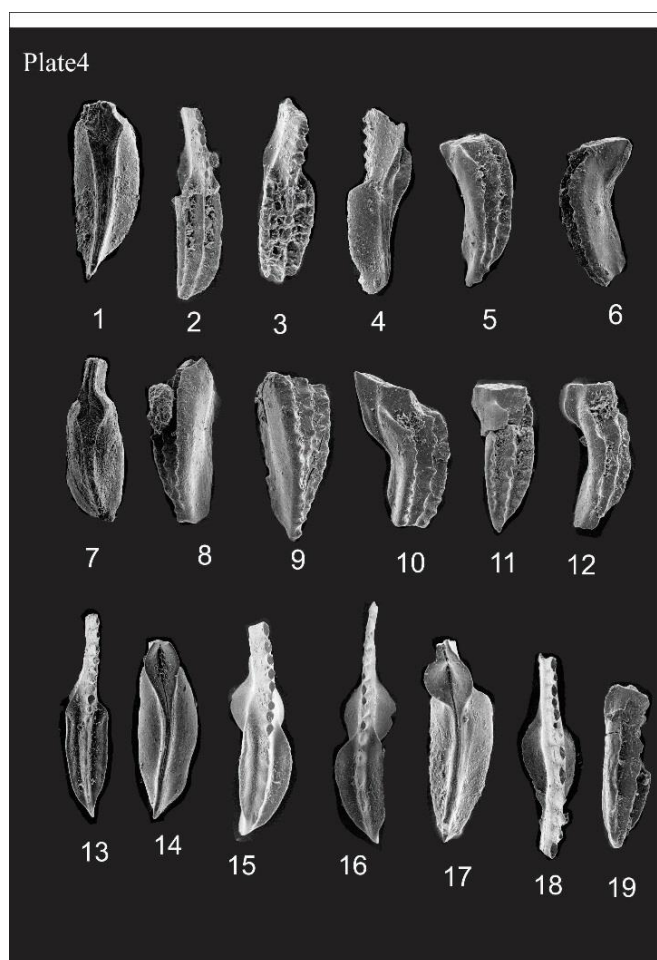
Shishtu1 Formation in Howz-e-Dorah section: Fig. 1) *Polygnathus* sp. - 1) upper view, 223 x, sample sh59.

Figs. 2-13) *Polygnathus xylus xylus* (Stauffer, 1938), 2) Upper view, 201x, sample sh28, 3) Upper and side view, 220x, sample sh28, 4) lower view, 171x, sample sh29, 5) Upper and side view, 221x, sample sh28, 6) lower view, 181x, sample sh28, 7) lower view, 211x, sample sh29, 8) upper view, 219x, sample sh29, 9) lateral view, 232x, sample sh29, 10) lateral view, 201x, sample sh29, 11) lower view, 221x, sample sh28, 12) upper and side view, 181x, sample sh28, 13) upper view, 180x, sample sh28.

Figs. 14-15) *Polygnathus delicates* (Ulrich & Bassler, 1926), 14) upper view, 191x, sample sh36, 15) upper view, 201x, sample sh37.

Figs. 16-17) *Polygnathus webbi* (Stauffer, 1938), 16) upper view, 151x, sample sh27, 17) upper view, 211x, sample sh27.

Fig. 18) *Polygnathus cf. praepolitus* (Ovnatanova & Kononova, 2001, 2008), 18) upper view, 270x, sample sh26.



Shishtu1 Formation in Howz-e-Dorah section:

Fig. 1) *Polygnathus cf.praepolitus* (Ovnatanoza & Kononova, 2001, 2008) -1), lower view, 281x, sample sh26.

Figs. 2-4) *Polygnathus communis communis* (Branson & Mehl, 1934), 2) upper view, 171x, sample sh36 ,3) upper view, 218x, sample sh37, 4) upper view, 221x, sample sh36.

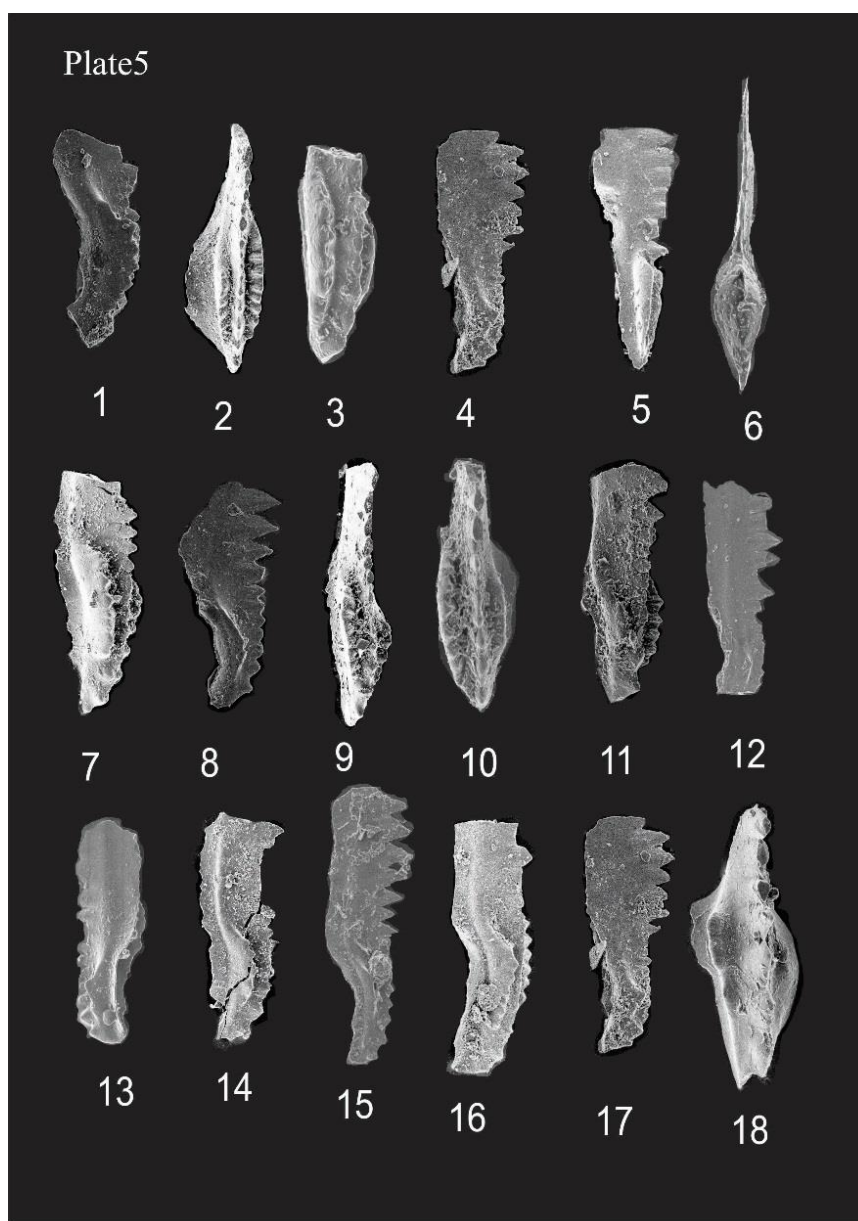
Figs. 5-12) *Polygnathus dubius* (Hinde, 1879), 5) lateral and side view, 241x, sample sh26, 6) lateral view, 241x, sample sh26, 7) lower view, 221x, sample sh27, 8) lateral view, 229x, sample sh26, 9) lateral view, 221x, sample sh26, 10) lateral view, 213x, sample sh27, 11) upper view, 131x, sample sh26, 12) lateral and side, 281x, sample sh27.

Shishtu2 Formation in Howz-e-Dorah section:

Figs. 13-17) *Polygnathodus communis communis* (Branson & Mehl, 1934), 13) upper view, 171x, sample 54, 14) lower view, 211 x, sample 56, 15) upper view, 191 x, sample 50, 16) upper view, 191x, sample 66, 17) lower view, 201x, sample 50.

Fig. 18: *Bispathodus stabilis* (Branson & Mehl, 1934), 18) upper view, 161 x, sample 51.

Fig. 19: *Polygnathus* sp. 19) upper to side view, 280 x, sample 65.



Shishtu2 Formation in Howz-e-Dorah section:

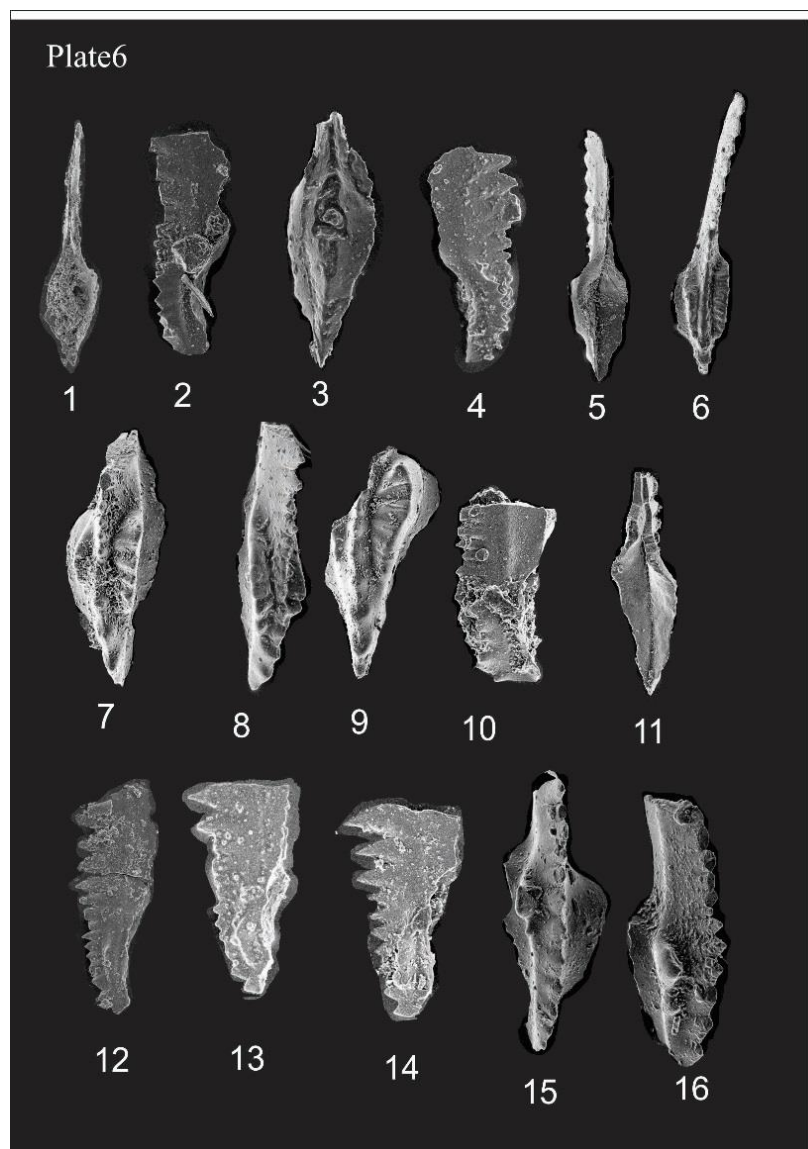
Figs. 1-6) *Gnathodus girtyi girtyi* (Hass, 1953), 1) lateral view, 261x, sample sh65, 2) upper view, 191x, sample sh62, 3) lateral and side, 338 x, sample sh65, 4) lower view, 230x, sample sh66, 5) lateral view, 184x, sample 60, 6) lower view, 171 x, sample 60.

Figs. 7-11) *Gnathodus girtyi simplex* (Hass, 1957), 7) lateral view, 181 x, sample sh59, 8) lateral view, 231 x, sample sh60, 9) upper view, 171 x, sample sh59, 10) upper view, 289 x, sample sh60, 11) upper and side view, 271 x, sample sh64.

Figs. 12-14) *Gnathodus collinsoni* (C.Meischner, 1962), 12) lateral view, 151x, sample sh58, 13) lateral view, 261x, sample sh58, 14) lateral view, 211 x, sample sh60.

Figs. 15-17) *Gnathodus cuneiformis* (Mehl& Thomas, 1947), 15) lateral view, 115 x, sample sh49, 16) lateral view, 116 x, sample sh50. 17) lateral view, 176 x, sample sh51.

Fig. 18) *Gnathodus typicus* (Cooper, 1939), 18) upper view, 341 x, sample 54.



Shishtu2 Formation in Howz-e-Dorah section:

Figs. 1-6) *Gnathodus girtyi girtyi* (Hass, 1953), 1) lower view, 171x, sample sh52, 2) lateral view, 211 x, sample sh53, 3) upper view, 241x, sample sh55, 4) lower view, 221 x, sample sh57, 5) lower view, 141 x, sample sh60, 6) upper view, 131 x, sample sh57.

Figs. 7-9) *Gnathodus pseudosemiglaber* (Thomson and Fellow, 1970), 7) upper view, 211x, sample sh65, 8) upper view, 211 x, sample sh64, 9) upper view, 191x, sample sh61.

Figs.10-13) *Bispathodus stabilis* (Branson & Mehl, 1934 a), 10) lower view, 241x, sample sh55, 11) lateral view, 161x, sample sh52, 12) lateral view, 155 x, sample sh63. 13) lateral view, 211x, sample sh56.

Fig. 14) *Bispathodus* sp. 14) lateral view, 141x, sample sh61.

Fig. 15) *Gnathodus monodosus* (Bischoff & Hass, 1961), upper view, 221 x, sample 64.

Fig. 16) *Gnathodus symotatus* (Branson & Mehl, 1941), 16) upper view, 281 x, sample 57.