

Original Research Paper

Middle Devonian-Early Carboniferous microscopic fish remains from Khoshyeilagh Formation, Mighan section, Eastern Alborz

Hamta Ranjbar¹, Abbas Ghaderi*¹, Hossein Gholamalian², and Vachik Hairapetian³

¹Department of Geology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

²Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Hormozgan, Bandar-Abbas, Iran

³ Department of Geology, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 2023 March 28

Accepted: 2023 September 02

Available online: 2024 March 20

Keywords:

Chondrichthyan

Middle-Late Devonian

Early Carboniferous

Eastern Alborz

Mighan

ABSTRACT

Middle Devonian to Lower Carboniferous siliciclastic-carbonate successions in Eastern Alborz are characterized by Khoshyeilagh Formation. It is underlain by the Devonian red siliciclastic sequences and is overlain by the Carboniferous Mobarak Formation, can be divided into 3 different members; lower carbonate, middle siliciclastic, and upper carbonate. The Khoshyeilagh Formation comprises various fossil groups of invertebrates, conodonts, palynomorphs and fish remains. In the present study, a collection of microscopic fish remains, obtained from the lower and upper carbonate members in Mighan, north of Shahrood, have been determined and described. This assemblage contains 14 different taxa of chondrichthyan fish including: *Cladodooides* cf. *wildungensis*, *Ctenacanthiformis* gen. et sp. indet, *Dalmehodus turnerae*, *Deihim mansureae*, *Lissodus lusavorichi*, *Phoebodus* aff. *turnerae*, *Phoebodus fastigatus*, *Phoebodus gothicus gothicus*, *Phoebodus gothicus transistans*, *Roongodus phijani*, *Siberiodus mirabilis*, *Squatinactis glabrum*, *Stethacanthus resistens* and *Thrinacodus ferox*. Some specimens of scales and teeth of actinopterygian and osteichthyan fishes are also present which all indicate a shallow environment of the continental shelf. The associated conodonts with this assemblage demonstrate the age of Frasnian (*rhenana* biozone) to early Tournaisian (*duplicata* biozone) for the whole succession.

1. Introduction

Khoshyeilagh Formation (Bozorgnia, 1973), contains the most complete successions of the Middle Devonian-Lower Carboniferous rocks in Eastern Alborz. This formation includes fossiliferous limestones, shales, sandstones, and


dolomitic rocks, rich in brachiopods, corals, crinoids, trilobites, goniatitids, tentaculitids, palynomorphs, conodonts, and microscopic fish remains, particularly from the calcareous beds (Wendt et al., 2005). Due to the presence of a thick sequence,

* Corresponding author: Abbas Ghaderi; E-mail: aghaderi@um.ac.ir

Citation:

Ranjbar, H., Ghaderi, A., Gholamalian, H., and Hairapetian, V., 2024. Middle Devonian-Early Carboniferous microscopic fish remains from Khoshyeilagh Formation, Mighan section, Eastern Alborz. Scientific Quarterly Journal of Geosciences, 34(1), 131, 1-18. <https://doi.org/10.22071/gsj.2023.389933.2076>.

E-ISSN: 2645-4963; Copyright©2021 G.S. Journal & the authors. All rights reserved.

 doi: 10.22071/gsj.2023.389933.2076

 dor: 20.1001.1.10237429.1403.34.1.1.5



This is an open access article under the by-nc/4.0/ License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

considerable geographical development and a relatively wide age range (Middle Devonian to the Early Carboniferous) in the Khoshyeilagh Formation (Ashouri, 2004), it is possible to investigate the bioevents and the extinction horizons such as the anoxic Hangenberg event in the formation (e.g., Parvizi et al., 2019, 2020, 2022).

In the Mighan area, the oldest stratigraphic unit consists of several hundred meters of Silurian basalt and andesitic rocks of the Soltan-Meydan Formation. Lower to Middle Devonian series comprises red, white to gray conglomerates, sandstone, shale, and siltstone, interbedded with dolomite and some basaltic floods, which are equivalent to the famous Padeha Formation on the Central Iran (Wendt et al., 2005). This succession recently was attributed to the new Mighan formation (Alvaro et al., 2022), is overlain by a well-developed marine siliciclastic-carbonates rocks of the Khoshyeilagh Formation. The Khoshyeilagh Formation has 965 meters thickness in Mighan stratigraphic section and in ascending order consists of 3 different members. Lower carbonate member is 376 meters, middle siliciclastic member is 133 meters and an upper carbonate member is 456 meters. This formation is gradually overlain by the shales and limestones of the Carboniferous Mobarak Formation, which subsequently covered by the lower sandstones of the Permian Doroud Formation (Wendt et al., 2005).

Except for Ginter et al. (2002) and Habibi and Ginter (2011), who respectively studied a small number of the Famennian chondrichthyans remains of the Mighan and Shahmirzad sections in the north Gondwanan basin, most of the microvertebrate studies in Iran have focused on the Devonian-Early Carboniferous chondrichthyan fishes in the Central Iran (e.g., Janvier, 1977; Long and Hairapetian, 2000; Yazdi and Turner, 2000; Hairapetian and Ginter, 2009, 2010). The present article is focused on a new investigation and description of the microscopic remains of chondrichthyan fishes from the Khoshyeilagh Formation in the Mighan section.

2. Research and methodology

The obtained microscopic fish remains from the Khoshyeilagh Formation were mostly collected from the study of 181 dissolved limestone samples from the lower and upper carbonate member. However, the specimens found from the first member are very few. The middle clastic member lacked any vertebrate remains. All rock samples with an approximate weight of 3 to 4 kg were crushed in the fossil preparation laboratory of the Ferdowsi University of Mashhad. They were placed in 20% acetic acid solution for four days and this process was repeated several times until the whole sample is dissolved. The remaining sediments from this process was washed and sieved using the 18 and 200

mesh sifts. After drying in the oven, all the microscopic remains, including pieces of fish scales, teeth and conodonts were separated using a binocular optical microscope. Representative and suitable specimens from the obtained collection were photographed using a scanning electron microscope (SEM), model Leo 1450VP. This collection is stored in the repository of the Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad (FUM). Systematical paleontology and taxonomy in this article were established according to the presented model by Ginter (1990, 1999, 2002), Ginter et al. (2002), Long and Hairapetian (2000), Ivanov and Rodina (2004), Hairapetian and Ginter (2009), and Van der Laan (2019).

3. Results and discussions

Microscopic fish remains include chondrichthyan teeth (cladodontids, phoebodonts and protacrodontids) and actinopterygian and Osteichthyan scales and teeth. The accompanying conodont elements have been used to determine the exact age range of the beds containing this microvertebrates. In general, 6 specimens from the lower carbonate member and 37 specimens from the upper carbonate member in the Mighan section contain fish remains. The chondrichthyan bearing horizons appear in the upper Frasnian fossiliferous limestones (lower *rhenana* zone). They are present up to the lower Tournaisian rocks (lower *duplicata*-upper *crenulata/isosticha* zones). Only one *Phoebodus* species is found in the carbonates of the lower member with the age of Givetian (*timorensis-latifossatus/semialternanus* zones). The most abundance and diverse fish remains occurred in the Famennian strata, which are related to the last renewal of chondrichthyan diversity after the Kellwasser event at the Frasnian-Famennian boundary (Ginter and Turner, 1999). The Tournaisian beds include a sequence of gray shales and nodular limestones. Abundant conodonts are present in these calcareous parts and range from the *sulcata* to lower *duplicata* zones. In these beds, the abundance and diversity of fish remains are reduced. Only samples M257, M260, M266, and M267 have a small number of such fragments.

4. Conclusion

A community of microscopic remains of chondrichthyan fishes, including teeth of Phoebodontids, Protacrodontids, Cladodonts, scales and conical teeth of actinopterygian fishes, with low diversity and abundance, has been identified from the carbonate deposits of the Khoshyeilagh Formation in the Mighan section. Accompaniment of chondrichthyan fish remains and conodonts show the age range of Givetian to the early Tournaisian, while they were the most abundant

in the Famennian. The species *Phoebodus fastigatus* is the only taxon that occurred in the lower carbonate member of Khoshyeilagh Formation (early to middle Givetian), and it is the first report of the species from the Givetian of Iran.

The species *Siberodus mirabilis* from the late Frasnian of Mighan section, once confirms an earlier data from Kerman. It was recently reported from the Famennian beds of Central Iran, Armenia, and Russia.

بقایای میکروسکوپی ماهیان دونین میانی - کربنیفر پیشین از سازند خوش ییلاق، برش میغان، البرز خاوری

همتا رنجبر^۱، عباس قادری^{۱*}، حسین غلامعلیان^۲ و واجیک هایرابطیان^۳

^۱ گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۲ گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران

^۳ گروه زمین‌شناسی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

چکیده

ردیف نهشته‌های آواری - کربناته دونین میانی تا کربنیفر زیرین در البرز خاوری با سازند خوش ییلاق مشخص می‌شوند. این سازند که بر روی توالی‌های آواری سرخ رنگ دونین قرار گرفته و توسط سنگ آهک‌های سازند مبارک پوشیده می‌شود، دست کم قابل تقسیم به ۳ عضو مختلف کربناته زیرین، آواری میانی و کربناته بالایی است. به دلیل غنای سنگواره‌ای در برش‌های چینه‌شناسی مختلف، سازند خوش ییلاق میزبان انواع گوناگونی از گروه‌های مختلف بی‌مهرگان، کنودونت‌ها، پالینومورف‌ها و بقایای ماهیان می‌باشد. در پژوهش حاضر، مجموعه‌ای از قطعات میکروسکوپی ماهیان که از نهشته‌های کربناته سازند خوش ییلاق در برش میغان (شمال شهرستان شاهرود) به دست آمده‌اند، شناسایی و توصیف شده است. این مجموعه دربردارنده ۱۴ تاکسای مختلف از ماهیان کندریکتین شامل *Cladodooides cf. wildungensis*, *Ctenacanthiformis* gen. et sp. Indet., *Dalmehodus turnerae*, *Deihim mansureae*, *Lissodus lusavorichi*, *Phoebodus aff. turnerae*, *Phoebodus fastigatus*, *Phoebodus gothicus gothicus*, *Phoebodus gothicus transistans*, *Roongodus phijani*, *Thrinacodus ferox* و *Siberiodus mirabilis*, *Squatina glabrum*, *Stethacanthus resistens* اکتینوپتریژین و اُست‌ایکتین است که همگی نشانگر محیط کم‌ژرفای فلات قاره می‌باشند. کنودونت‌های همراه این مجموعه، سن فرازین (زیست‌پهنه *rhenana*) تا تورنیزین پیشین (زیست‌پهنه *duplicata*) را برای توالی‌های دربردارنده این ریزمهرداران نشان می‌دهد.

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۱

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۱/۰۱

کلیدواژه‌ها:

ماهیان غضروفی

دونین میانی - پسین

کربنیفر پیشین

البرز خاوری

میغان

۱- پیش‌نوشتار

ضمن این که شواهد حضور رویدادهای انقراضی دونین پسین همچون رویداد بی‌اکسیژنی هنگنبرگ در این سازند به خوبی مطالعه شده است (برای مثال: پرویزی و همکاران، ۱۳۹۸، ۱۳۹۹؛ Parvizi et al., 2022).

نخستین گزارش از وجود ماهیان دونین در ماسه‌سنگ‌های بخش‌های پایینی این سازند در ناحیه خوش ییلاق توسط ترنر و ژانویه (Turner and Janvier, 1979) و سپس توسط بلیک و همکاران (Blieck et al., 1980) ارائه شده است. نام‌بردگان در این قسمت سه افق ماهی‌دار را مشخص نمودند که اصلی‌ترین آن‌ها در ماسه‌سنگ‌های آرکوزی قرار دارد و شامل بقایای ماهیان تلودونت، آکاتودین و... است. سپس حمدی و ژانویه (Hamdi and Janvier, 1981) معدودی از بقایای میکروسکوپی

سازند خوش ییلاق که نخستین بار توسط بزرگ‌نیا (Bozorgnia, 1973) معرفی شده است، دربردارنده کامل‌ترین و سبترترین نهشته‌های دونین میانی - کربنیفر زیرین در البرز خاوری می‌باشد. این سازند توالی ناهمگونی از سنگ آهک‌های سنگواره‌دار، شیل، ماسه‌سنگ و میان‌لایه‌های دولومیتی می‌باشد که به‌ویژه در بخش‌های سنگ آهکی سرشار از انواع سنگواره‌های بازوپایان، مرجان‌ها، لاله‌وشان، تریلوبیت‌ها، گنیاتییدها، تتناکولیتیدها، پالینومورف‌ها، کنودونت‌ها و بقایای میکروسکوپی ماهیان است (Wendt et al., 2005). به دلیل سبتر برای زیاد و برخوردار از گستره سنی به‌نسبت گسترده از دونین میانی تا کربنیفر پیشین (Ashouri, 2004)، امکان بررسی تحولات زمین‌شناسی در گستره زمانی یاد شده در سازند خوش ییلاق فراهم است،

* نویسنده مسئول: عباس قادری؛ E-mail: aghaderi@um.ac.ir

ماخذنگاری:

رنجبر، ه.، قادری، ع.، غلامعلیان، ح. و هایرابطیان، و.، ۱۴۰۳، بقایای میکروسکوپی ماهیان دونین میانی - کربنیفر پیشین از سازند خوش ییلاق، برش میغان، البرز خاوری. فصلنامه علمی علوم زمین، ۳۴(۱)، ۱۳۱-۱۸۱. <https://doi.org/10.22071/gsj.2023.389933.2076>

doi: 10.22071/gsj.2023.389933.2076

doi: 20.1001.1.10237429.1403.34.1.1.5

حقوق معنوی مقاله برای فصلنامه علوم زمین و نویسندگان مقاله محفوظ است.



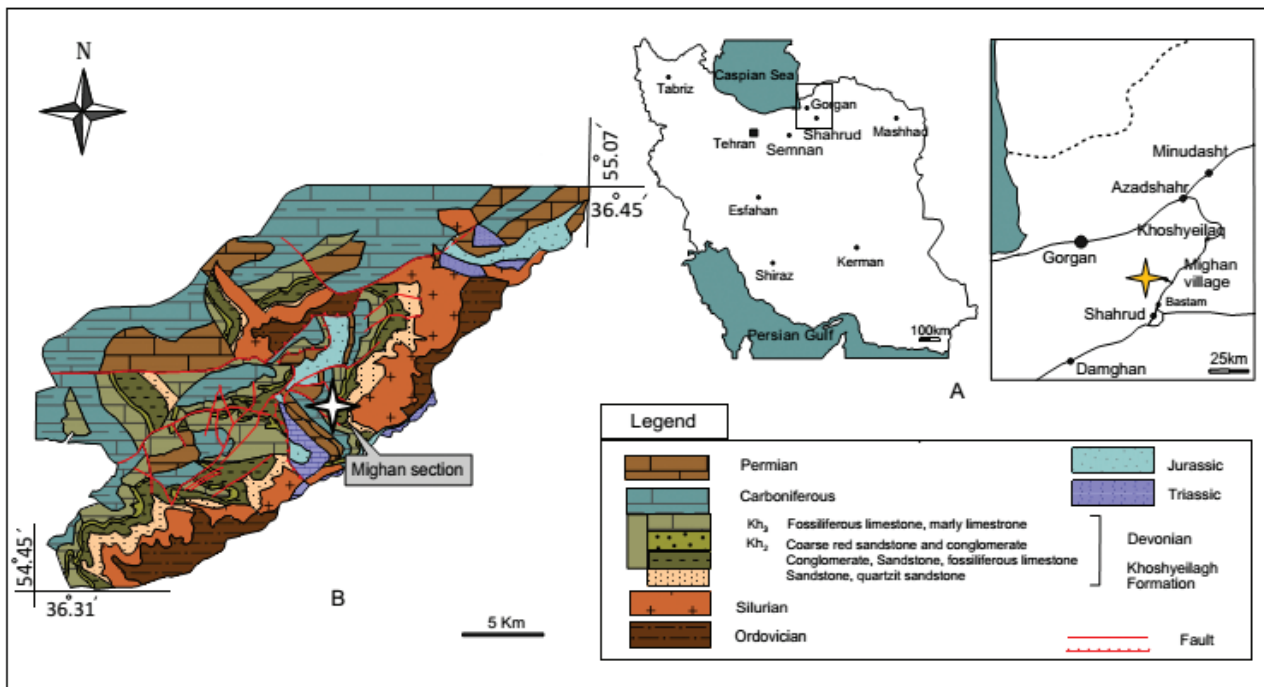
This is an open access article under the by-nc/4.0/ License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

از سازند خوش ییلاق در برش میغان شده است. کندریکتین های امروزی شامل کوسه ماهیان، سفره ماهیان و... می باشند که بقایای سنگواره شده آنها به صورت فلس از اردوویسین پسین و به صورت دندان های مجزا از دونین پیشین گزارش شده است (Miller et al., 2003).

برش چینه شناسی میغان با مختصات جغرافیایی $38^{\circ} 36' 38''$ عرض شمالی و $54^{\circ} 57' 57''$ طول خاوری، در فاصله ۲۴ کیلومتری شمال شهر شاهرود و در شمال باختر روستای میغان قرار گرفته و در دو سوی دره ای باریک در حدود ۵ کیلومتری شمال روستای یاد شده قابل برداشت است (شکل ۱). این منطقه در سوی خاوری پهنه ساختاری - رسوبی البرز (Stöcklin, 1968)، در گستره نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰ (شهرابی، ۱۳۶۹) و نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ علی آباد (زمانی پدارم و کریمی، ۱۳۸۵) جای دارد.

ماهیان تلodont و اکتینوپتریژین را برای اولین بار در کربنات های بخش پایینی سازند خوش ییلاق توصیف نمودند. گوژ و ژانویه (Goujet and Janvier, 1984) بقایای ماهیان پلاکودرم را در بخش های زیرین سازند خوش ییلاق یافته و شناسایی نمودند.

به جز گینتر و همکاران (Ginter et al., 2002) و حبیبی و گینتر (Habibi and Ginter, 2011) که به مطالعه بقایای ماهیان کندریکتین در شمال حوضه گندوانا پرداخته و به ترتیب شمار اندکی از این نمونه ها را در برش های میغان و شه میرزاد توصیف نموده اند، بیشتر مطالعات بر روی ماهیان کندریکتین دونین - کرینفر پیشین ایران در پهنه ایران مرکزی متمرکز بوده است (برای مثال: Janvier, 1977; Long and Hairapetian, 2000; Yazdi and Turner, 2000; Hairapetian and Ginter, 2009, 2010; Hairapetian et al., 2016). در نوشتار پیش رو، توصیفی از بقایای میکروسکوپی ماهیان کندریکتین



شکل ۱- A) نقشه راه های دسترسی به برش مورد مطالعه؛ B) نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه (برگرفته از شهرابی، ۱۳۶۹؛ همراه تغییرات و ترسیم مجدد).

Figure 1- A) Location map of the studied area, B) Geological map the studied area (Modified after Shahrabi, 1991).

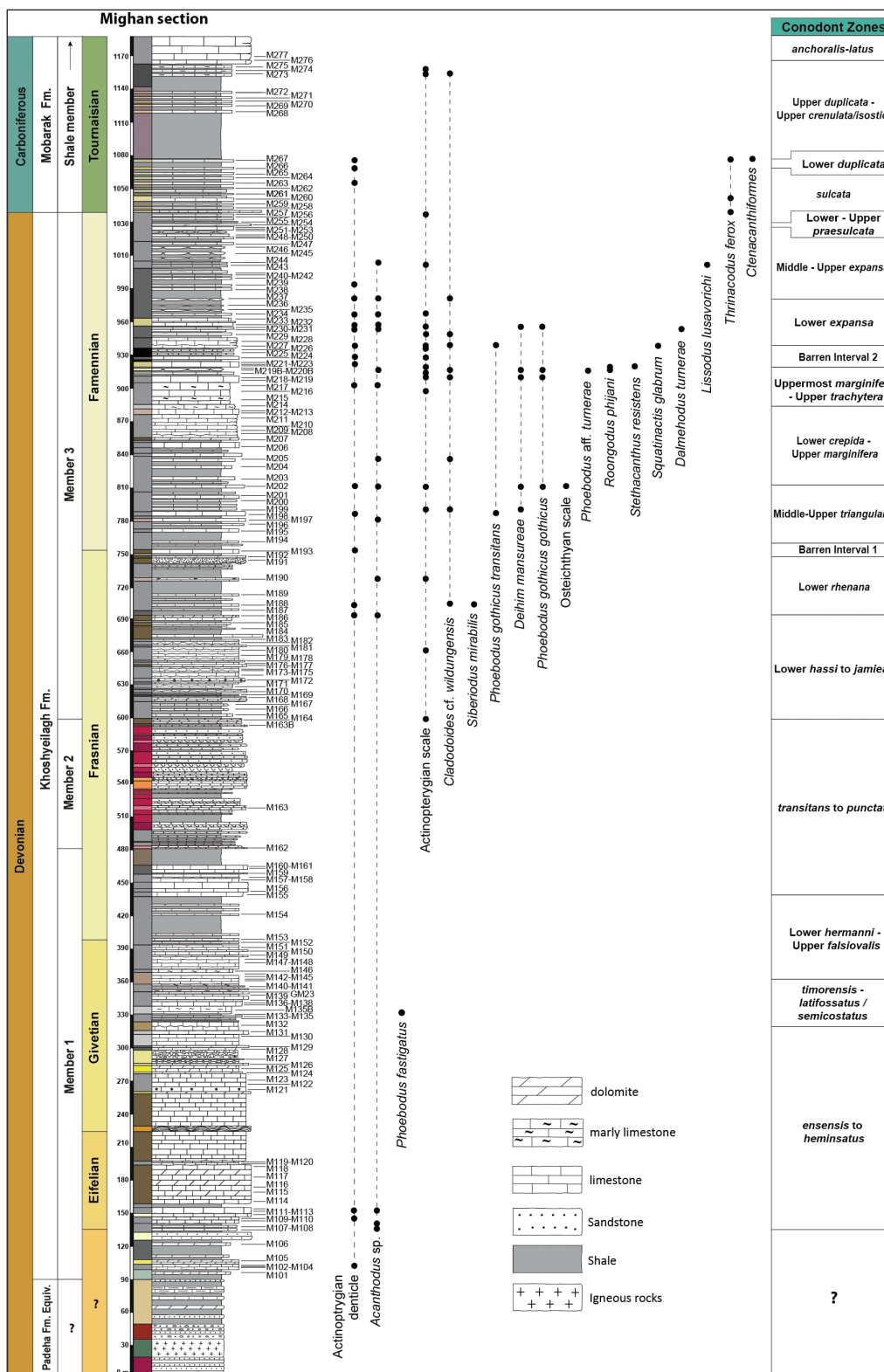
آتشفشانی - آواری سلطان میدان در زمان کاتین - لاندوری شناخته می شود (برای مثال: Bagheri and Stampfli, 2008; Stampfli et al., 2013; Alvaro et al., 2022). در آغاز دونین، شرایط برای نهشت ردیف رسوبات آواری سازند پادها در ایران مرکزی و نهشته های معادل با آنها در شمال ایران (سازند میغان در نوشته آلوارو و همکاران - Alvaro et al., 2022) به سن دونین (امزین - ایفلین) فراهم شده است (Aharipour et al., 2010).

با این توضیح، کهن ترین واحد چینه شناسی در منطقه میغان شامل چند صد متر سنگ های بازالتی و آندزیتی سازند سلطان میدان به سن سیلورین می باشد. توالی های معادل با سازند پادها در این منطقه به طور عمده شامل کنگلومراهای قرمز، سفید

از دیدگاه جغرافیای دیرینه و تکامل ژئودینامیکی، این ناحیه در زمان پالئوزوئیک در زمره سرزمین های پری گندوانایی دسته بندی شده و سرگذشت زمین شناسی آن کاملاً متأثر از رویدادهای گوناگون اقیانوس زایی و کوهزایی بوده است. پس از فعال شدن حوضه کافی ناشی از بالا آمدگی پی در پی گوشته و گنبدی شدن سنگ کره (لیتوسفر) در حاشیه شمالی گندوانا (Alvaro et al., 2022)، سرزمین های هون از حاشیه شمالی این ابرقاره جدا شده اند (Ruban et al., 2007). این فرایند که به باز شدگی اقیانوس تیس کهن (پالئوتیس) در شمال ایران انجامیده است (Stöcklin, 1974; Sengor, 1990)، با شواهدی از حضور گسترده بازالت های قلی در زمان سندین، فوران های آتشفشانی هیرانتین درون شیست های گرگان و تشکیل مجموعه

زیرین به ستبرای حدود ۳۷۶ متر، عضو آواری میانی به ستبرای حدود ۱۳۳ متر و عضو کربناته بالایی به ستبرای حدود ۴۵۶ متر می باشد (شکل ۲). کربنات های بخش بالایی سازند خوش بیلاق به طور تدریجی به وسیله شیل ها و سنگ آهک های سازند مبارک به سن کربنیفر پوشیده می شوند و ردیف رسوبات پرمین زیرین (سازند درود) با یک ناپوستگی فرسایشی توالی سازند مبارک را می پوشانند (Wendt et al., 2005).

تا خاکستری رنگ، ماسه سنگ، شیل و سیلت سنگ با میان لایه هایی از دولومیت و سیل های بازالتی به سن دونین پیشین تا میانی می باشد که با یک مرز پیوسته و ناگهانی با کربنات های سازند خوش بیلاق پوشیده می شود. سازند خوش بیلاق که در البرز خاوری معرف سنگ های دونین - کربنیفر می باشد، در برش چینه شناسی میغان حدود ۹۶۵ متر ستبرا دارد و از پایین با بالا، متشکل از سه عضو مختلف شامل عضو کربناته



شکل ۲- ستون چینه شناسی و موقعیت نمونه های میکروسکوپی ماهیان یافت شده در برش میغان.

Figure 2. Stratigraphical log with fish-microremains bearing horizons in the Mighan section.

۲- روش پژوهش

در پژوهش حاضر، بقایای میکروسکوپی ماهیان در نمونه‌های برداشت شده از توالی سازند خوش بیلاق مورد بررسی قرار گرفته‌اند و به منظور تعیین سن دقیق لایه‌های دربردارنده آن‌ها از عناصر کنودونتی همراهشان استفاده شده است. نمونه‌های میکروسکوپی ماهیان که شامل دندان‌های ماهیان کندریکتین (*cladodontids*, *phoebodonts*) و *protacrodontids* و نمونه‌هایی از فلس و دندان ماهیان اکتینوپتریژین و اُسته‌ایکتین می‌باشند (شکل‌های ۳ تا ۵)، در نمونه‌های سنگی برداشته شده از عضوهای کرناته پایینی و بالایی سازند خوش بیلاق در برش میغان یافت شده‌اند. به طور کلی ۶ نمونه از عضو اول و ۳۷ نمونه از عضو سوم سازند خوش بیلاق در این برش دارای بقایای ماهیان بوده‌اند. افق‌های حاوی ماهیان کندریکتین در سنگ آهک‌های سنگواره‌داری که کنودونت‌های آن سن فرازین پسین (زیست‌پهنه *Lower rhenana*) را نشان می‌دهند، پدیدار شده و تا تورنیزین پیشین (زیست‌پهنه‌های *Lower duplicata*- *Upper crenulata/isosticha*) حضور دارند و تنها یک گونه از جنس *Phoebodus* در کرنات‌های بخش پایینی که سن ژبوتین (زیست‌پهنه‌های *timorensis-latifossatus/semialternanus*) را نشان می‌دهند، شناسایی شده است. بیشترین فراوانی و تنوع ماهیان در چینه‌های فامنین وجود داشته است که بیشتر مربوط به آخرین تجدید تنوع کندریکتین‌ها پس از رویداد کلویسر در مرز فرازین - فامنین می‌باشد (Ginter and Turner, 1999). چینه‌های تورنیزین شامل تناوبی از شیل‌های خاکستری و سنگ آهک‌های نودولار بوده که زیای کنودونتی لایه‌های سنگ آهکی آن زیست‌پهنه *sulcata* تا *Lower duplicata* را نشان می‌دهند. در این لایه‌ها از فراوانی و تنوع بقایای ماهیان کاسته شده و تنها نمونه‌های M257، M260 و M266 و M267 دارای شمار اندکی از این ریزقطعات بوده‌اند. شکل ۲ و جدول ۱ گسترش و تعداد تاکسای شناسایی شده را نشان می‌دهند.

بقایای میکروسکوپی ماهیان به دست آمده از سازند خوش بیلاق در برش چینه‌شناسی میغان که از مطالعه ۱۸۱ نمونه سنگی مختلف برداشت شده از این سازند به دست آمده‌اند، غالباً از لایه‌های سنگ آهکی عضو کرنات بالایی مستخرج شده‌اند. نمونه‌های به دست آمده از عضو اول بسیار اندک هستند، ضمن این که عضو آواری دوم هم فاقد هر گونه اجزای اسکلتی ریزمه‌داران بوده است. نمونه‌های برداشت شده با وزن تقریبی ۳ تا ۴ کیلوگرم پس از خریدایش در آزمایشگاه آماده‌سازی فسیل دانشگاه فردوسی مشهد، به مدت چهار روز در محلول اسید استیک ۲۰ درصد قرار گرفته‌اند و این عمل چندین بار تکرار شده تا تمام نمونه حل شوند. رسوب باقی‌مانده از این فرایند به کمک الک‌های استاندارد ۱۸ و ۲۰۰ مش شست‌شو و جداسازی شده و پس از خشک شدن در آون، با استفاده از میکروسکوپ نوری دوچشمی (بیناکولار) مورد بررسی قرار گرفته‌اند. تمامی بقایای میکروسکوپی شامل قطعات فلس و دندان ماهیان و اجزای اسکلتی کنودونتی جداسازی شده و پس از انجام مطالعات دقیق ریزدیرینه‌شناسی و انتخاب نمونه‌های سالم، گویا و مناسب از آن‌ها، به کمک میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مدل Leo 1450VP آزمایشگاه مرکزی دانشگاه فردوسی مشهد تصویربرداری شده‌اند. تمامی این نمونه‌ها با پیشوند کد مخزن FUM# (مخفف نام انگلیسی دانشگاه فردوسی مشهد) در مخزن گروه زمین‌شناسی این دانشگاه نگهداری می‌شوند. از آن‌جا که تمرکز مقاله حاضر بر مطالعه بقایای ماهیان سازند خوش بیلاق در برش میغان است، جزئیات مطالعات کنودونت‌شناسی انجام شده توسط نگارندگان در مقاله دیگری در دست انتشار است. از این یافته‌ها تنها در بخش زیست‌پهنه‌بندی کنودونتی این نوشتار و تعیین سن زیای ماهیان به دست آمده استفاده شده است (شکل ۲).

۳- داده‌ها و اطلاعات

نخستین بار ترنر و ژانویه (Turner and Janvier, 1979) گونه‌هایی از تلودونت‌ها شامل *Skamolepis* sp. و *Turinia* cf. *hutkensis* (بعدها تحت عنوان *Neoturinia hutkensis* cf. توسط هیراپتیان و همکاران - Hairapetian et al., 2016) را از بخش پایه برش الگوی سازند خوش بیلاق با جایگاه سنی ایفلین پیشین معرفی نموده‌اند. سپس، بلیک و همکاران (Blicek et al., 1980) مجموعه از بقایای ماهیان پلاکودرم شامل *Antiarcha* indet., *Bothriolepis* cf. *kwangtungensis*, *Cocosteidae* indet., *Groenlandaspidae* indet., *Holonema* sp., *Phlyctaeniida* indet. و *Ptyctodontida* indet. افرادی از ماهیان الاسمورانش نظیر *Ctenacanthida* و *indet* آکانتودین‌هایی همچون *Gyracanthus* sp., *Ischnacanthiforme* indet. و *Onchus overathensis*، برخی از ماهیان دینوین همچون *Dipteridae* indet. و *Osteolepididae* indet. را از یک افق یک سانتی متری در بخش نمونه‌هایی از ماهیان کروسوپتریژین همچون *Holoptychiidae* indet., *Onychodus* و *cf. sigmoides* زیرین سازند خوش بیلاق در محل برش الگو به سن قدیمی‌تر از ژبوتین دانسته‌اند. حمدی و ژانویه (Hamdi and Janvier, 1981) نیز نمونه‌های غیرقابل شناسایی از تلودونت‌های تورینیدی را تحت عنوان کلی *Turiniida* fam. gen et sp. indet. نیز گونه *Orvikuina* sp.? از اکتینوپتریژین‌ها را سازند خوش بیلاق در برش الگو گزارش کرده‌اند. پس از ایشان، گوژ و ژانویه (Goutjet and Janvier, 1984) بقایایی نامشخص از ریزمه‌داران را در برش الگوی سازند خوش بیلاق شناسایی و آن‌ها را به طور کلی در قالب افرادی از راسته‌های پتیکودونت، استرونیفرم و اکتینوپتریژین معرفی کرده‌اند، ضمن این که تنها گونه *Buchanosteus confertituberculatus* از راسته آرترودایر را نیز از این توالی گزارش نموده‌اند. گیتتر و همکاران (Ginter et al., 2002) هم در مطالعه‌ای که بر روی بقایای کندریکتین‌های فامنین در شمال گندوانا داشته‌اند، گونه‌هایی همچون *Lissodus* sp., *Phoebodus* aff. *turnerae*، *Thrinacodus* و *Phoebodus gothicus*، *Protacrodus* spp.، *Stethacanthus* spp. را از برش چینه‌شناسی میغان در البرز خاوری معرفی نموده‌اند.

۴- بحث

۴-۱- رده‌بندی سیستماتیک

مبنای رده‌بندی در این نوشتار آخرین الگوی ارائه شده توسط ون‌درلان (Van der Laan, 2019) برای رده‌بندی در سطح شاخه تا خانواده بوده است، ضمن این که جهت رده‌بندی در سطح جنس و گونه از منابعی همچون (Ginter (1990, 1999, 2002), Long and Hairapetian (2000), Ivanov and Rodina (2004) و (Ginter et al. (2002), Hairapetian and Ginter (2009) استفاده شده است.

Class Chondrichthyes Huxley 1880

Subclass Elasmobranchii Bonaparts 1883

Order Phoebodontiformes Ginter, Hairapetian and Klug 2002

Family Phoebodontidae William in Zangerl 1981

Genus *Phoebodus* St. John and Worthen 1875

Type species: *Phoebodus sophiae* St. John and Worthen 1875

***Phoebodus gothicus gothicus* Ginter 1990**

Figs. 3A-3D

Selected synonymy:

2002 *Phoebodus gothicus* Ginter; Ginter et al., p. 181, 217, 219, 221, 231, text-fig. 6d-6e, pl. 1, figs. e-n; pl. 2, fig. g; pl. 3, figs. a-c; pl. 8, figs. k-n; pl. 8, figs. j-l

2009 *Phoebodus gothicus* Ginter; Hairapetian and Ginter, p. 178, 180, figs. 6a-6e, 7a-7g

2010 *Phoebodus gothicus gothicus* Ginter; Hairapetian and Ginter, p. 364, figs. 4g-4j

– **گستره سنی:** گستره حضور این گونه به صورت جهانی از زیست پهنه Lower *marginifera* تا Middle *praesulcata* می باشد، اما در ایران قدیمی تر بوده و در برش های دالمه و چاهریسه از زیست پهنه های Middle to Upper *crepida* نیز گزارش شده است (Long and Hairapetian, 2000; Ginter et al., 2002; Hairapetian and Ginter, 2009). در برش میغان، این گونه در زیست پهنه های Lower *crepida*، Lower *expansa* و Upper *trachytera* شاخص همراه در این محدوده ها در پژوهش حاضر گونه های *Clydagnathus ormistoni*, *Icriodus cornutus*, *Neopolygnathus communis*, *Palmatolepis cf. rugosa*, *Palmatolepis glabra*, *pectinate*, *Polygnathus inconcinus*, *Polygnathus yazdii* و *Polygnathus nodocostatus*, *Polygnathus semicostatus* هستند.

– **توصیف:** شکل های متفاوت قاعده در این گونه دو نوع مورفوتایپ را در آن متمایز می کنند. قاعده در مورفوتایپ نوع اول به سمت جلو (lingual) نوک تیز می شود و کم عرض شدن قاعده به سمت جلو از نزدیک به تاج اتفاق می افتد. مورفوتایپ نوع اول در نمونه ها یافت نشد. در مورفوتایپ نوع دوم که در فامنین ایران فراوان می باشد، قاعده از قسمت نیمه یا نزدیک به انتهای حاشیه جلو باریک می شود و شکل هایی به صورت گلابی شکل تا ذوزنقه ای با حاشیه ای گرد تا تقریباً صاف را به وجود می آورد. این مورفوتایپ مشابه نمونه هایی است که از برش چاهریسه در ایران مرکزی (Hairapetian and Ginter, 2009) گزارش شده است. نمونه های یافت شده از برش میغان از مورفوتایپ نوع دوم بوده که با حاشیه جلویی تقریباً مستقیم (در نمونه FUM#M220.7) تا گلابی شکل (در نمونه های FUM#M219.2, FUM#M231.2 و FUM#M202.12) مشخص می شوند.

جدول ۱- پراکنندگی ریزقطعات میکروسکوپی ماهیان در نمونه های برش میغان.

Table 1. Distribution of fish microremains in Mighan section.

Taxa	Sample	M135	M188	M198	M199	M202	M205	M209	M219	M220	M220b	M227	M229	M230	M231	M232	M237	M243	M260	M266	M267
<i>Phoebodus fastigatus</i>		1																			
<i>Phoebodus gothicus transistans</i>				1																	
<i>Phoebodus gothicus gothicus</i>						2			1	1		1			1	1					
<i>Phoebodus aff. turnerae</i>										1											
<i>Thrinacodus ferox</i>																		1			1
<i>Cladodoides cf. wildungensis</i>			2		2		3		1	1		1	1				1				
<i>Siberiodus mirabilis</i>			6																		
<i>Deihim mansureae</i>				1	1						1	3	1		2	1				1	
<i>Stethacanthus resistens</i>											1										
<i>Dalmehodus turnerae</i>														1							
<i>Roongodus phijani</i>										1											
<i>Lissodus lusavorichi</i>																		1			
<i>Squatinactis glabrum</i>								1				1									
<i>Ctenacanthiformis gen. et sp. indet</i>																					1

حفره اصلی یا کانال درست در زیر برجستگی دکمه مانند قرار گرفته است و باقی حفره ها بین این برجستگی دکمه مانند و حاشیه جلویی قرار گرفته اند. شکل نامتقارن قاعده و تاج این زیرگونه را از دیگر زیرگونه های *Phoebodus gothicus* متمایز می سازد. زیرگونه *Phoebodus gothicus transistans* از فامنین الجزایر نیز توصیف شده است (Ginter et al., 2002).

– **گستره سنی:** این زیرگونه از نمونه M188 (زیست پهنه Middle to Upper *trianularis*) به دست آمده است. *Icriodus alternatus alternatus*, *Icriodus* و *Neopolygnathus communis* و *cornutus* از کنودنت های همراه و شاخص موجود در این محدوده می باشند.

***Phoebodus gothicus transistans* Ginter, Hairapetian and Klug 2002**

Fig. 3E

Selected synonymy:

2009 *Phoebodus gothicus* cf. *transistans* Ginter, Hairapetian and Klug; Hairapetian and Ginter, p. 185, text-figs. 7j–7k

– **توصیف:** تاج از ۳ دندان مجزا تشکیل شده است که با خطوط ظریفی تزئین شده اند. قاعده در این زیرگونه به صورت نامتقارن به سمت جلو طویل و نوک تیز می شود و برجستگی تخم مرغی تا تقریباً دایره ای شکلی نزدیک به تاج در آن دیده می شود. دو

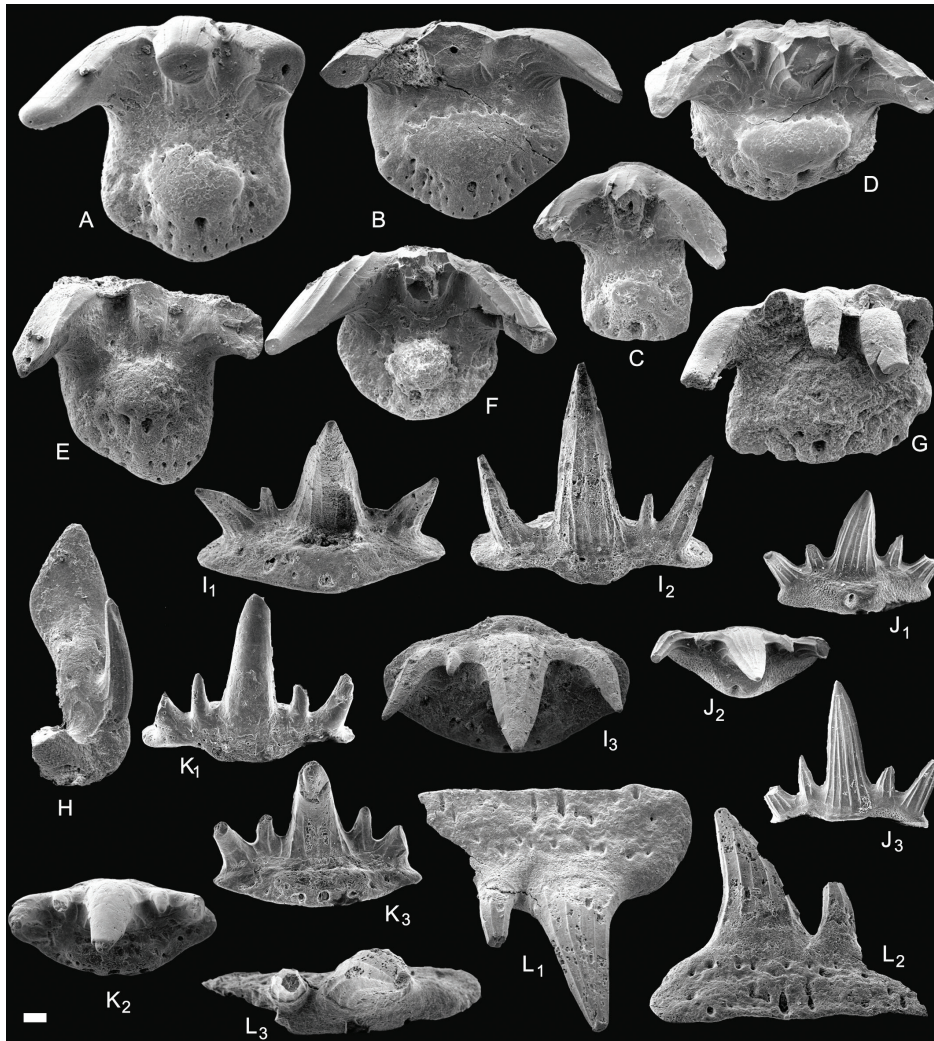


Figure 3: **A-D. *Phoebodus gothicus gothicus* Ginter 1990**, morphotype 2, A. occlusal view of FUM#M219.2, sample M219, B. occlusal view of FUM#M202.12, sample M202, C. occlusal view of FUM#M220.11, sample M220, D. occlusal view of FUM#M231.2, sample 231; **E. *Phoebodus gothicus transitans* Ginter, Hairapetian and Klug 2002**, occlusal view of FUM#M198.1, sample M198; **F. *Phoebodus aff. turnerae* Ginter and Ivanov 1992**, occlusal view of FUM#M220.10, sample M220; **G. *Phoebodus fastigatus* Ginter and Ivanov 1992**, occlusal view of FUM#M135.5, sample M135; **H. *Thrinacodus ferox* Turner 1982**, occlusal view of FUM#M267.15, sample M267; **I-K. *Cladoides cf. wildungensis* Jaekel 1921**, I1. lingual view of FUM#M188.12, sample M188, I2. labial view of FUM#M188.12, sample M188, I3. occlusal view of FUM#M188.12, sample M188, J1. lingual view of FUM#M227.5, sample M227, J2. occlusal view of FUM#M227.5, sample M227, J3. lateral view of FUM#M228.5, sample 227, K1. labial view of FUM#.M188.11, sample M188, K2. occlusal view of FUM#M188.11, sample M188, K3. lingual view of FUM#M188.11, sample M188; **L. *Siberiodus mirabilis* Ivanov and Rodina 2004**, L1. occlusal view of FUM#M188.13, sample M188, L2. lingual view of FUM#M188.13, sample M188, L3. labial view of FUM#M188.13, sample 188 (Scale bar= 100 μ).

Genus *Thrinacodus* St. John and Worthen 1875

Type species: *Thrinacodus nanus* St. John and Worthen 1875

***Thrinacodus ferox* Turner 1982**

Fig. 3H

Selected synonymy:

- 1996 *Thrinacodus ferox* Turner; Ginter and Ivanov, p. 265, figs. 2a-2d
 2000 *Thrinacodus* sp.; Ginter and Ivanov, p. 339, pl. 2, fig. h
 2000 *Thrinacodus* cf. *ferox* Turner; Long and Hairapetian, p. 215, fig. n
 2011 *Thrinacodus ferox* Turner; Habibi and Ginter, p. 37, pl. 1, figs. a, b

توصیف: این نمونه از یک تاج نامتقارن با دندان‌هایی باریک، طویل و قلاب مانند تشکیل شده است. دندان‌ها با خطوط ظریف و ناموازی تزئین و به سمت جلو خم شده‌اند. قاعده در این گونه سطحی صاف و باریک دارد که به سمت جلو کمی پهن تر می‌شود. سطح قاعده دارای یک دکه نافی یا برجستگی می‌باشد و روزنه‌ها یا کانال‌هایی در اطراف آن قرار گرفته‌اند. این گونه که از فیودونت‌های فامنین تکامل یافته است (Ginter et al., 2002)، با شکل نامتقارن تاج از گونه *Thrinacodus tranquilis* متمایز می‌شود.

گستره سنی: این گونه از فامنین تا کربنیفر پیشین در نقاط مختلف دنیا گزارش شده است (Turner, 1982; Derycke et al., 1995; Ginter, 1995, 2001; Ginter et al., 2002). در برش میغان این گونه از نمونه‌های M257 و M260 (زیست پهنه *sulcata*) و نمونه M267 (زیست پهنه‌های *Upper duplicata*-*Upper crenulata-isosticha*) به دست آمده است. از کنودونت‌های همراه و شاخص موجود در این زیست پهنه‌ها می‌توان به *Bispathodus costatus*, *Polygnathus inornathus*, *Siphonodella* اشاره کرد.

Order Ctenacanthiformes Glikman 1964

Family Ctenacanthidae Dean 1909

Genus *Cladodoides* Maisey 2001

Type species: *Cladodoides wildungensis* Jaekel 1921

Cladodoides* cf. *wildungensis

Figs. 3I-3K

Selected synonymy:

- 2010 *Cladodoides* sp.; Hairapetian and Ginter, p. 366, text-figs. 5a-5e
 2017 *Cladodoides wildungensis* Jaekel; Ginter et al., p. 386, text-figs. 5a-5d
 2018 *Cladodoides* cf. *wildungensis* Jaekel; Ivanov and Plax, p. 47, text-figs. 2h-2m

توصیف: تاج از ۵ دندان تشکیل شده و شامل یک دندان میانی بزرگ‌تر و دو جفت دندان کوچک‌تر است که به صورت متقارن در دو طرف آن قرار گرفته‌اند. دندان‌ها با سطح مقطع بیضی به صورت جانبی به یکدیگر متصل و به سمت جلو انحنا دارند. قاعده به صورت عدسی شکل با سطحی محدب، شامل حفره‌ها یا روزنه‌هایی است که بیشتر در قسمت حاشیه جلویی قرار گرفته‌اند. برجستگی دکه ماندی به صورت منحنی تا مستطیل شکل، قسمت اعظم بخش قاعده را اشغال کرده است و کانال‌ها یا منافدی به طور نامنظم، حاشیه جلویی آن را دربر گرفته‌اند. در نمای پستی (labial)، یک برجستگی مستقیم به سمت پایین با پهنایی بزرگ‌تر تا مساوی با دندان میانی وجود دارد.

گستره سنی: این گونه از فامنین پیشین ارمنستان توسط گینتر و همکاران (Ginter et al., 2011) و از برش کال سردر ایران از زیست پهنه *Late rhenana* تا زیست پهنه *Late expansa* توسط هاپراپتیان و گینتر (Hairapetian and Ginter, 2010) گزارش

***Phoebodus* aff. *turnerae* Ginter and Ivanov, 1992**

Fig. 3F

Selected synonymy:

- 2000 *Phoebodus turnerae* Ginter and Ivanov; Ginter and Ivanov, p. 328, pl. 2, fig. a
 2002 *Phoebodus turnerae* Ginter and Ivanov; Ginter et al., p. 181, text-figs. 6a-6c
 2005 *Phoebodus turnerae* Ginter and Ivanov; Derycke, p. 64, pl. V, figs. 1-2
 2009 *Phoebodus turnerae* Ginter and Ivanov; Hairapetian and Ginter, p. 183, text-figs. 6f-6h

توصیف: قاعده در این نمونه مقطعی دایره‌ای شکل دارد و برجستگی تقریباً گردی در وسط آن قرار گرفته است. در قسمت زیرین این برجستگی دکه ماندی و نزدیک به حاشیه جلویی قاعده، یک حفره یا کانال قرار دارد. تاج از ۳ دندان مجزا تشکیل شده است که با خطوط تقریباً موازی و برجسته‌ای تزئین شده‌اند. نمونه‌ای مشابه با نمونه موجود، با همین نام از برش چاهریسه نیز گزارش شده است (Hairapetian and Ginter, 2009).

مقایسه: حاشیه قاعده در گونه *Phoebodus turnerae* به شکل چند ضلعی، گرد یا مربعی شکل با زاویه‌ای ۹۰ درجه به سمت جلو مشخص می‌گردد، اما نمونه یافت شده در برش میغان حاشیه‌ای کاملاً گرد شده دارد و قاعده آن تقریباً دایره‌ای شکل می‌باشد. افزون بر آن، برجستگی موجود در قاعده گونه *Phoebodus turnerae* نزدیک به حاشیه جلویی قرار گرفته است، اما در این نمونه درست در وسط قاعده واقع شده است. به همین دلیل، این نمونه با وجود مشابهت‌های ساختاری با گونه *Phoebodus turnerae* به صورت *Phoebodus* aff. *turnerae* نام گذاری شده است. **گستره سنی:** این گونه در برش میغان از نمونه M202 در گستره‌ای فاقد کنودونت در بین زیست پهنه‌های *Uppermost marginifera*-*Upper trachytera* zone و *Lower expansa* به دست آمده است.

***Phoebodus fastigatus* Ginter and Ivanov 1992**

Fig. 3G

Selected synonymy:

- 2004 *Phoebodus fastigatus* Ginter and Ivanov; Ginter, p. 477, figs. 2h-2j
 2004 *Phoebodus fastigatus* Ginter and Ivanov; Hampe et al., p. 495, text-fig. 5
 2007 *Phoebodus fastigatus* Ginter and Ivanov; Liao et al., p. 173, text-figs. 3a-3m

توصیف: تاج از ۵ دندان مجزا و یکسان با سطح مقطع دایره‌ای شکل تشکیل شده است. قاعده با سطح مقطعی ذوزنقه‌ای تا مستطیل شکل دارای حفرات یا کانال‌هایی است که نزدیک به حاشیه جلویی می‌باشند. **مقایسه:** گونه *Phoebodus fastigatus* دندان‌هایی با ابعاد یکسان، منحنی شکل و بدون تزئین، با سطح مقطع دایره‌ای شکل دارد. در نمونه یافت شده از برش میغان در پژوهش حاضر، دندان‌ها به طور کامل حفظ نشده‌اند و تنها ۲ دندان باقی مانده است.

گستره سنی: این گونه گستره‌ای از ژبوتین تا فرازین دارد. در برش میغان این گونه از گستره زیست پهنه‌های *timorensis-latifossatus/semialternanus* به دست آمده و نخستین گزارش این گونه از ایران است. *Icriodus arkonensis arkonensis*, *Icriodus regularicrescens* و *Polygnathus xylus xylus* از کنودونت‌های همراه موجود در این محدوده می‌باشند.

Ginter, p. 176, text-fig. 2d

2010 *Deihim mansureae* Ginter, Hairapetian and Klug; Hairapetian and Ginter, p. 362, text-fig. 3a

2011 *Deihim mansureae* Ginter, Hairapetian and Klug; Ginter et al., pp. 166, 169, text-fig 8a-8e, 11c

— **توصیف:** این گونه با داشتن ردیفی از برجستگی‌های کوچک در قسمت پشتی شناخته می‌شود و بر مبنای ویژگی‌هایی چون تعداد دندان‌های موجود در تاج، نسبت اندازه labio-lingual/mesio-distal، تقارن تاج و زاویه بین دندان‌ها، چهار مورفوتایپ از آن توسط گینتر و همکاران (Ginter et al., 2002) معرفی شده است. مورفوتایپ اول قاعده‌ای باریک‌تر، تاجی با قوس زیاد با دندان میانی مرتفع و ۲ دندان جانبی در هر دو طرف دارد (نمونه FUM#M232.2). مورفوتایپ دوم دارای قاعده‌ای طولیل‌تر و سه جفت دندان جانبی در دو طرف می‌باشد (نمونه FUM#M199.13). در مورفوتایپ سوم دندان میانی و دندان‌های جانبی اندازه تقریباً یکسانی دارند و دندان‌ها نسبت به مورفوتایپ اول کوتاه‌تر و ممکن است به صورت نامتقارن باشند. مورفوتایپ چهارم دندان میانی بزرگ‌تر و باریک‌تری دارد که ارتفاع آن تقریباً دو برابر دو دندان جانبی است.

— **گستره سنی:** این گونه از فامنین ایران (زیست‌پهنه *Early triangularis* تا *Early triangularis* Ginter et al., 2002; Hairapetian and Ginter, 2009) است. این گونه از برش میغان در زیست‌پهنه‌های *Middle-Upper triangularis*، *Lower crepida*-*Upper marginifera*، *Uppermost marginifera*-*Upper marginifera*، *Lower duplicata* و *trachytera*، *Lower expansa*، *Clydagnathus ormistoni*، *Neopolygnathus communis*، *Palmatolepis cf. rugosa* و *Icriodus cornutus* قابل تشخیص هستند.

Genus Dalmehodus Long and Hairapetian 2000

Type species: *Dalmehodus turnerae* Long and Hairapetian 2000

***Dalmehodus turnerae* Long and Hairapetian 2000**

Fig. 4C

Selected synonymy:

2000 *Dalmehodus turnerae* Long and Hairapetian, p. 219, text-figs. 6d, 6f, 6g
2011 *Dalmehodus turnerae* Long and Hairapetian; Ginter et al., p. 168, text-fig. 10h

2009 *Dalmehodus turnerae* Long and Hairapetian; Hairapetian and Ginter, pp. 179, 191, text-figs. 4A-B, 9A-B

— **توصیف:** ویژگی آشکار این گونه تاجی با ارتفاع کم، طولیل و دندان‌هایی هرمی شکل است. دندان‌ها دارای تزئیناتی با خطوط ستر می‌باشند که در هر دو طرف جلویی و پشتی دیده می‌شوند. این تزئینات تا رأس دندان‌ها ادامه یافته و شکلی نوک‌تیز به دندان‌ها داده است. این گونه دارای یک دندان میانی کمی بزرگ‌تر و بلندتر از دندان‌های جانبی می‌باشد. تاج به شکل کمانی از سه جفت دندان جانبی در دو سوی دندان میانی که به صورت متقارن قرار گرفته‌اند تشکیل شده است. قاعده در این گونه کوتاه و دارای روزنه‌های متعددی می‌باشد.

— **گستره سنی:** این گونه از فامنین پیشین تا پسین ایران و ارمنستان گزارش شده است (Hairapetian and Ginter, 2009; Ginter and Hairapetian, 2011). تنها یک عدد از این گونه در برش میغان از زیست‌پهنه *Lower expansa* و در همراهی با کنودونت‌های شاخص *Bispathodus stabilis*، *Neopolygnathus collinsoni* و *Polygnathus normalis* به دست آمده است.

شده است. در پژوهش حاضر نیز این گونه از زیست‌پهنه‌های *Lower rhenana*، *Middle-Upper triangularis*، *Lower Lower crepida*-*Upper marginifera*، *Middle-Upper* و *Uppermost marginifera*-*Upper trachytera*، *Lower expansa* شناسایی شده است. مهم‌ترین کنودونت‌های شاخص موجود در گستره این زیست‌پهنه‌ها در برش میغان شامل *Bispathodus stabilis*، *Clydagnathus ormistoni*، *Icriodus cornutus*، *Icriodus expansus*، *Icriodus iowaensis iowaensis*، *Polygnathus yazdii* و *Polygnathus krestovnikovi*، *Polygnathus nodocostatus* هستند.

Order Omalodontiformes Turner 1997

Genus Siberiodus Ivanov and Rodina 2004

Type species: *Siberiodus mirabilis* Ivanov and Rodina 2004

***Siberiodus mirabilis* Ivanov and Rodina 2004**

Fig. 3L

Selected synonymy:

1981 *Cladodus* sp. Janvier, p. 162, pl. 2, figs. a, c, f, h

2004 *Siberiodus mirabilis* gen. et sp. nov., Ivanov and Rodina 2004, pp. 86, 88, 90, text-figs. 3a-3l, figs. 4a-4f, figs. 5a-5b

2009 *Siberiodus mirabilis* Ivanov and Rodina; Hairapetian and Ginter, p. 176, text-fig. 2a-2c

— **توصیف:** تاج در نمونه کامل در برادرنده ۳ تا ۵ دندان جدا از هم و نامتقارن می‌باشد. دندان‌ها به طور کامل در نمونه‌ها حفظ نشده‌اند و شامل ۲ دندان با اندازه‌های نامساوی می‌باشد. این دندان‌ها دارای تزئیناتی به صورت خطوطی مستقیم هستند که به سمت جلو به طور کامل خم شده‌اند و یک زاویه ۱۸۰ درجه با قاعده می‌سازند. دندان‌ها سطح مقطعی دایره‌ای تا نیمه‌دایره‌ای دارند. قاعده از نمای پشتی گسترده شده و شامل کانال‌هایی است که به طور افقی کشیده شده‌اند و شیارهایی را تشکیل داده‌اند، اما در نمای جلویی گسترش نیافته است.

— **گستره سنی:** این گونه از زیست‌پهنه *Early triangularis-expansa* در فامنین روسیه (Ivanov and Rodina, 2004)، زیست‌پهنه *Triangularis* در فامنین پیشین و از برش چاهریسه در ایران مرکزی (Hairapetian and Ginter, 2009) و توالی فامنین پیشین ارمنستان (Ginter et al., 2011) گزارش شده است. این گونه در برش میغان از نمونه M188 (زیست‌پهنه *Lower rhenana* zone) به سن فوازین پسین و با جایگاه سنی قدیمی تری نسبت به دیگر مناطق یاد شده در بالا به دست آمده و تکمیل کننده داده‌های سنی قبلی از کرمان توسط ژانویه (Janvier, 1977) می‌باشد. لازم به یادآوری است کنودونت‌های همراه *Icriodus excavates*، *Icriodus expansus* و *Polygnathus krestovnikovi*، *Neopolygnathus communis*، گویای سن یاد شده برای این محدوده می‌باشند.

Cohort Euselachii Hay, 1902

Family Protacrodontidae Cappetta, Duffin and Zidek 1993

Genus Deihim Ginter, Hairapetian and Klug 2002

Type species: *Deihim mansureae* Ginter, Hairapetian and Klug 2002

***Deihim mansureae* Ginter, Hairapetian and Klug 2002**

Figs. 4A-4B

Selected synonymy:

2002 *Deihim mansureae* Ginter, Hairapetian and Klug, pp. 192, 217, 219, 223, 225, text-figs. 10, pl. 1, fig. r, pl. 2, fig. k, pl. 4, figs. f-g, j-m; pl. 5, figs. a-m

2009 *Deihim mansureae* Ginter, Hairapetian and Klug; Hairapetian and

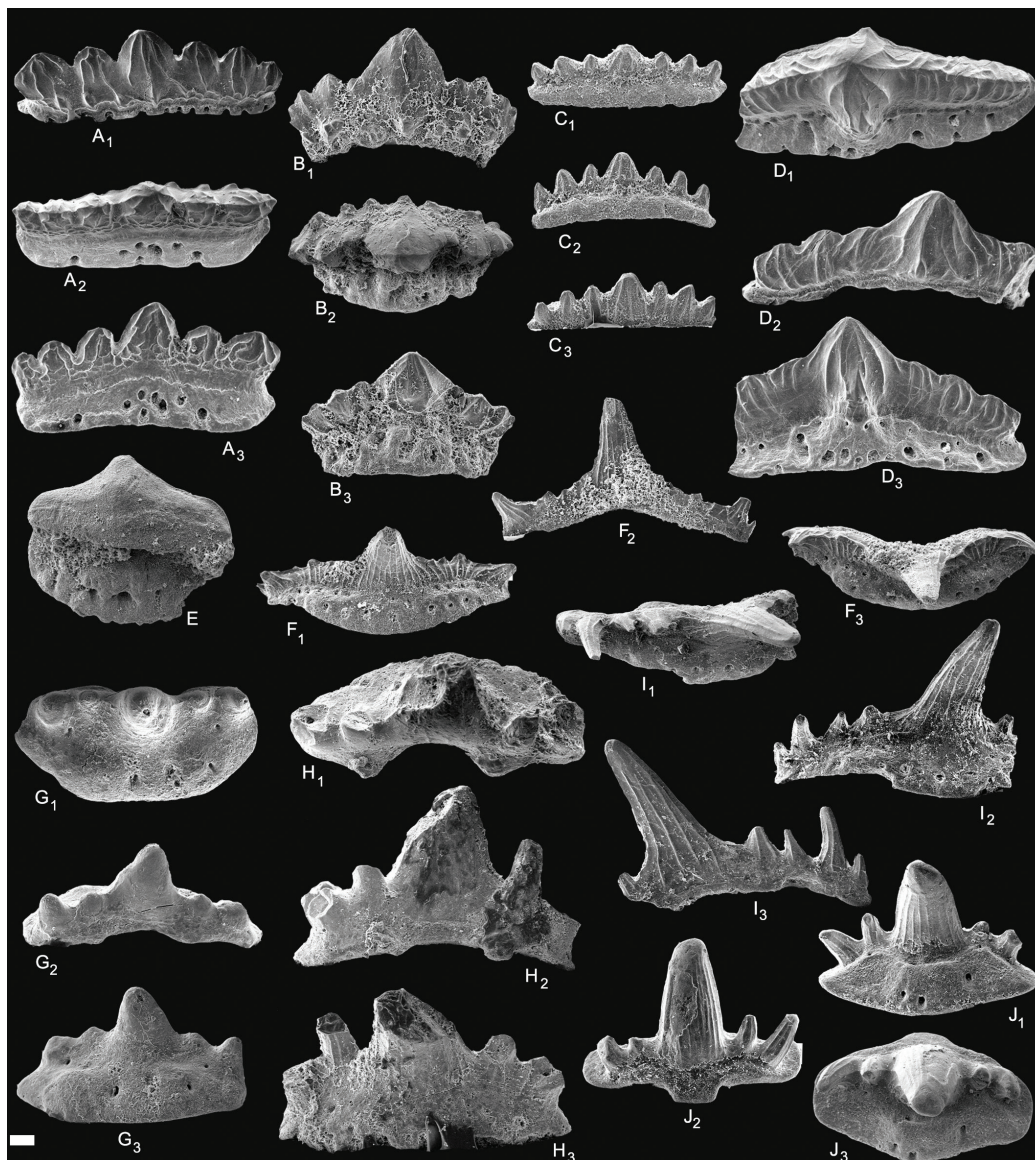


Figure 4: A-B. *Deihim mansureae* Ginter, Hairapetian and Klug 2002, sample M199, A1. labial view of FUM#M199.13, sample M199, A2. occlusal view of FUM#M199.13, sample M199, A3. lingual view of FUM#M199.13, sample M199, B1. labial view of FUM#M232.2, sample M232, B2. occlusal view of FUM#M232.2, sample M232, B3. lingual view of FUM#M232.2, sample M232; C. *Dalmehodus turnerae* Long and Hairapetian 2000, C1. occlusal view of FUM#M230.2, sample M230, C2. lingual view of FUM#M230.2, sample M230, C3. labial view of FUM#M230.2, sample M230; D. *Roongodus phijani* Hairapetian and Ginter 2009, D1. occlusal view of FUM#M220.12, sample 220, D2. labial view of FUM#M220.12, sample M220, D3. lingual view of FUM#M220.12, sample M220; E. *Lissodus lusavorichi* Ginter, Hairapetian and Grigoryan 2011, occlusal view of FUM#M243.4, sample M243, F-H. *Squatinaactis glabrum* Ginter 1999, F1. lingual view of FUM#M266.11, sample M266, F2. labial view of FUM#M266.11, sample M266, F3. occlusal view of FUM#M266.11, sample M266, G1. occlusal view of FUM#M227.1, sample M227, G2. labial view of FUM#M227.1, sample M266, G3. lingual view of FUM#M227.1, sample M227, H1. occlusal view of FUM#M209.2, sample M209, H2. Labial view of FUM#M209.2, sample M209, H3. lingual view of FUM#M209.2, sample M209; I. *Ctenacanthiformis* gen et sp. indet., I1. occlusal view of FUM#M267.14, sample M267, I2. lingual view of MFUM#M267.14, sample M267, I3. labial view of FUM#M267.14, Sample 267; J. *Stethacanthus resistens* Ginter 2002, J1. lingual view of FUM#M220B.4, sample M220, J2. labial view of FUM#M220B.4, sample M220, J3. occlusal view of FUM#M220B.4, sample M220 (Scale bar= 100 μ).

***Squatina glabrum* Ginter 1999**

Figs. 4F-4H

Selected synonymy:

2002 *Symmorium glabrum* Ginter; Ginter et al., p. 190, pl. 9, figs. A-K, p. 237, pl. 11, fig. d

2007 *Symmorium glabrum* Ginter; Randon et al., pp. 820, figs. 4 (7)

2009 *Squatina glabrum* Ginter; Hairapetian and Ginter, p. 187, text-fig. 8f

2010 *Squatina glabrum* Ginter; Hairapetian and Ginter, p. 366, fig. 5f

توصیف: تاج در نمونه FUM#M266.11 از یک دندان میانی بزرگتر و دندانهای جانبی در دو طرف آن تشکیل شده است. این دندانها به یکدیگر متصل بوده به طوری که فقط آخرین دندانها از دو طرف برآمدگی بیشتری داشته و دندانهای نزدیک به دندان میانی ارتفاع خیلی کمی دارند. دندانها به سمت جلو خم شدهاند و تزئیناتی به صورت خطوطی ظریف که تا رأس تاج ادامه یافتهاند، دارند. قاعده از نمای جلویی از دو برآمدگی یا دکمه جدا از هم تشکیل شده است که در دو طرف قسمت قاعده قرار گرفتهاند و روزنههایی اطراف آنها را پوشاندهاند. از نمای پشتی، یک فرو رفتگی در قسمت زیرین دندان میانی وجود دارد که حالتی قوسی به آن داده است (شکل ۴-F). نمونه FUM#M227.1 دارای تاجی با یک دندان میانی بزرگتر و دو جفت دندان جانبی در دو طرف آن می باشد. سطح دندانها صاف و بدون هیچ نوع تزئیناتی می باشد. دندان از بالا شکلی دوزنقه‌ای داشته و قاعده به صورت صفحه‌ای منحنی شکل به سمت جلو دارای دو دکمه یا برآمدگی می باشد که در دو طرف و نزدیک به حاشیه آن قرار دارند. این سطح با تعدادی روزنه که به صورت نامنظم در آن قرار گرفتهاند پوشیده شده است. از نمای پشتی نیز یک فرورفتگی در قسمت زیرین دندان میانی آن را به صورت منحنی در آورده است. قاعده در قسمت جلو به صورت عرضی طویل شده است و بیشتر در قسمت حاشیه دارای روزنههایی می باشد (شکل ۴-G). نمونه FUM#M209.2 نیز از یک دندان میانی و بزرگتر و دو جفت دندان جانبی در دو سمت آن تشکیل شده است. دندانها حفظ شدگی خوبی نداشته و شکسته شدهاند. این دندانها با خطوط ظریفی به صورت موازی تزئین شدهاند. قاعده به خوبی گسترش نیافته و فاقد برآمدگی می باشد. در این نمونه نیز، دو برآمدگی در نمای پشتی وجود دارد و قسمت زیرین دندان میانی حالتی مقعر داشته است (شکل ۴-H).

گستره سنی: این نمونه از فامنین ایران، ارمنستان، تایلند و شمال آفریقا گزارش شده است (Ginter, 2000; Ginter et al., 2002; Randon et al., 2007; Hairapetian and Ginter, 2009, 2010). این گونه در برش میغان نیز از نمونه M209 (زیست پهنه‌های Lower *crepida*-Upper *marginifera*) با سن فامنین پیشین - میانی، نمونه M227 (زیست پهنه Lower *expansa*) با سن فامنین پسین و نمونه M266 (زیست پهنه Lower *duplicata*) با سن تورنیزین پیشین یافت شده است. کنودونت‌های شاخص *Clydagnathus ormistoni*, *Icriodus cornutus*, *Neopolgnathus communis*, *Polygnathus inconcinus*, *Polygnathus inornatus*, *Polygnathus yazdii*, *Siphonodella sulcata* و *Siphonodella duplicata* به عنوان گونه‌های همراه با گونه *Squatina glabrum*، گویای زیست پهنه‌های یاد شده هستند.

Order Ctenacanthiformes Glikman 1964

***Ctenacanthiformes* gen. et sp. indet**

Fig. 4I

Selected synonymy:

2010 *Ctenacanthiformes* gen. et sp. Indet. Hairapetian and Ginter, p. 363, fig. 5e

Order Hybodontiformes (Maisey 1975)

Superfamily Hybodontoidae Zangerl 1981

Family Polyacrodontidae Glikman 1964

Genus *Roongodus* Hairapetian and Ginter 2009

Type species: *Roongodus phijani* Hairapetian and Ginter 2009

***Roongodus phijani* Hairapetian and Ginter 2009**

Fig. 4D

Selected synonymy:

2009 *Roongodus phijani* Hairapetian and Ginter, p. 181, text-fig. 5a-5f

توصیف: تاج در این دندان ظاهری هلالی و یکپارچه دارد و از یک دندان میانی بزرگتر با گسترش جلویی و دندانهای جانبی که به یکدیگر متصل شدهاند، تشکیل شده است. تزئینات شامل خطوط نامنظم و ستبری هستند که تا رأس دندانها کشیده شدهاند و در دو طرف نمای روبرو و پشتی قابل مشاهده می باشند. قاعده از نمای جلویی به شکل صفحه‌ای تقریباً هلالی می باشد که به صورت عرضی کوتاه و دارای روزنه‌های متعددی می باشد. نمونه یافت شده از M220 کامل نبوده و دارای شکستگی در دندانهای جانبی در سمت چپ می باشد.

گستره سنی: بنا بر نوشته هایر اپتیان و گینتر (Hairapetian and Ginter, 2009)، این گونه در ایران مرکزی گستره‌ای از زیست پهنه *rhomboidea* تا *Upper marginifera* دارد. در برش میغان این گونه در همراهی با کنودونت‌های *Icriodus cornutus*, *Polygnathus yazdii* و *Polygnathus nodocostatus*, *Polygnathus semicostatus* از زیست پهنه‌های *Uppermost marginifera*-*Upper trachytera* به دست آمده است.

Family Lonchidiidae Herman 1977

Genus *Lissodus* Brough 1935

Type species: *Hybodus africanus* Broom 1909

***Lissodus lusavorichi* Ginter, Hairapetian and Grigoryan, 2011**

Fig. 4E

Selected synonymy:

2002 *Lissodus* sp. Ginter, Hairapetian and Klug, p. 197, 223, text-fig. 12; pl. 4, figs. a-c

2011 *Lissodus lusavorichi* Ginter, Hairapetian and Grigoryan, p. 168, text-figs. 10e-10f

توصیف: دندان از تاجی گنبدی شکل با سطحی صاف و یک برآمدگی دندان مانند که به سمت جلو کشیدگی دارد تشکیل یافته است. نمونه از نمای روبرو دارای صفحه‌ای به شکل محدب و منحنی بوده که کانال‌هایی در قسمت حاشیه آن به طور منظم و منحنی قرار گرفتهاند.

گستره سنی: این گونه از زیست پهنه *expansa* در فامنین پسین ارمنستان گزارش شده است (Ginter et al., 2011). در برش میغان این گونه همراه با کنودونت‌های شاخص *Bispathodus aculeatus aculeatus*, *Bispathodus aculeatus plumulus* و *Bispathodus costatus* از نمونه M243 (زیست پهنه Middle-Upper *expansa*) به دست آمده است.

Order Squatinactiformes Zangerl 1981

Family Squatinactidae Cappetta Duffin and Zidek 1993

Genus *Squatina* Lund and Zangerl 1974

Type species: *Squatina caudispinatus* Lund and Zangerl 1974

دندان جانبی می‌باشد. دندان میانی بزرگ‌تر و ستبرتر از دندان‌های جانبی است و خارجی‌ترین دندان‌ها با زاویه بیشتری نسبت به دندان میانی قرار گرفته‌اند. قاعده مقطعی عدسی شکل داشته و به طور جانبی طولیل شدگی دارد. ستبرشدگی قاعده به سمت حاشیه جانبی کمتر می‌شود و حالتی هرمی شکل به آن می‌دهد. از نمای بالایی برجستگی دکمه مانند و عدسی شکلی هم راستا با دندان میانی در قاعده وجود دارد که روزنه‌هایی در اطراف آن تشکیل شده است. شکل این برجستگی متناسب با برآمدگی موجود در قسمت پشتی و پایینی دندان میانی می‌باشد. هر چقدر این برجستگی به طور جانبی طولیل تر باشد، برآمدگی بزرگ‌تر و هر قدر بیضوی تر باشد برآمدگی کوتاه‌تر می‌شود (Ginter, 2002). در نمونه موجود شکل بیضوی برجستگی دکمه مانند برآمدگی کوتاه‌تری را در قسمت پشتی تشکیل داده است (شکل ۴-۱۲). تزئینات شامل خطوط ظریف و باریکی روی دندان‌ها می‌باشد که از نمای پشتی و جلویی قابل مشاهده می‌باشند.

– **مقایسه:** تفاوت این گونه با *Stethacanthus thomasi* در تعداد دندان‌های جانبی می‌باشد که در گونه *Stethacanthus thomasi* تعداد این دندان‌ها بیشتر و گاهی در دو طرف متفاوت می‌باشند، اما در گونه *Stethacanthus resistens* حداکثر دو دندان در هر دو طرف وجود دارد (Ginter, 2002).

– گستره سنی: این گونه از فرازین پسین - فامنین پیشین لهستان (زیست پهنه *linguiformis-crepida*) گزارش شده است (Ginter, 2002). در برش میغان، گونه مورد نظر همراه با کنودنت‌های شاخصی همچون *Icriodus cornutus* و *Palmatolepis glabra pectinata*, *Polygnathus nodocostatus* و *Polygnathus semicostatus* در نمونه M220 (زیست پهنه Uppermost marginifera-Upper trachytera) به سن فامنین میانی شناسایی شده است.

– **توصیف:** تاج از یک دندان بزرگ‌تر و ۴ دندان جانبی از یک سمت تشکیل شده است. در سمت دیگر دندان‌ها به خوبی حفظ نشده‌اند و فقط یک دندان باقی مانده است. دندان‌ها با خطوط تقریباً ستبری تزئین شده‌اند. دندان بزرگ‌تر در قسمت قاعده ستبرتر بوده و در مقطع عرضی بیضوی می‌باشد.

– **گستره سنی:** نمونه‌ای مشابه با این جنس توسط هایراپتیان و گینتر (Hairapetian and Ginter, 2010) از فامنین ایران مرکزی در برش کال سردر معرفی شده است. تنها یک دندان از نمونه M267 (زیست پهنه Upper *duplicata*-Upper *crenulata* *isostica*) با سن تورنیزین در برش میغان شناسایی شده است.

Order Symmoriiformes Zangerl 1981

Family Symmoriidae Dean 1909

Genus *Stethacanthus* Newberry 1889

Type species: *Physonemus altonensis* St. John and Worthen, 1875

Stethacanthus resistens Ginter 2002

Fig. 4J

Selected synonymy:

1996 *Stethacanthid?* Ginter and Ivanov, p. 268, pl. 8, figs. 5c-5d

2000 *Stethacanthus* sp. Ginter, p. 377, figs. 7b-7g

2002 *Stethacanthus resistens* Ginter, p. 331, figs. 2A-2J, p. 332, figs. 3A-3B, p. 333, figs. 4C-4I

– **توصیف:** تاج از ۵ دندان تشکیل شده است که شامل یک دندان میانی و دو جفت

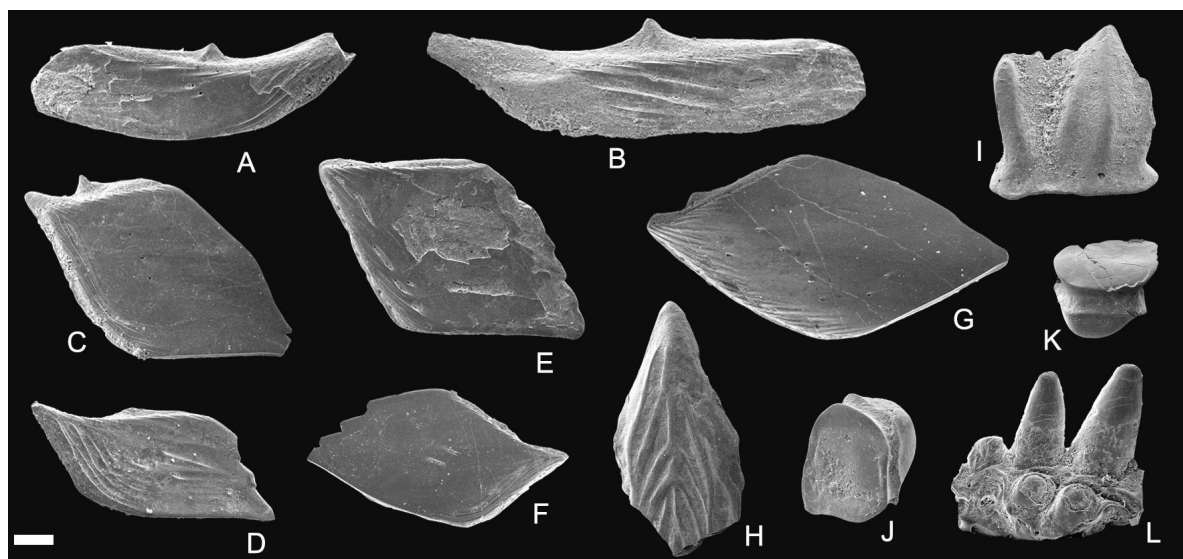


Figure 5: A-B. Actinopterygian scales, A. occlusal view of FUM#M227.4, sample M230, B. occlusal view of FUM#M230.3, sample 230, C-G. Actinopterygian scales, C. occlusal view of FUM#M227.3, sample M227, D. occlusal view of FUM#M220B.7, sample 220B, E. occlusal view of FUM#M227.2, sample M227, F. occlusal view of FUM#M220B.6, sample M220B, G. occlusal view of FUM#M220B.5, sample M220B; H. Osteichthyan scale, occlusal view of FUM#M202.12, sample M220; I. Chondrichthyan scale, lateral view of FUM#M220B.8; J-K *Acanthodus* sp. Wang and Turner 1985, J. lateral view of FUM#M202.13, sample M202, K. lateral view of FUM#M205.4, sample M205; L. Actinopterygian denticle, Lateral view of FUM#M227.6, sample M227 (Scale bar= 200 μ).

۵- نتیجه گیری

این گونه از ژبوتین ایران است. گونه *Siberodus mirabilis* نیز در برش میغان سنی معادل با فرازین پسین دارد که مطابق با داده‌های قدیمی از کرمان بوده، درحالی که به تازگی از توالی فامنین ایران مرکزی، ارمستان و روسیه گزارش شده بود.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی شماره ۴۹۷۵۷/۳ دانشگاه فردوسی مشهد است. نگارندگان بدین وسیله از زحمات ارزشمند معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد برای حمایت‌های همه جانبه از این پژوهش سپاسگزاری می‌نمایند. همچنین از داوران ارجمندی که با نظرات ارزشمند خود بر غنای محتوای این مقاله افزودند، صمیمانه قدردانی می‌نمایند.

اجتماعی از قطعات میکروسکوپی ماهیان کندریکتین شامل دندان‌های *Phoebodons*، *Protacrodontids*، *Cladodonts*، فلس‌های کوسه‌ماهیان و دندان‌های مخروطی ماهیان اکتینوپتریژین با تنوع و فراوانی کم از نهشته‌های کربناته سازند خوش‌ییلاق در برش میغان شناسایی و بررسی شده است. همانند یافته‌های پیشین گینتر و همکاران (Ginter et al., 2002) از شمال گندوانا، حضور این ریز قطعات از ماهیان کندریکتین گویای رسوب‌گذاری در آب‌هایی با ژرفای کم در حاشیه قاره می‌باشد. بقایای میکروسکوپی ماهیان کندریکتین همراه با کنودونت‌هایی یافت شده‌اند که سنی معادل ژبوتین تا تورنیزین پیشین را نشان می‌دهند، ضمن این که در فامنین بیشترین فراوانی را داشته‌اند. گونه *Phoebodus fastigatus* تنها نمونه‌ای بوده که در نهشته‌های کربناته زیرین معادل با محدوده سنی ژبوتین پیشین تا میانی وجود داشته و نخستین گزارش

کتابنگاری

- شهرابی، م.، ۱۳۶۹، نقشه زمین‌شناسی گرگان، مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰۰. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- زمانی پدram، م.، کریمی، ح.ر.، ۱۳۸۵، نقشه زمین‌شناسی علی‌آباد، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- پرویزی، ط.، بهرامی، ع.، کایسر، س.، کونیکشوف، پ.، ۱۳۹۸، زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های دونین پایانی - کربونیفر آغازین در برش میغان، شمال شرق شاهرود، البرز شرقی. پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، سال سی و پنجم، شماره پیاپی ۷۵، شماره دوم، ۴۹-۷۲. <https://doi.org/10.22108/jssr.2019.116489.1094>.
- پرویزی، ط.، بهرامی، ع.، کایسر، س.، کونیکشوف، پ.، ۱۳۹۹، زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های دونین پایانی - کربونیفر آغازین در برش تیل‌آباد، شمال شرق شاهرود، البرز شرقی. پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، سال سی و ششم، شماره پیاپی ۷۸، شماره اول، ۸۹-۱۱۴. <https://doi.org/10.22108/jssr.2020.119411.1120>.

References

- Aharipour, R., Moussavi, M.R., Mosaddegh, H., and Mistiaen, B., 2010. Facies features and paleoenvironmental reconstruction of the Early to Middle Devonian syn-rift volcano-sedimentary succession (Padeha Formation) in the Eastern-Alborz Mountains, NE Iran, *Facies*, 56, 279-294. <https://doi.org/10.1007/s10347-009-0200-x>.
- Alvaro, J.J., Ghobadi-Pour, M., Sanchez-Garcia, T., Kebria-ee Zadeh, M.R., Hairapetian, V., and Popov, L.E., 2022. Stratigraphic and volcanic signatures of Miaolingian-Late Ordovician rift pulses in the Alborz Mountains, northern Iran, *Journal of Asian Earth Sciences*, 233 (105240): 1-25. <https://doi.org/10.1016/j.jseae.2022.105240>.
- Ashouri, A.R., 2004. Late Devonian and Middle-Late Devonian Conodonts from Eastern and Northern Iran. *Revista Española de Micropaleontología*, 36 (3), 355-365.
- Bagheri, S., and Stampfli, G.M., 2008. The Anarak, Jandaq and Posht-e-Badam metamorphic complexes in central Iran: new geological data, relationships and tectonic implications, *Tectonophysics*, 451 (1-4), 123-155. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2007.11.047>.
- Blicek, A., Golshani, F., Goujet, D., Hamdi, A., Janvier, P., Mark-Kurik, E., and Martin, M., 1980. A new vertebrate locality in the Eifelian of the Kush-Yeilagh Formation, eastern Alborz, Iran. *Palaeovertebrata.*, 5, 133-154.
- Bozorgnia, F., 1973. Paleozoic foraminiferal biostratigraphy of central and east Alborz Mountains, Iran. National Iranian Oil Company, Geological Laboratories., Tehran, 4, 1-185.
- Broom, R., 1909. The fossil fishes of the upper karoo beds of south Africa, *Annals of South African Museum*, 7, 251-269.
- Brough, J., 1935. On the structure and relationships of the hybodont sharks. *Memoirs and Proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society*, 79, 35-49.
- Cappetta, H., Duffin, C., and Zidek, J., 1993. Chondrichthyes. In: Benton, M.J. (ed.), *The Fossil record 2*. Chapman and Hall, London, p. 593-609.
- Dean, B., 1909. Studies on fossil fishes (sharks, chimaeroids and arthrodires), *Memoirs of the American Museum of Natural History*, Part V, 9, 211-287.

- Derycke, C., 2005. Microrestes de vertébrés du Paléozoïque supérieur de la Manche au Rhin. Publication de la Société Géologique du Nord, 33, 1-363.
- Derycke, C., Blicq, A., and Turner, S., 1995. Vertebrate microfauna from the Devonian/Carboniferous boundary stratotype at La Serre, Montagne Noire (Hérault, France). *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, 17, 461-485.
- Ginter, M., 1990. Late Famennian shark teeth from the Holy Cross Mts, central Poland. *Acta Geologica Polonica*, 40, 69-81.
- Ginter, M., 1995. Ichthyoliths and Late Devonian events in Poland and Germany. In: Turner, S., (ed.), *Ichthyolith Issues, Special Publication*, 1, 23-30.
- Ginter, M., 1999. Famennian-Tournaisian chondrichthyan microremains from the eastern Thuringian Slate Mountains, *Abhandlungen und Berichte für Naturkunde*, 21, 25-47.
- Ginter, M., 2000. Late Famennian pelagic shark assemblages. *Acta Geologica Polonica*, 50, 369-386.
- Ginter, M., 2001. Chondrichthyan biofacies in the Late Famennian of Utah and Nevada. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 21, 714-729. [https://doi.org/10.1671/0272-4634\(2001\)021\[0714:CBITLF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1671/0272-4634(2001)021[0714:CBITLF]2.0.CO;2).
- Ginter, M., 2002. Chondrichthyan fauna of the Frasnian-Famennian boundary beds in Poland. *Acta Palaeontologica Polonica* 47 (2): 329-338.
- Ginter, M., 2004. Devonian sharks and the origin of Xenacanthiformes. In: Arratia, G., Wilson, M.V.H., and Cloutier, R., (eds.), *Recent advances in the origin and early radiation of vertebrates*. Hans-Peter Schultze, p. 473-486.
- Ginter, M., and Ivanov, A., 1992. Devonian phoebodont shark teeth, *Acta Palaeontologica Polonica*, 37, 55-75.
- Ginter, M., and Ivanov, A., 1996. Relationships of Phoebodus. *Modern Geology*, 20, 263-274.
- Ginter, M., and Ivanov, A., 2000. Stratigraphic distribution of chondrichthyans in the Devonian on the east European Platform margin, *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 223, 325-339.
- Ginter, M., and Turner, S., 1999. The early Famennian recovery of phoebodont sharks, 49 (2), 105-117.
- Ginter, M., Gouwy, S., and Goolaerts, S., 2017. A classic Late Frasnian chondrichthyan assemblage from southern Belgium, *Acta Geologica Polonica*, 67 (3), 381-392. <https://doi.org/10.1515/agp.2017.0017>.
- Ginter, M., Hairapetian, V., and Grigoryan, A., 2011. Chondrichthyan microfossils from the Famennian and Tournaisian of Armenia, *Acta Geologica Polonica*, 61 (2), 153-173.
- Ginter, M., Hairapetian, V., and Klug, C., 2002. Famennian chondrichthyans from the shelves of North Gondwana. *Acta Geologica Polonica*, 52, 169-215.
- Glikman, L.S., 1964. Subclass Elasmobranchii: Sharks. In: Obruchev, D.W. (ed.), *Osnovy Paleontologii*, Moscow, 196-237.
- Goujet, D., and Janvier, P., 1984. Un nouvel horizon à vertébrés dans la couple-type de la formation de Khosh-Yeilagh (Devonien moyen), Alborz oriental, Mazandaran, Iran. 17, 245-250.
- Habibi, T., and Ginter, M., 2011. Early Carboniferous chondrichthyans from the Mobarak Formation, Central Alborz Mountains, Iran. *Acta Geologica Polonica*, 61 (1), 27-34.
- Hairapetian, V., and Ginter, M., 2009. Famennian chondrichthyan remains from the Chahrish section, central Iran, *Acta Geologica Polonica*, 59 (2), 173-200.
- Hairapetian, V., and Ginter, M., 2010. Pelagic chondrichthyan microremains from the Upper Devonian of the Kale Sardar section, eastern Iran, *Acta Geologica Polonica*, 60 (3), 357-371.
- Hairapetian, V., Blom, H., and Turner, S., 2016. Early Frasnian Thelodont scales from central Iran and their implications for Turiniid taxonomy, systematic and distribution, *Journal of Vertebrate Paleontology*, 36 (3), 1-17. <https://dx.doi.org/10.1080/02724634.2016.1100632>.
- Hamdi, B., and 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.
- Hampe, O., Aboussalamz, S., and Beckerr, T., 2004. Omalodus teeth (Elasmobranchii: Omalodontida) from the northern Gondwana margin (middle Givetian: ansatus conodont Zone, Morocco). In: Arratia, G., Wilson, M.V.H., and Cloutier, R., (eds.), *Recent advances in the origin and early radiation of vertebrates*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, Germany, 487-504.
- Hay, O.P., 1902. Bibliography and catalogue of the fossil vertebrata of North America. *US Geological Survey Bulletin*, 179, 1-868.
- Huxley, T.H., 1880. *A manual of the anatomy of vertebrate animals*, D. Appleton, New York, NY, 431 p.
- Ivanov, A., and Plax, D., 2018. Chondrichthyans from the Devonian-Early Carboniferous of Belarus. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 67 (1), 43-58. <https://doi.org/10.3176/earth.2018.03>.
- Ivanov, A., and Rodina, O., 2004. A new omalodontid-like shark from the Late Devonian (Famennian) of western Siberia, Russia. *Fossils and Strata*, 50, 82-91.

- Jaekel, O., 1921. Die Stellung der Paläontologie zu einigen Problemen der biologie und Phylogenie. 2. Schädel probleme. Paläontologische Zeitschrift, 3, 213–239.
- Janvier, Ph., 1981. Late Devonian fishes from central Iran. Part I: Dipnoi and elasmobranchi. Geological Survey of Iran. Report 49, 155–166.
- Janvier, Ph., 1977. Les poissons dévoniens de l'Iran central et de l'afghanistan. Mémoires de la Société Géologique de France, 8, 277–289.
- Liao, J.C., Ginter, M., and Valenzuela-Rios, J.I., 2007. Chondrichthyan microremains from the Givetian of the Aragonian Pyrenees (Spain), Buletin de la Société Géologique de France, 178, 171-178. <https://doi.org/10.2113/gssgfbull.178.3.171>.
- Long, J.A., and Hairapetian, V., 2000. Famennian microvertebrates from the Dalmeh area, central Iran, Records of the Western Australian Museum, Supplement, 58, 211–221.
- Lund, R., and Zangerl, R., 1974. Squatinactis caudispinatus, a new elasmobranch from the upper Mississippian of Montana, Annals of Carnegie Museum, 45, 43–54.
- Maisey, J.G., 1975. The interrelationships of phalacanthous selachians. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte. 9, 553–567.
- Maisey, J.G., 2001. CT-scan reveals new cranial features in Devonian chondrichthyan “Cladodus” wildungensis, Journal of Vertebrate Palaeontology, 21, 807–810.
- Miller, R.F., Cloutier, R., and Turner, S., 2003. The oldest articulated chondrichthyan from the Early Devonian period, Nature, 425, 501-504.
- Newberry, J.S., 1889. The Paleozoic fishes of North America. U.S. Geological Survey, Monograph, 16, 1–340.
- Parvizi, T., Bahrami, A., Kaiser, S., and Koenigshof, P., 2019. Biostratigraphy of the Upper Devonian-Lower Carboniferous deposits in Mighan section, northeast Shahrood, Eastern Alborz. Journal of Stratigraphy and Sedimentary Researches, 75 (2), 49-72. <https://doi.org/10.22108/jssr.2019.116489.1094>. (In Persian).
- Parvizi, T., Bahrami, A., Kaiser, S., and Koenigshof, P., 2020. Biostratigraphy of the Upper Devonian–Lower Carboniferous deposits in Til-Abad section, northeast Shahrud, Eastern Alborz. Journal of Stratigraphy and Sedimentary Researches, 78 (1), 89-114. <https://doi.org/10.22108/jssr.2020.119411.1120>. (In Persian).
- Parvizi, T., Bahrami, A., Königshof, P., and Kaiser, S., 2022. Conodont biostratigraphy of Upper Devonian–Lower Carboniferous deposits in eastern Alborz (Mighan section), North Iran. Palaeoworld, 31 (1), 69-85.
- Randon, C., Derycke, C., Blicke, A., Perri, M.C., and Spalletta, C., 2007. Late Devonian – Early Carboniferous vertebrate micro remains from the Carnic alps, northern Italy. Geobios, 40, 809–826. <https://doi.org/10.1016/j.geobios.2007.02.004>.
- Ruban, D.A., Al-Husseini, M.I., and Iwasaki, Y., 2007. Review of Middle East Paleozoic plate tectonics, GeoArabia, 12, 35–56. <https://doi.org/10.2113/geoarabia120335>.
- Sengör, A.M.C., 1990. A new model for the late Palaeozoic-Mesozoic tectonic evolution of Iran and implications for Oman, In, Robertson, A.H.F., Searle, M.P., and Ries, A.C., (eds.), The Geology and Tectonics of the Oman Region, Geological Society of London, Special Publication, 49, 797-831. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1992.049.01.4>.
- Shahrabi, M., 1990. Geological Map of Gorgan, scale 1:250000. Geological Survey of Iran. (In Persian).
- St. John, O., and Worthen, A.H., 1875. Description of fossil fishes, Geological Survey of Illinois, Paleontology, 6, 245–488.
- Stampfli, G.M., Hochard, C., Verard, C., Wilhem, C., and von Raumer, J., 2013. The formation of Pangea, Tectonophysics 593, 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2013.02.037>.
- Stöcklin, J., 1968. Structural history and tectonics of Iran: A review. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 52, 1229-1258.
- Stöcklin, J., 1974. Possible ancient continental margins in Iran. In: Burk, C.A., and Drake, C.L., (eds), The geology of continental margins. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, p. 873-887.
- Turner, S., 1982. Middle Paleozoic elasmobranch remains from Australia, Journal of Vertebrate Paleontology, 2, 117–131.
- Turner, S., 1997. “Dittodus” species of Eastman 1899 and Hussakof and Bryant 1918 (Mid to Late Devonian). Modern Geology, 21, 87–119.
- Turner, S., and Janvier, Ph., 1979. Middle Devonian Thelodonti (Agnatha) from the Khush-Yeilagh Formation, North-East Iran, Geobios, 12 (6), 889-892.
- Van Der Laan, R., 2019. Family-group names of fossil fishes. European Journal of Taxonomy, 466: 1–167. <https://doi.org/10.5852/ejt.2018.466>.
- Wendt, J., Kaufmann, B., Belka, Z., Farsan, N., and Bavandpur, A. K., 2005. Devonian/Lower Carboniferous stratigraphy, facies patterns and palaeogeography of Iran. Part II. Northern and central Iran, Acta Geologica Polonica, 55 (1), 31–97.
- Yazdi, M., and 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.

Zamani Pedram, M., Karimi, H.R., 2006. *Geological Map of Aliabad, scale 1:100000. Geological Survey of Iran. (In Persian).*

Zangerl, R., 1981. Chondrichthyes I: Paleozoic Elasmobranchii. In: Schultze, H.P. (ed.), *Handbook of Paleoichthyology*, 3A. G. Fischer Verlag, Stuttgart, 1-115.