

## Original Research Paper

# Fusulinids biostratigraphy of Zaladou formation (Gzhelian-Asselian) from Central Iran (Ozbak Kuh), Shishtu section

Ali Jalali<sup>1</sup>, Hamed Yarahmadzahi<sup>1,2\*</sup>, Mehran Arian<sup>1</sup>, Abdollah Saidi<sup>3</sup>, and Seyed Mohsen Aleali<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Earth Sciences, Faculty of Basic Sciences, Tehran Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Department of Geology, Earth Sciences Research Center, Zahedan Branch, Islamic Azad University, Zahedan, Iran

<sup>3</sup> Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

## ARTICLE INFO

### Article history:

Received: 2022 May 18

Accepted: 2022 August 20

Available online: 2023 June 22

### Keywords:

Biostratigraphy

Fusulinids

Zaladou formation

Central Iran

## ABSTRACT

The Shishtu section is located in the north of Tabas Ghezelin and Asselian sequences of Zaladou formation with 60 m thickness are divided into five units, includes sandstone, limestone, shale, sandy limestone and limestone. The lower boundary of the Gzhelian deposits with disconformity on top of the Moscovian deposits of the Abshani formation. The upper boundary of these deposits with the Tighe-Madanou formation is continuous. The assemblages of fusulinids in the Shishtu section such as *Ruzhenzevites-Rauserites-Triticites* are identified in the upper part of Gzhelian previously reported from equal deposits in Darvaz, Fergana, Southern Urals, Donetsk and Carnic of Alps, as well as, Central Iran, Central Alborz and Sanandaj-Sirjan zones. Also, different species of *Sphaeroschwagerina*, *Pseudoschwagerina* and *Likharevites*, which illustrate the Asselian age, represent the Carboniferous-Permian boundary in the studied section and allow for comparability with other structural-sedimentary zones of Iran, including Central Iran, Central Alborz (Doroud Group) and Sanandaj-Sirjan zone. This equivalence expresses the transgressive of sea level in different parts of Iran in the late Carboniferous and early Permian periods. In Shishtu section 15 genera, 35 species and 2 subspecies of Fusulins have been identified, some of which are reported for the first time from Iran.

## 1. Introduction

Late Carboniferous and Early Permian deposits in central Iran show various differences from other deposits of the same age in Iran in terms of lithology and facies (Yarahmadzahi, 2011). The lithology characterized by sequences of conglomerate, shale, sandstone, calcareous sand, limestone, and intercalation of dolomite. The fusulinid foraminifera are the characteristic fossil

groups of the Carboniferous-Permian and have been commonly found in carbonates and other marine facies lithologies. Fusulinids show diverse and fast evolutionary patterns, in addition to their easy to identify in the outcrops subsurface sequences. They also have great implications in the upper Palaeozoic stratigraphy. For instance, fusulinids have been used to compile the international

\* Corresponding author: Hamed Yarahmadzahi; E-mail: hamed.yarahmadzahi@gmail.com

### Citation:

Jalali, A., Yarahmadzahi, H., Arian, M., Saeidi, A., Aleali, S. M., 2023. Fusulinids biostratigraphy of Zaladou formation (Gzhelian-Asselian) from Central Iran (Ozbak Kuh), Shishtu section. Scientific Quarterly Journal, GEOSCIENCES, 33(2), 128, 283-298. <https://doi.org/10.22071/gsj.2022.341732.1998>.

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

doi: 10.22071/GSJ.2022.341732.1998

 dor: 20.1001.1.10237429.1402.33.2.1.0



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

scale of Carboniferous time scale and to determine the boundaries of Tethyan paleobiogeography in Permian. The scale used in this research is based on the Late Carboniferous and Permian time scale of the Western Tethys (Leven and Gorgij, 2009). The late Pennsylvanian includes the Kasimovian and Gzhelian rocks, and the early Permian (Cisuralian) includes the Uralian and Darvasian series. The Uralian series includes the Asselian and Sakmarian rocks. A systematic study was carried out to identify as well as the evolutionary trends of small foraminifers and fusulinids in the Carboniferous-Permian boundary beds of the Shishtu section, east-central Iran.

The central Iran was particularly focused by the geoscientists since the beginning of 20th century. Due to several reasons such as unfavorable weather, lack of security and remoteness of the sections from large population centers, only few studies have been done in comparison to those of the Alborz, Zagros and Kope Dag. Fortunately, during recent decades, articles have been published that have provided us new information about Central Iran fusulinids, namely Kahler (1974) who studied the fusulinid limestones of Sardar Formation in Zaladou section; Gorgij (2002) has examined the biological and sequence stratigraphy of the Carboniferous sediments of the Kalmard area in the Shah-Kamali, Madbiki and Gachal sections in his doctoral thesis; Taheri (2002) introduced a member named Zaladou in the uppermost part of the Sardar Formation in his doctoral thesis based on the content of the biozones and the foraminifera found, he proposed a Gzhelian-Asselian age for the detrital sequences of this member in his doctoral thesis; Leven and Taheri (2003) investigated the Zaladou section and suggested a Late Carboniferous and Early Permian age for this sequence; Leven and Gorgij (2006, 2007, 2008, 2009, 2011a,b) studied several sections based on fusulinids in the Carboniferous and Permian sequences of Central Iran and Sanandaj-Sirjan; Geatani et al. (2009) described fusulinids species and their host rocks in central and eastern Alborz; Yarahmadzahi et al. (2015) have studied the Pre-Permian micro-foraminifera (Sakamarine) in the south of Lut Block (Sarab section); Yarahmadzahi and Vachard (2018) have studied the stratigraphy and microforaminifers of the Late Carboniferous (Gzhelian)-Early Permian (Asselian-Sakmarine) in the Ozbak kuh area; Yarahmadzahi and Vachard (2019) analyzed micro-foraminifera of Moscovian-Asselian age in the Asadabad section of the Sanandaj-Sirjan zone in central Iran; Leven and Yarahmadzahi (2020) comprehensively studied the fossils of the earlier Permian (Asselian) of Emarat formation in Gaduk section which is located in Central Alborz; Jalali et al. (2021) have provided new information about the Rectogordius compaction zone with the Late Carboniferous age (Gzhelian) by examining the Zaladou formation in the Shishtu section (Tabas Block).

The main purpose of this research is to accurately identify

fusulinid taxa of late Carboniferous and early Permian to outline the stratigraphic distribution of identified taxa in the Zaladou formation. Furthermore, illustrate the evolutionary trends of early Permian foraminifers and their relationship with late Carboniferous foraminifers, as well as, present a detailed lithostratigraphic units of the Zaladou formation in Shishtu section. During this study the correlation and lithology of late Carboniferous (Gzhelian) and early Permian (Asselian) deposits in Central Iran are comparable with other regions of Iran.

## 2. Research methodology

Based on satellite images and geological maps best and detailed Shishtu outcrop have been chosen, systematic sampling has been done from limestone beds of Zaladou formation. Samples were prepared for small (2.5\*7.5 Cm) and large sized (10\*15 Cm) thin sections. Thin sections were studied by "Levitz Wetzlar (Laborlux 11 pol)" microscope, and microphotographs were taken with a Nikon digital camera mounted on Leitz Wetzlar (Laborlux 11 pol) microscope in the laboratory of the university and "Superior Statistical Analysis Pro" (version 9.0 of LIMDEP, 2008) software used for imagery. Stratigraphic logs were drawn by Corel Draw (version 18). The earlier geological maps (scales 1:250K and 1:100K) were modified and redrawn within Arc GIS software (Arcgis 10.3) and satellite images were processed in Global Mapper version 21 software.

## 3. Results

The thickness of Zaladou formation in the Shishtu section is about 60 meters, based on detailed field studies, and divided into five rock units in an ascending order (Figures 2 and 3). The boundary at the base of Zaladou formation in the research area marks an erosional disconformity with the green lithologies of shale and sandstone of Absheni formation, of Moscovian age. It gradationally overlaid by dolomites of Tighe-Madanoue formation.

On the basis of stratigraphic distribution of fusulinids in Shishtu section, two assemblage zones were identified, (Plate 1-3). *Ruzhenzevites-Rauserites-Triticites* Assemblage zone has been identified from samples 28 to 50, in the upper parts of unit 3 to the middle part of unit 5, (Figures 4 and 5). The most notable is the diversity of *Rauserites*, *Ruzhenzevites*, and *Triticites* genera, which suggest a Late Carboniferous age (Gzhelian). *Pseudoschwagerina-Likharevites* Assemblage zone is known from samples 51 to 56 in the upper parts of Unit 5, (Figures 4 and 5). The significant feature of the biozone is the diversity of *Pseudoschwagerina* and the presence of *Ruzhenzevites*, *Sphaeroschwagerina* and *Likharevites* species. The representative species of these genera in most of the Iran structural zones (Central Iran, Alborz and Sanandaj-Sirjan)

shown Asselian age (Figure 6). Distribution of fusulinids and index fusulinids in Shishtu section represented in Figures 4 and 5. Faunal comparisons of Zaladou, Anark, Asadabad and Central Alborz sections with Shishtu section displayed in Figure 6.

#### 4. Discussions

Fusulinids from most structural-sedimentary zones of Iran with Carboniferous-Permian age have been well studied and identified, except the Kasimovin fusulinids. In the description of Late Carboniferous (Gzhelian) fusulinids of Iran, it should be noted that compare to European platform the identified species from Iran shows less diverse (Leven and Gorgij, 2011a,b). A large number of fusulinids identified in the Shishtu section belong to the *Rauserites*, *Triticites*, *Ruzhenzevites*, *Schwageriniformis* genera, and have common taxa with the material found in the northern Tethys basin. In the studies conducted by Leven and Gorgij (2011a,b) in the different sedimentary structural zones of Iran, besides the above-mentioned taxa, *Ultradaxina*, *Schellwieneria*, *Anderssonites* and *Likharevites* were also found in the Yazd block. In other blocks, the stratigraphic intervals either lack these genera or other fusulinids appear. In the early Permian, a large number of spherical to semi-spherical fusulinids with large and bulky twists are related to the genera *Sphaeroschwagerina*, whose occurrence indicates the base of Asselian, as well as other genera such as *Likharevites*, *Dutkevitchia*, *Quasifusulina*, *Pseudofusulinoides*, *Ruzhenzevites* and *Pseudoschwagerina*, but the genus *Likharevites* appears at the end of the Gzhelian and quickly disperses in the Asselian. In the upper part of Asselian, *Likharevites* is replaced by other genera. These forms were known as *Paraschwagerina* in the past. Considering the independent and reliable origin of *Paraschwagerina* from the Americas, Leven and Gorgij, (2011a,b) are of the opinion that the said these should be assigned to a genus of *Likharevites* or to other genus. The genus *Pseudoschwagerina* appears in higher parts than the genera *Sphaeroschwagerina* and *Likharevites* and they are also included in the Sakmarian. The genera *Quasifusulina* and *Ruzhenzevites*, often seen in Asselian strata, were also present

in the Gzhelian layers, while *Pseudofusulinoides* are only restricted to Asselian.

#### 5. Conclusion

In general, the following results have been obtained by studying the sediments of the Shishtu section in the Ozbak kuh region:

- The thickness of the studied sequence in the Shishtu section is 60 meters, which is divided into five rock units. The Zaladou formation in this region contain sandstone, calcareous sandstone, shale, sandy limestone, coral and fusulinids limestone with thin intercalation of microconglomerate.
- 15 genera, 35 species and 2 subspecies of fusulinids have been identified from Shishtu section (Zaladou formation), and some species are reported for the first time from Iran.
- Based on the distribution of fusulinids, the *Ruzhenzevites-Rauserites-Triticites* Assemblage zone was dated as Gzhelian age and the *Pseudoschwagerina-Likharevites* Assemblage zone was dated as Asselian age.
- The two assemblage zones of fusulinids identified in the Shishtu section are comparable to the assemblage zones reported from Darvaz, Fergana, Southern Urals, Donetsk basin and Carnic Alps, Anark, Central Alborz, and Sanandaj-Sirjan zone.
- In the investigated section, the Gzhelian deposits gradually change to the Asselian deposits, which is characterized by the appearance of the genus *Pseudoschwagerina* in sample 51.
- Comparison of the studied sections with equivalent sequences with other structural-sedimentary zones of Iran, including Central Iran, Central Alborz and Sanandaj - Sirjan zone, has shown the wide transgressive of the sea level in the late Carboniferous and early Permian in large parts of Iran.
- The dolomite member in the upper part of the Zaladou formation (Tighe-Madanou formation) lacks any diagnostic fossils, but based on the stratigraphic position of the member between the Asselian strata and the overlying Bagh Vang formation, the mentioned dolomite is most likely of Sakmarian.

# چینه‌نگاری زیستی فوزولینیدهای سازند زلدو (ژیلین-آسلین) در ایران مرکزی (ازبک‌کوه)، برش شیشتو

علی جلالی<sup>۱</sup>، حامد یاراحمدزهی<sup>۱\*</sup>، مهران آرین<sup>۱</sup>، عبدالله سعیدی<sup>۲</sup> و سید محسن آل علی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> گروه علوم زمین، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

<sup>۲</sup> گروه زمین‌شناسی، مرکز تحقیقات علوم زمین، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران

<sup>۳</sup> سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران

## چکیده

برش شیشتو در شمال طبس و در مجاورت روستای شیشتو قرار دارد. توالی‌های ژیلین و آسلین سازند زلدو به سبزی ۶۰ متر به پنج واحد سنگی تقسیم شده‌اند که شامل ماسه‌سنگ، ماسه‌سنگ آهکی، شیل، سنگ آهک ماسه‌ای و سنگ آهک فوزولینیدار می‌باشد. مرز پایینی نهشته‌ها با ناپوستگی فرسایشی بر روی نهشته‌های سازند آشنی قرار گرفته است. مرز بالایی این نهشته‌ها با سازند تیغ معدنو به سن ساکارین و پیوسته است. اجتماعی از فوزولینیدهای ژیلین در برش مورد مطالعه مانند *Ruzhenzevites-Rauserites-Triticites* که در بالاترین بخش سنگ نهشته‌های آشکوب ژیلین نواحی دارواز، فرگانا، اورال جنوبی، حوضه دوتسک و کارنیک آلپ، انارک، البرز مرکزی و زون سندج-سیرجان شناسایی شده و همچنین گونه‌های مختلف *Sphaeroschwagerina*، *Pseudoschwagerina* و *Likharevites* که گویای سن آسلین هستند، نشان‌دهنده پیوستگی مرز کربنفر-پرمین در برش مورد مطالعه و هم‌ارزی قابل مقایسه با سایر پهنه‌های ساختاری-رسوبی ایران از جمله ایران مرکزی (سازند زلدو)، البرز (گروه دورود) و زون سندج-سیرجان (سازند وژنان) می‌باشد. هم‌ارزی یاد شده حکایت از پیشروی دریا در پهنه‌های ساختاری-رسوبی مختلف ایران در اواخر کربنفر و ابتدای پرمین دارد.

## اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۲۹

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۴/۰۱

کلیدواژه‌ها:

چینه‌نگاری زیستی

فوزولینیدا

سازند زلدو

ایران مرکزی

## ۱- پیش‌نوشتار

فوزولین‌ها جزو شاخص‌ترین، فراوان‌ترین و گسترده‌ترین گروه‌های روزن‌داران کربنفر-پرمین هستند که به خوبی مطالعه شده‌اند، از این رو، اهمیت زیادی در چینه‌شناسی دارند. به‌طور مثال، فوزولین‌ها برای بررسی جزئیات دقیق و تعیین سن آشکوب‌های کربنفر-پرمین مورد استفاده قرار گرفته‌اند. فوزولین‌های ایران از مدت‌ها پیش شناسایی شده‌اند اما تا کمی پیش‌تر توجه چندانی به آنها نشده بود، تا جایی که مطالعات افرادی مانند لیس و همکاران (Lys et al., 1978) و باغبانی (Baghbani, 1993) سرآغاز این پژوهش‌ها به شمار می‌روند. در سال ۱۹۷۸، لیس و همکاران (Lys et al., 1978) لیستی از فوزولین‌های کربنفر و پرمین البرز را منتشر کردند. طی سال‌های اخیر لیون و گرگیچ (Leven and Gorgij, 2011b) و یاراحمدزهی (۱۳۹۰) به‌طور متمرکز فوزولین‌های کربنفر-پرمین و چینه‌شناسی ایران مرکزی و سندج-سیرجان را مطالعه کرده‌اند. همچنین، یک گروه از فسیل‌شناسان تحت نظارت گیتانی و همکاران (Gaetani et al., 2009) گونه‌های

فوزولینی و سنگ میزبان آنها را در البرز مرکزی و خاوری توصیف کردند. افزون بر آن، لیون و یاراحمدزهی (Leven and Yarahmadzahi, 2020) فوزولین‌های سازند عمارت در برش گندوک واقع در البرز مرکزی را به‌صورت جامع و کامل مطالعه نموده‌اند. گروه ژاپنی و ایرانی (Iranian-Japanese Research Group, 1981) نیز فوزولین‌های گردآوری شده از ناحیه آبادیه را توصیف کرده‌اند. نتیجه این بررسی‌ها، شامل اطلاعات زیادی از ویژگی‌های مجموعه‌های فوزولینی تمام آشکوب‌های کربنفر-پرمین ایران است.

نهشته‌های کربنفر و پرمین مرکز ایران (بلوک طبس) به‌طور گسترده مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته‌اند که به‌عنوان مثال می‌توان به مطالعات اشتوکلین و همکاران (Stöcklin et al., 1965)، والیس (Walliser, 1966)، روتنر و اشتوکلین (Ruttner et al., 1968)، روتنر و اشتوکلین (Ruttner and Stöcklin, 1966)، اشتوکلین (Stöcklin, 1971)، شارکوفسکی و همکاران (Stepanov, 1971)

\* نویسنده مسئول: حامد یاراحمدزهی؛ E-mail: hamed.yarahmadzahi@gmail.com

## ماخذنگاری:

جلالی، ع.، یاراحمدزهی، ح.، آرین، م.، سعیدی، ع.، آل علی، س. م.، ۱۴۰۱، چینه‌نگاری زیستی فوزولینیدهای سازند زلدو (ژیلین-آسلین) در ایران مرکزی (ازبک‌کوه)، برش شیشتو. فصلنامه علمی علوم زمین، ۳۳(۲)، ۲۸۳-۲۹۸. <https://doi.org/10.22071/gsj.2022.341732.1998>.  
حقوق معنوی مقاله برای فصلنامه علوم زمین و نویسندگان مقاله محفوظ است. doi: 10.22071/GSJ.2022.341732.1998

doi: 10.22071/GSJ.2022.341732.1998



doi: 20.1001.1.10237429.1402.33.2.1.0



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

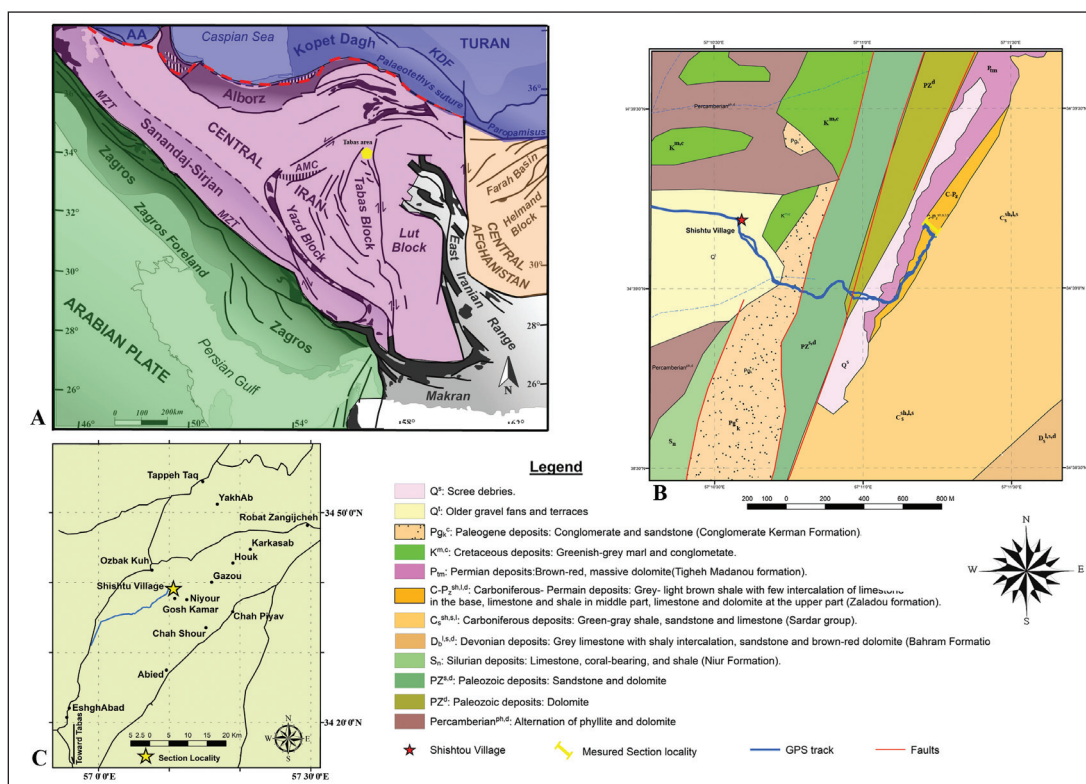
Leven and Gorgij, 2011a,b؛ یاراحمدزهی، ۱۳۹۰). هدف از انجام این مطالعه، بررسی سنگ‌چینه‌نگاری و ریزچینه‌نگاری فوزولینیدها در توالی‌های برش شیشتو است. بنابراین، سعی شده است تا با برداشت نمونه‌های سیستماتیک، به سنگ‌چینه‌نگاری و سن دقیق توالی‌ها در این برش پی برده و مطالعات پیشین را مورد بازنگری قرار داد. در این مطالعه تلاش شده است که پاره‌ای از ابهامات موجود در برش الگوی سازند زلدو برطرف شود هر چند که ارائه الگوهای جدید و دقیق‌تر مستلزم مطالعات دقیق و همه جانبه زمین‌شناسی و فسیل‌شناسی است.

## ۲- چینه‌شناسی

در منطقه ازبک‌کوه توالی‌های بسیار کاملی از رسوبات کربنیفر و پرمین گزارش شده است (Stöcklin, 1971). از نظر ساختاری، منطقه ازبک‌کوه بخشی از ایران مرکزی و بلوک طبس (آق‌نابتی، ۱۳۸۳) است. توالی به نسبت کاملی از این نهشته در برش شیشتو رخنمون دارد که با ناپیوستگی فرسایشی روی توالی‌های سازند آبشنی (مسکووین) قرار می‌گیرد و توسط یک ناپیوستگی فرسایشی از توالی‌های پرمین، سازند باغ ونگ (بلورین) تفکیک می‌شود. این برش در خاور روستای شیشتو و در کوه‌های ازبک‌کوه واقع شده است. موقعیت جغرافیایی این برش در زون: 3834599, 516164 UTM 40 می‌باشد و حدود ۱۵۰ کیلومتری جاده اصلی طبس به بشرویه قرار دارد. از طریق یک جاده خاکی به مسافت ۶/۵ کیلومتر می‌توان به روستای شیشتو و از آنجا با پیمایش حدود ۱/۵ کیلومتر به برش مورد نظر رسید (شکل ۱).

(Sharkovski et al., 1984)، پرتوآذر (۱۳۷۴)، لیون و طاهری (Leven and Taheri, 2003)، لیون و وزیری (Leven and Vaziri, 2004)، عارفی فرد و دیویدف (Arefi fard and Davydov, 2004)، لیون و گرگیچ (Leven and Gorgij, 2005)، (Badpa et al., 2011)، (2006, 2007, 2008, 2009, 2011a,b)، یاراحمدزهی و وچارد (Yarahmadzahi and Vachard, 2018)، یاراحمدزهی و لیون (Yarahmadzahi and Leven, 2021)، گرگیچ (۱۳۸۱) و یاراحمدزهی (۱۳۹۰) اشاره کرد. توالی‌های بسیار خوبی از رسوبات کربنیفر و پرمین در منطقه ازبک‌کوه و شمال شهر طبس (خاور ایران) گزارش شده است (Stöcklin, 1971). از نظر ساختاری، منطقه ازبک‌کوه بخشی از حوضه مرکزی ایران (بلوک طبس) (آق‌نابتی، ۱۳۸۳) است. اشتوکلین و همکاران (Stöcklin et al., 1965) واحدهای سنگ‌چینه‌ای کربنیفر و پرمین پیشین در مرکز و خاور ایران را به عنوان سازند سردر معرفی کرده‌اند. لیون و طاهری (Leven and Taheri, 2003) رسوبات ژیلین-آسلین را از بالاترین بخش سازند سردر به عنوان یک عضو جدید (عضو ممبر) زلدو متمایز کرده‌اند و فوزولینیدهای ژیلین-آسلین این توالی‌ها را توصیف کرده‌اند. لیون و گرگیچ (Leven and Gorgij, 2006) پیشنهاد کردند که این عضو ارتقا یافته و به عنوان سازند زلدو شناخته شود. آنها همچنین بر این باورند که قسمت باقی‌مانده از «سازند سردر» به درجه گروه ارتقا یابد، و آن را گروه انارک نامیده‌اند که به سازندهای زلدو و تیغ معدنو تقسیم می‌شود.

در منطقه ازبک‌کوه، گروه انارک بر روی سازندهای آبشنی (به سن مسکووین) و خود توسط سازند باغ ونگ (به سن بلورین) پوشانده شده‌است (Yarahmadzahi and Vachard, 2018; Leven and Taheri, 2003;).



شکل ۱- موقعیت برش مورد مطالعه، (A) نقشه پهنه‌های ساختاری رسوبی ایران (بر گرفته از زانچی و همکاران- 2009, Zanchi et al.), (B) نقشه زمین‌شناسی برش شیشتو (بر گرفته از روتنر و همکاران- 1970, Ruttner et al.), (C) موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش شیشتو. نشانگر ستاره برش مورد مطالعه (بر گرفته از جلالی و همکاران- 2021, Jalali et al.).

Figure 1. The location of the studied section, A) Map of sedimentary structural zones of Iran (adopted from Zanchi et al., 2009), B) Geological map of Shishtu section (adopted from Ruttner et al., 1970), C) Location and access roads to the Shishtu section (taken from Jalali et al., 2021).

### ۳- روش مطالعه

این پژوهش در چهار بخش انجام گردید، بخش اول، گردآوری مقالات و منابع در خصوص جنس و گونه‌های فوزولیندها، بخش دوم، شامل مطالعات صحرایی، نمونه‌برداری و اندازه‌گیری واحدهای سنگی است که نمونه‌برداری از توالی‌ها به صورت سیستماتیک و به فواصل ۱۰ سانتی‌متر تا ۱ متر در سنگ‌های آهکی انجام گردید. بخش سوم، تهیه مقاطع نازک که در اندازه کوچک (۷/۵×۲/۵ سانتی‌متر مربع) به تعداد ۱۰۰ مقطع و اندازه بزرگ (۵×۱۰ سانتی‌متر مربع) به تعداد ۱۰ مقطع تهیه گردید. بخش چهارم، مطالعه میکروسکوپی (تشخیص و شناسایی جنس و گونه‌های فوزولیند) که توسط میکروسکوپ Leitz Wetzlar (Laborlux 11 pol) و تهیه عکس از مقاطع توسط نرم‌افزار Superior Statistical Analysis Pro (with version 9.0 of LIMDEP, 2008) صورت گرفته است.

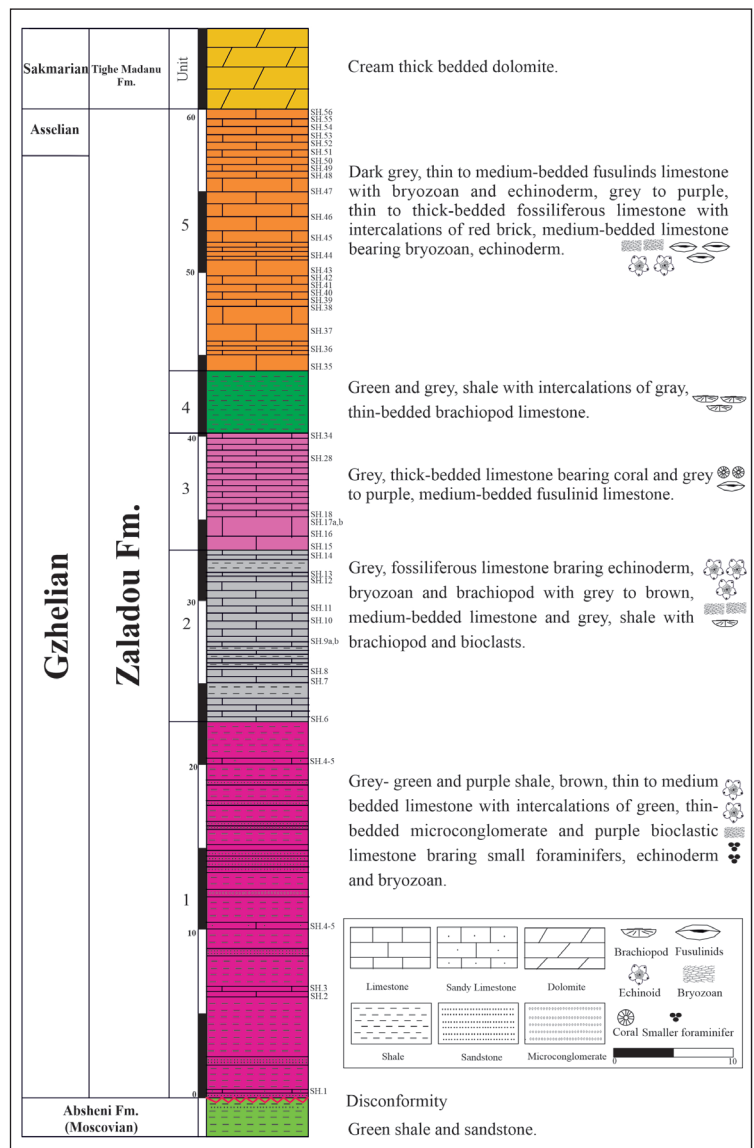
### ۴- سنگ‌چینه‌نگاری

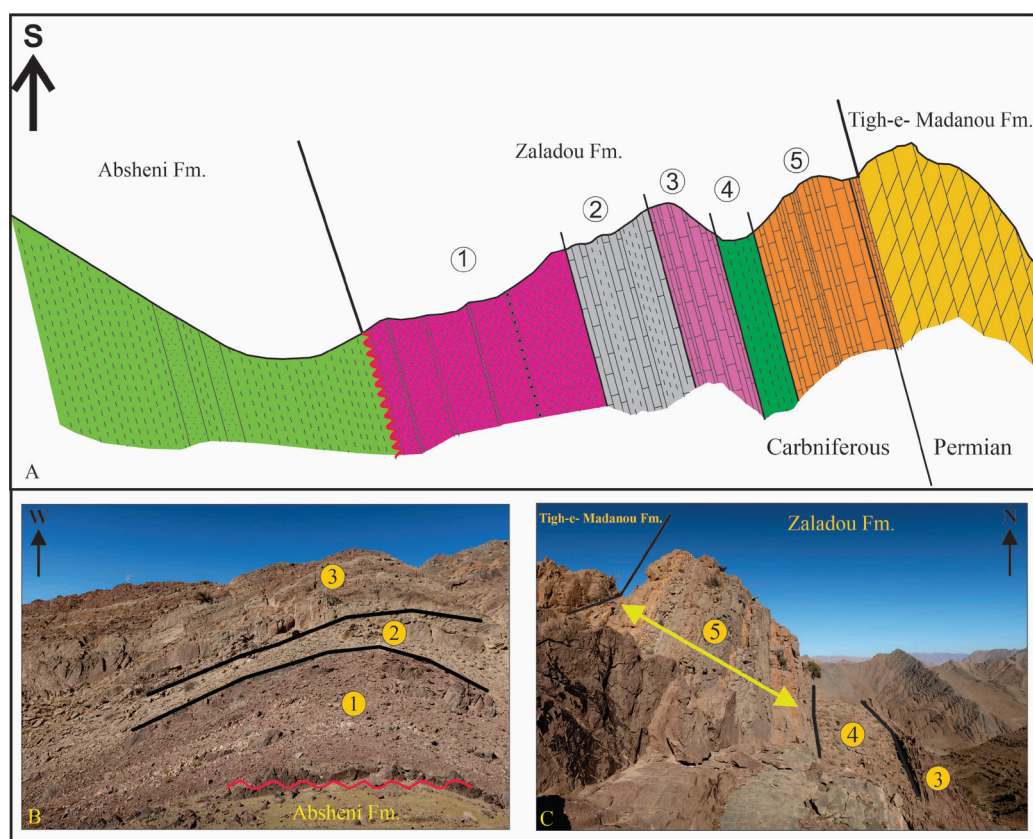
**۴-۱- چینه‌نگاری سنگی نهشته‌های گرینفر پسین - برمین پیشین در برش شیشتو**  
واحد سنگ چینه‌ای زلدو در برش شیشتو با حدود ۶۰ متر سترا در کوه‌های ازبک کوه و خاور روستای شیشتو رخنمون دارد و بر پایه مطالعات و شواهد صحرایی به پنج واحد سنگی از پایین به بالا تفکیک می‌شود (شکل ۲ و ۳).  
**- قاعده:** با ناپوستگی فرسایشی بر روی نهشته‌های سبز رنگ شیل و ماسه‌سنگ‌های

سازند آبشنی (مسکووین) قرار می‌گیرد.  
**- واحد یک (۲۴/۳ متر):** شیل‌های خاکستری، سبز و ارغوانی و ماسه‌سنگ‌های نازک تا متوسط لایه قهوه‌ای با بین‌لایه‌هایی از میکروکنگلومرای سبز رنگ نازک لایه و سنگ آهک ماسه‌ای بایو کلاست دار حاوی روزن‌بران کوچک، اکتینودرم و بریوزوئر.  
**- واحد دو (۱۰/۳ متر):** سنگ آهک‌های خاکستری حاوی روزن‌بران کوچک، اکتینودرم، بریوزوئر و براکیوپودا، به همراه سنگ آهک‌های متوسط لایه خاکستری تا قهوه‌ای و شیل خاکستری حاوی براکیوپودا.  
**- واحد سه (۶/۹۵ متر):** سنگ آهک مرجانی سبتر لایه خاکستری و سنگ آهک فوزولینیدی نازک تا متوسط لایه خاکستری و ارغوانی.  
**- واحد چهار (۳/۸ متر):** شیل سبز و خاکستری با بین‌لایه‌های نازک سنگ آهک حاوی براکیوپودا.  
**- واحد پنج (۱۴/۴۵ متر):** سنگ آهک نازک و متوسط لایه خاکستری حاوی بریوزوئر و اکتینودرم و سنگ آهک‌های فوزولینیدار نازک تا سبتر لایه خاکستری و ارغوانی با بین‌لایه سنگ آهک آجری سبتر لایه حاوی بریوزوئر، اکتینودرم و روزن‌بران کوچک.  
**- رأس:** با مرز پیوسته توسط دولومیت‌های نخودی رنگ سازند تیغ معدنو (ساکمارین) پوشیده می‌شود.

شکل ۲- ستون چینه‌نگاری سنگی سازند زلدو در برش شیشتو.

Figure 2. Stratigraphic column of Zaladou formation in Shishtu section.





شکل ۳- نیمرخ برش شیشتو و تصاویر تفکیک واحدهای سنگی شامل واحد یک: شیل‌های خاکستری، سبز و ارغوانی و ماسه‌سنگ‌های نازک تا متوسط لایه قهوه‌ای با بین‌لایه‌هایی از میکروکنگلومرای سبز رنگ نازک‌لایه و سنگ آهک ماسه‌ای بایوکلاست‌دار حاوی روزن‌بران (فرامینیفرها) کوچک، اکتینودرم و بریوزوئر. واحد دو: سنگ آهک‌های خاکستری حاوی روزن‌بران کوچک، اکتینودرم، بریوزوئر و براکیوپودا. به همراه سنگ آهک‌های متوسط لایه خاکستری تا قهوه‌ای و شیل خاکستری حاوی براکیوپودا. واحد سه: سنگ آهک مرجانی سبتر لایه خاکستری و سنگ آهک فوزولینیدی نازک تا متوسط لایه خاکستری و ارغوانی. واحد چهار: شیل سبز و خاکستری با بین‌لایه‌های نازک سنگ آهک حاوی براکیوپودا. واحد پنج: سنگ آهک نازک و متوسط لایه خاکستری حاوی بریوزوئر و اکتینودرم و سنگ آهک‌های فوزولینیددار نازک تا سبتر لایه خاکستری و ارغوانی با بین‌لایه سنگ آهک آجری سبتر لایه حاوی بریوزوئر، اکتینودرم و روزن‌بران کوچک.

Figure 3. Shishtu cross section and images of rock units including Unit 1: Gray to green and purple shales and brown thin to medium bedded sandstones with intercalations of thin-bedded micro-conglomerates and sandy limestone, contains small foraminifers, echinoderms and bryozoans. Unit 2: Gray limestone containing small foraminifera, echinoderms, bryozoans and brachiopoda, with medium bedded gray limestone and gray to brown brachiopoda bearing shale. Unit 3: Gray thick bedded coral bearing limestone, and gray to purple thin to medium fusulin bearing limestone. Unit 4: Green to gray shale with thin intercalations of limestone which containing brachiopoda. Unit 5: Gray thin to medium bedded limestone containing bryozoans and echinoderms with gray to purple thin to thick bedded fusulinid limestone and intercalation of brick color limestone containing bryozoans, echinoderms and small foraminifers.

## ۵- زیست‌چینه‌نگاری فوزولینیدها

بر اساس پخش و پراکندگی فوزولینیدها در برش شیشتو، دو مجموعه شناسایی شدند که عبارتند از (Plate 1-3):

### *Ruzhenzevites-Rauserites- Triticites* Assemblage zone

این زیست‌زون در بخش‌های بالایی واحد ۳ تا بخش میانی واحد ۵ از نمونه‌های ۲۸ تا ۵۰ شناسایی شده است که شامل گونه‌های زیر می‌باشد (شکل ۵و۴).

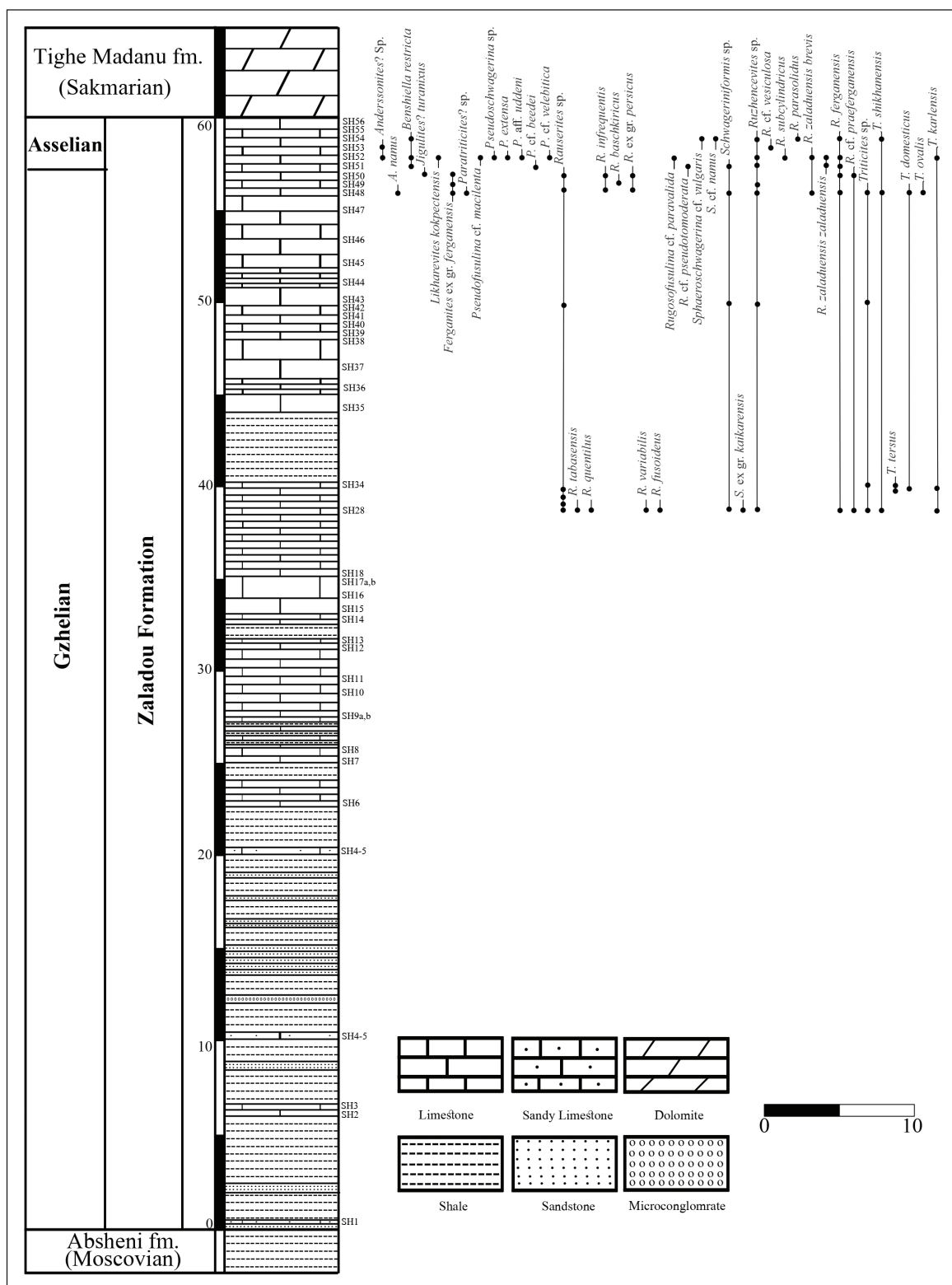
*Jigulites turanixus*, *Ferganites* ex gr. *ferganensis*, *Paratriticites*? sp., *Rauserites infrequentis*, *R. tabasensis*, *R. quentilis*, *R. baschkiricus*, *R. ex gr. persicus*, *R. variabilis*, *R. fusoides*, *Schwageriniformis* cf. *nanus*, Sch.

ex gr. *kaikarensis*, Sch. cf. *acutatus*, *Ruzhenzevites* cf. *praeferganensis*, *R. ferganensis*, *R. zaladuenisbrevis*, *Triticites shikhanensis*, *T. tersus*, *T. domesticus*, *T. ovalis*, *T. karlensis*.

مهم‌ترین ویژگی این مجموعه تنوع جنس‌های *Rauserites*, *Ruzhenzevites* می‌باشد، جنس‌های یاد شده گویای سن کربنفر پسین (ژیلین) برای این مجموعه است. گونه‌هایی از این فوزولینیدها از برش الگوی سازند زلدو توسط لیون و طاهری (Leven and Taheri, 2003) و همچنین از سازند تویه و عمارت از پهنه ساختاری البرز توسط گیتانی و همکاران (Gaetani et al., 2009) و همچنین

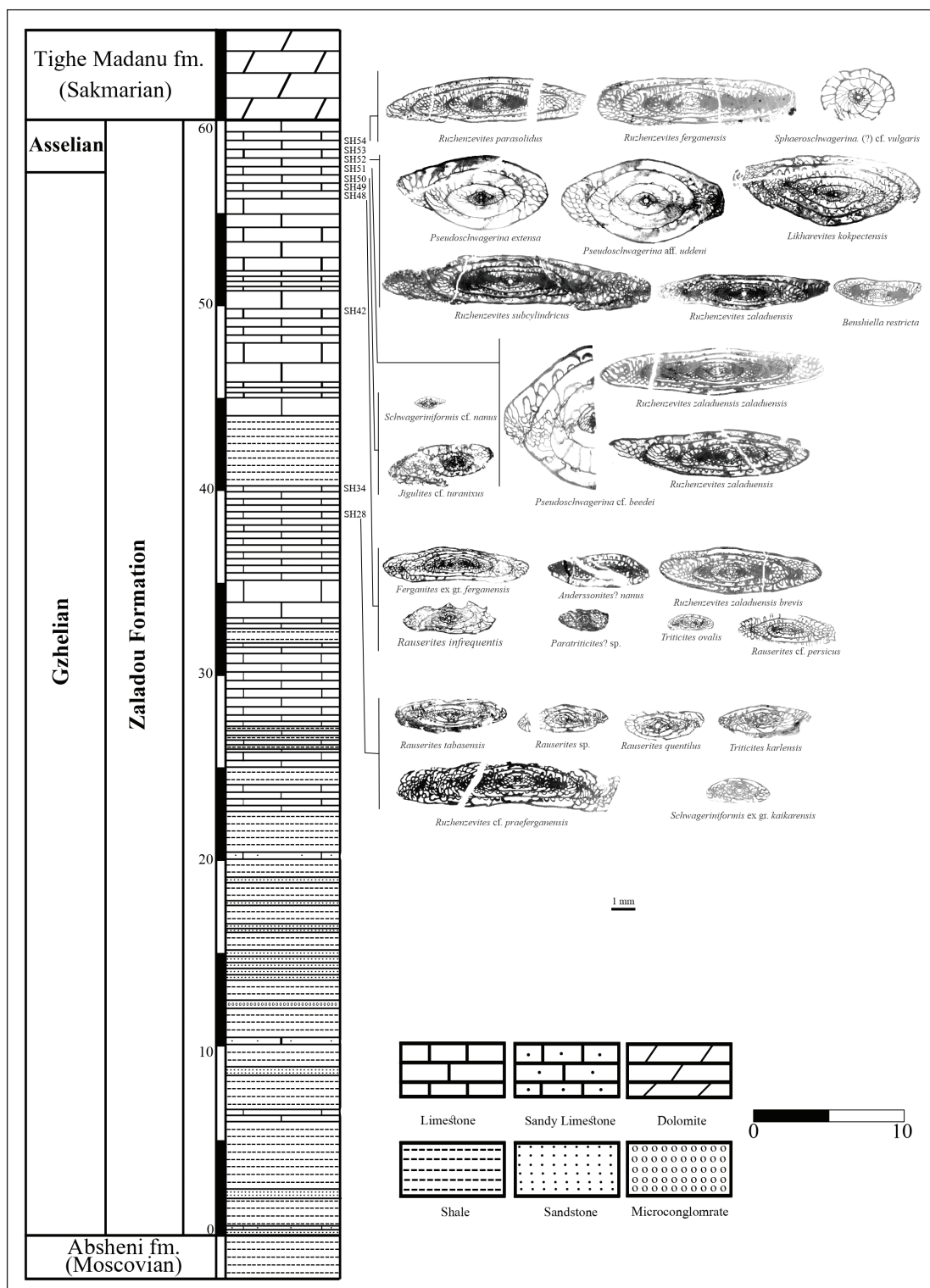
جنوب فرگانا و دارواس (Darvas و Fergana) که به عنوان یک زون مستقل شناسایی شده‌اند، با زون *Daixina kensis* متعلق به ژیلین قابل تطابق است (مقطع تیپ آن در پلت فرم اروپای خاوری واقع شده). اگر چه *Ruzhenzevites* از مقاطع پلاتفرم اروپای خاوری یافت نشده ولی فرم‌هایی نظیر: *Dutkevitchia*, *Triticites*, *Daixina*, *Rauserites*, *Rugosofusulina*, *Schellwinia*, *Quasifusulina* زون *Ruzhenzevites ferganensis* از آسیای مرکزی هستند.

لیون و یاراحمدزهی (Leven and Yarahmadzahi, 2020) و سازند وژنان در برش اسدآباد در زون سندج سیرجان که توسط یاراحمدزهی (۱۳۹۰) و لیون و گرگیچ (Leven and Gorgij, 2011) گزارش شده‌اند (شکل ۶). گونه شاخص *Ruzhenzevites ferganensis* به‌طور گسترده‌ای در نواحی تپس از کارنیان آلپ در باختر تا جنوب چین در خاور گسترده شده که شاخص سنگهای کربنفر پسین است. به باور بنش (Bensh, 1972) و دیودوف (Davydov, 1986) لایه‌های حاوی *R. ferganensis* از



شکل ۴- نمودار پراکندگی فوزولینیدهای برش شیشتو.

Figure 4. Distribution diagram of Fusulinids in Shishtu section.



شکل ۵- نمودار پراکندگی فوزولینیدهای شاخص در برش شیشتو.

Figure 5. Distribution diagram of the indicator fusulinids in Shishtu section.

*Ruzhenzevites zaladuensis zaladuensis*, *R. parasolidus*, *R. subcylindricus*, *R. cf. vesiculosa*, *Rugosofusulina* cf. *paravalida*, *R. cf. pseudotomoderata*, *Pseudofusulina* cf. *macilenta*, *Benshiella restricta*, *Anderssonites nanus*.

مهم‌ترین ویژگی این زیست‌زون، تنوع گونه‌های جنس *Pseudoschwagerina* و حضور گونه‌هایی از جنس *Sphaeroschwagerina*، *Likharevites* و *Ruzhenzevites*.

#### *Pseudoschwagerina*-*Likharevites* Assemblage zone

این زیست‌زون در بخش‌های بالایی واحد ۵ از نمونه‌های ۵۱ تا ۵۶ شناسایی شده است که شامل گونه‌های زیر می‌باشد (شکل ۵۴):

*Pseudoschwagerina extensa*, *P. aff. uddeni*, *P. cf. beedei*, *Pseudoschwagerina* cf. *velebitica*, *Likharevites kokpectensis*, *Sphaeroschwagerina* cf. *vulgaris*,

می‌باشد. گونه‌های شاخص این جنس‌ها در بیشتر پهنه‌های ساختاری ایران (ایران مرکزی، البرز و سنج-سیرجان) سن آسلین را نشان می‌دهند (شکل ۶). همچنین، فراوانی این گونه‌ها با لایه‌های آسلین از ناحیه فرگاتا همخوانی دارد (Davydov, 1986) و سن آسلین را برای آن تأیید می‌نماید.

| System        | Stage    | Shishtu Section<br>(This study)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Central Alborz<br>Geatani et al.<br>2009<br>Leven and<br>Yarahmadzahi<br>2020                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Anarak<br>(Leven and Gorgij,<br>2006)                                                                                                                                  | Zaladou<br>(Leven and Taheri,<br>2003)<br>ياراحمدزهی ۱۳۹۰                                                                                                                                                               | Asad Abad<br>(Leven and Gorgij,<br>2011)<br>ياراحمدزهی ۱۳۹۰                                                                                                                                                                       |
|---------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Permian       | Asselian | <i>Ruzhenzevites parasolidus</i><br><i>Likharevites kokpectensis</i><br><i>Pseudoschwagerina cf. beedei</i><br><i>Pseudoschwagerina uddeni</i><br><i>Pseudoschwagerina extensa</i><br><i>Sphaeroschwagerina</i>                                                                                                                                                                                                                                                                          | <i>Zellia praeheritschi elongata</i><br><i>Praepseudofusulina kljasmica</i><br><i>P. saratovensis</i><br><i>P. urumarensis</i><br><i>Pnetkatchensis</i><br><i>Pimpercsepta</i><br><i>Pseudoschwag. muongthensis</i><br><i>P. aff. extensa</i><br><i>Paequalis</i><br><i>Triticites aff. mosquensis</i><br><i>T.shikhanensis compactus</i><br><i>Sphaeroschwagerina vulgarts</i> | <i>Pseudoschwagerina robusta</i><br><br><i>Sphaeroschwagerina moelleri</i><br><br><i>Likharevites gracilis</i>                                                         | <i>Pseudoschwagerina</i><br><br><i>Quasitriticites</i><br><br><i>Pseudofusulina saratovensis</i>                                                                                                                        | <i>Pseudoschwagerina</i><br><br><br><br><i>Praepseudofusulina</i>                                                                                                                                                                 |
| Carboniferous | Gzhelian | <i>Ruzhenzevites ferganensis</i><br><i>Ruzhenzevites zaladuensis</i><br><i>Ruzhenzevites praeferganensis</i><br><i>Ferganites ex gr. ferganensis</i><br><i>Schwageriniformis cf. namus</i><br><i>Jigulites? turanixus</i><br><i>Rauserites fusoides</i><br><i>Rauserites tabasensis</i><br><i>Rauserites variabilis</i><br><i>Rauserites bashkiricus</i><br><i>Rugosofusulina cf. paravalida</i><br><i>Triticites tersus</i><br><i>Triticites domesticus</i><br><i>Triticites ovalis</i> | <i>Anderssonites cf. subovata</i><br><i>Rauserites tabasensis</i><br><i>Rauserites infrequentis</i><br><i>Ruzhenzevites ferganensis</i>                                                                                                                                                                                                                                         | <i>Anderssonites anderssoni</i><br><i>Ultradaixina boshytaiensis</i><br><i>Ruzhenzevites ferganensis</i><br><i>Jigulites cf.formosus</i><br><i>Rauserites rossicus</i> | <i>Anderssonites anderssoni</i><br><i>Schellwienina mudosta</i><br>(?) <i>Rauserites persicus</i><br><i>Rauserites variabilis</i><br><i>Rauserites lucidus</i><br><i>Rauserites immutabilis</i><br><i>Ruzhenzevites</i> | <i>Anderssonites anderssoni</i><br><i>Rauserites variabilis</i><br><i>Rauserites shikhanensis</i><br><i>Rauserites baghbani</i><br><i>Rauserites ishimbaji</i><br><i>Rauserites karlensis</i><br><i>Ruzhenzevites ferganensis</i> |

شکل ۶- مقایسه فونای برش‌های زلدو، انارک، اسدآباد و البرز مرکزی با برش شیشو.

Figure 6. Fauna comparison of Zaladou, Anark, Asadabad and Central Alborz sections with Shishtu section.

## ۶- بحث

در بالا، جنس‌های *Ultradaxina Schellwien*، *Anderssonites* و *Likharevites* نیز یافت شده‌اند. در بلوک‌های دیگر، فواصل چینه‌نگاری یا فاقد این جنس‌ها هستند یا آن‌که فوزولین‌های دیگری ظاهر می‌شوند، و نمونه‌های مهم و قابل توجه از جنس‌های *Anderssonites* در سازند تویه (زون البرز)، که توسط گیتانی و همکاران (Gaetani et al., 2009) معرفی شده‌اند، و یا جنس‌های *Anderssonites* و *Schellwien* از سازند زلدو (بلوک طیس)، هستند. در مورد زون سنج-سیرجان مجموعه فوزولینی براساس فراوانی و گوناگونی جنس‌های *Ruzhenzevites* تعیین می‌شود، در حالی که این جنس در بلوک‌های یزد و البرز اهمیت کمتری دارد. نکته شایان توجه در برش الگوی سازند زلدو که در مجاورت برش مورد مطالعه (شیشو) قرار دارد، این است که بیشترین فراوانی مربوط به جنس‌های *Rauserites* و *Schellwien* در بخش‌های پایین و ظهور گونه‌هایی از جنس *Ruzhenzevites* در بخش‌های بالایی است. در حالی که در برش مورد مطالعه بیشترین فراوانی مربوط به جنس‌های *Ruzhenzevites*، *Rauserites*، *Triticites*، *Schwageriniformis* می‌باشد که

در بیشتر پهنه‌های ساختاری - رسوبی ایران، به‌جز فوزولین‌های مربوط به آشکوب کازموین، سایر فوزولین‌های مربوط به زمان کربنیفر - پرمین شناسایی شده‌اند؛ این روزن‌بران به‌خوبی در توالی‌هایی از کربنیفر پیشین تا پرمین پسین مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در توصیف فوزولین‌های کربنیفر پسین و به‌ویژه آشکوب ژیلین ایران باید توجه داشته باشیم که گونه‌های شناسایی شده از ایران نسبت به مجموعه‌های گزارش شده در خاور پلتفرم اروپا از تنوع کمتری برخوردار هستند (Leven and Gorgij, 2011a,b) و به‌نظر می‌رسد مطالعه دقیق‌تری بر روی فوزولین‌های ایران انجام نشده است. تعداد زیادی از فوزولین‌های شناسایی شده در برش شیشو که از جنس‌های *Rauserites*، *Triticites*، *Ruzhenzevites*، *Schwageriniformis* می‌باشند، با نمونه‌های شناسایی شده از حوضه خاور اروپا متفاوت هستند، ولی ویژگی‌های مشترکی با مجموعه‌های یافت شده در حوضه شمال تیس دارند. در مطالعات لیون و گرگیچ (Leven and Gorgij, 2011a,b) که بر روی پهنه‌های ساختاری رسوبی مختلفی انجام شده، نشان می‌دهد که در بلوک یزد افزون بر جنس‌های اشاره شد

*R. cf. vesiculosa*, *Rugosofusulina cf. paravalida*, *R. cf. pseudotomoderata*, *Pseudofusulina cf. macilenta*, *Benshiella restricta*.

این نمونه‌ها از بیشتر برش‌های آسلین ایران گزارش شده‌اند.

## ۷- نتیجه گیری

به طور کلی با مطالعه رسوبات برش شیشو در ناحیه ازبک کوه نتایج زیر به دست آمده است:

- ستبرای توالی‌های مورد مطالعه در برش شیشو ۶۰ متر بوده که به پنج واحد سنگی تقسیم شده است که عمدتاً شامل ماسه‌سنگ، ماسه‌سنگ آهکی، شیل، سنگ آهک ماسه‌ای، سنگ آهک مرجانی و سنگ آهک فوزولینیدار با بین لایه‌های نازک میکروگنگلومرا می‌باشد.

- در برش شیشو (سازند زلدو)، ۱۵ جنس، ۳۵ گونه و ۲ زیر گونه از فوزولین‌ها شناسایی شده که برخی از گونه‌ها برای نخستین بار از ایران گزارش می‌شود.

- بر اساس پخش و پراکندگی فوزولینیدها زون زیستی *Ruzhenzevites-Rauserites* *Pseudoschwagerina*- *Triticites* Assemblage zone به سن ژیلین و زون زیستی *Pseudoschwagerina*- *Likharevites* Assemblage zone به سن آسلین شناسایی شدند.

- زون‌های زیستی فوزولینیدهای شناسایی شده در برش شیشو قابل مقایسه با زون‌های زیستی گزارش شده از نواحی دارواز، فرگانا، اورال جنوبی، حوضه دونتسک و کارینیک آلپ، انارک، البرز مرکزی و زون سنندج- سیرجان می‌باشد.

- در برش مورد بررسی، نهشته‌های ژیلین به سمت بالا به صورت تدریجی به رسوبات آسلین می‌رسد، که در نمونه سنگی شماره ۵۱ و با ظهور جنس *Pseudoschwagerina* مشخص می‌شود.

- مقایسه برش‌های مطالعه شده با توالی‌های هم‌ارز در زون‌های ساختاری- رسوبی ایران از جمله ایران مرکزی، البرز مرکزی و زون سنندج سیرجان بیانگر پیشروی گسترده دریا در اواخر کرتینفر و ابتدای پرمین در بخش‌های گسترده‌ای از ایران بوده است.

- دولومیت‌های بخش بالایی سازند زلدو (سازند تیغ معدنو) فاقد فسیل بوده و بر اساس این که بر روی توالی‌های آسلین و توالی‌های سازند باغ ونگ (بلورین) قرار دارند به سن ساکمارین دانسته شده‌اند.

## سپاسگزاری

بدون شک، سرانجام این پژوهش را مدیون تمام کسانی هستیم که به هر شکلی نگارندگان را یاری کردند. تشکر ویژه از دوست عزیز احسان آجودانی داریم که در برداشت‌های صحرایی همراهان بود، همچنین از تمام دوستان از جمله دکتر سیامک هاشمی، دکتر سید جعفر عمرانی، مهندس رضا سلامتی، که در مراحل مختلف عملیات صحرایی و کار آزمایشگاهی و کمک در ویرایش مقاله از کمک‌ها و نظراتشان بهره‌های فراوان برده‌ایم، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

همچنین بر خود لازم می‌دانیم که از داوران گرامی که زحمت داوری و تصحیح این مقاله را به عهده داشتند و با یادآوری ایرادات و نقطه نظرات اصلاحی در هر چه کامل‌تر شدن این مقاله کمک کرده‌اند، تقدیر و تشکر نماییم.

با مجموعه فوزولینی برش انارک در بلوک یزد کاملاً همخوانی دارد.

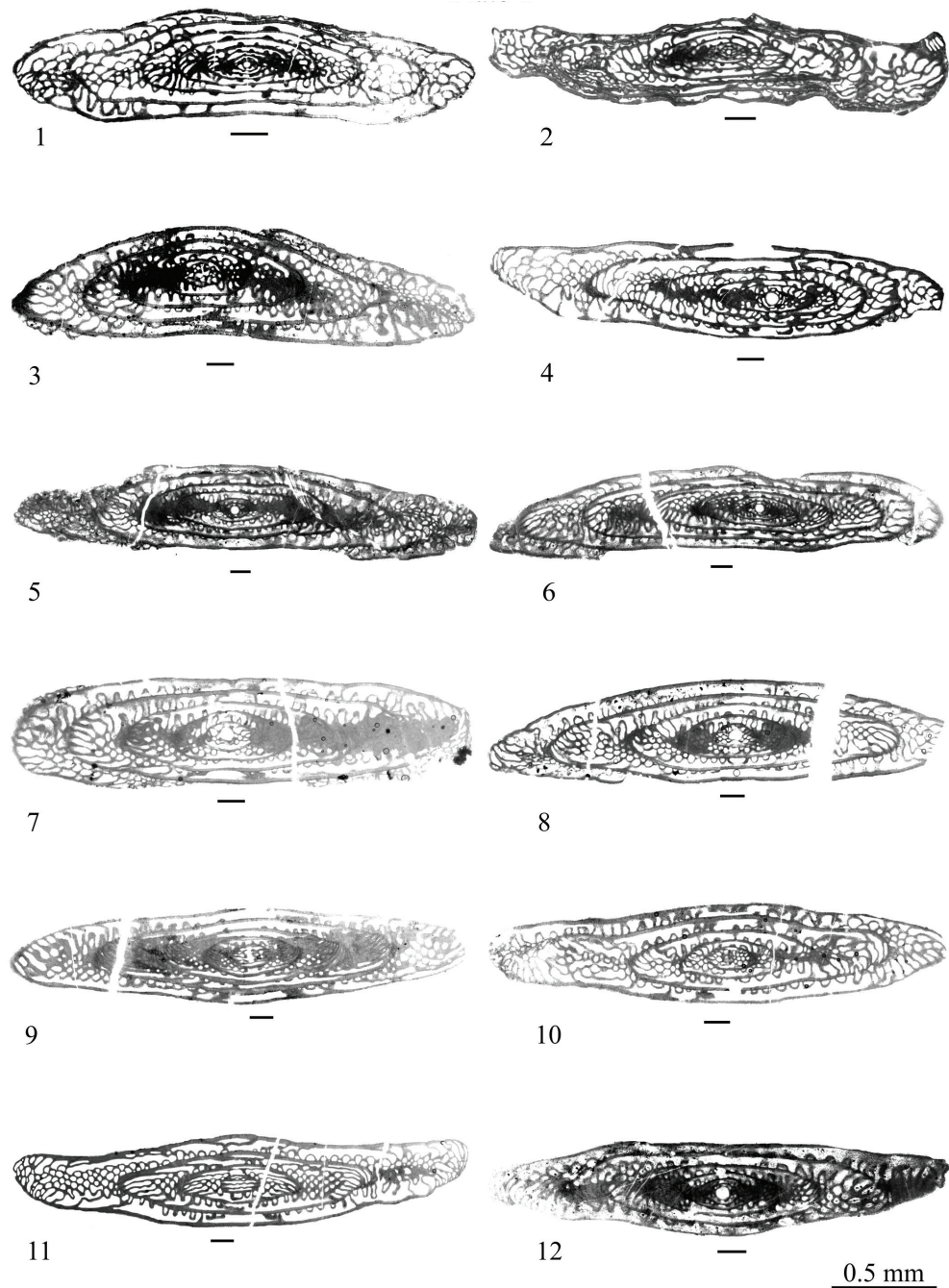
در پرمین پیشین تعداد زیادی از فوزولین‌های کروی تا نیمه کروی با دور پیمایش‌های زیاد و حجیم مربوط به جنس‌های *Sphaeroschwagerina* هستند که پیدایش آنها نشانگر قاعده آشکوب آسلین (Asselian) است، همچنین جنس‌های دیگری مانند *Likharevites*, *Dutkevitchia*, *Quasifusulina*, *Pseudofusulinoides*, *Ruzhenzevites*, *Pseudoschwagerina* هم دیده می‌شوند، ولی جنس *Likharevites* در اواخر آشکوب ژیلین (Gzhelian) ظاهر می‌شود و به سرعت در آشکوب آسلین پراکنده می‌شود. در رسوبات بخش‌های بالایی آشکوب آسلین *Likharevites* با جنس‌های دیگری جایگزین می‌شود این فرم‌ها در گذشته به عنوان *Paraschwagerina* شناخته می‌شد. با در نظر گرفتن منشا مستقل و معتبر *Paraschwagerina* از قاره آمریکا، لیون و گرگیچ (Leven and Gorgij, 2011a,b) بر این باور هستند که فوزولین‌های یاد شده می‌بایست مربوط به یک زیر جنس از *Likharevites* باشد یا به یک جنس دیگر، تعلق داشته باشند. جنس *Pseudoschwagerina* در بخش‌های بالاتر نسبت به جنس‌های *Sphaeroschwagerina* و *Likharevites* ظاهر شده و به آشکوب ساکمارین نیز وارد می‌شوند. جنس‌های *Quasifusulina* و *Ruzhenzevites* که غالباً در رسوبات آسلین دیده می‌شوند، در لایه‌های مربوط به ژیلین نیز وجود داشته‌اند، در حالی که فوزولین‌های جنس *Pseudofusulinoides* فقط مربوط به آشکوب آسلین هستند. گونه‌های *Sphaeroschwagerina fusiformis*, *S. shamovi*, *S. moelleri*, *S. notabilis*, *S. ellipsoidalis*, *Pseudoschwagerina robusta*, *P. extensa*, *P. turbida*, *P. beedei* از ایران نخستین بار از بلوک طیس و برش الگوی سازند زلدو (Leven and Taheri, 2003) و سپس در بلوک یزد (Leven and Gorgij, 2006) معرفی شده‌اند که این مجموعه بیانگر سن آسلین است. افزون بر این، گونه‌های *Sphaeroschwagerina sphaerica*, *Pseudoschwagerina velebitica*, *P. gadukensis*, *P. aff. Extensa*, *P. aff. Confinii*, *P. aff. Aequalis*, *Zellia aff. heritschi magna-sphaerae*, *Z. aff. praeheritschi*, *Z. aff. heritschi elongate*، که از قسمت‌های بالایی سازند عمارت (Gaetani et al., 2009)؛ (Leven and Yarahmadzahi, 2020) از بخش‌های خاوری و مرکزی البرز به دست آمده بدون هیچ تردیدی نشان‌دهنده آشکوب آسلین است، همچنین شناسایی گونه‌های *Pseudoschwagerina beedei* و *Praepseudofusulina kljasmica* از بخش میانی سازند وژنان در زون سنندج -سیرجان (Leven and Gorgij, 2011a,b)؛ یاراحمدزهی، ۱۳۹۰)، گویای همسانی این گونه‌ها با نمونه‌هایی است که از آمریکا، اروپای خاوری و حوضه تیس به سن آسلین گزارش شده‌اند. در بلوک سبزوار (Gorgij and Leven, 2013) نیز گونه‌های زیر به سن آسلین گزارش شده‌اند.

*Rugosofusulina* gr. *serrata*, *Sphaeroschwagerina pavlovi*, *Sph. Moelleri*, *Sph. Constans*, *Sph. Shamovi*, *Sph. cf. ovoidea*, *Sph. ex gr. fusiformis*, *Pseudoschwagerina uralensis*, *P. aktjubensis*, *P. aff. truncata*

در برش مورد مطالعه (شیشو) فوزولین‌های آسلین با ظهور گونه‌های زیر مشخص می‌شود.

*Pseudoschwagerina extensa*, *P. aff. uddeni*, *P. cf. beedei*, *Pseudoschwagerina cf. velebitica*, *Likharevites kokpectensis*, *Sphaeroschwagerina cf. vulgaris*, *Ruzhenzevites zaladuensis zaladuensis*, *R. parasolidus*, *R. subcylindricus*,

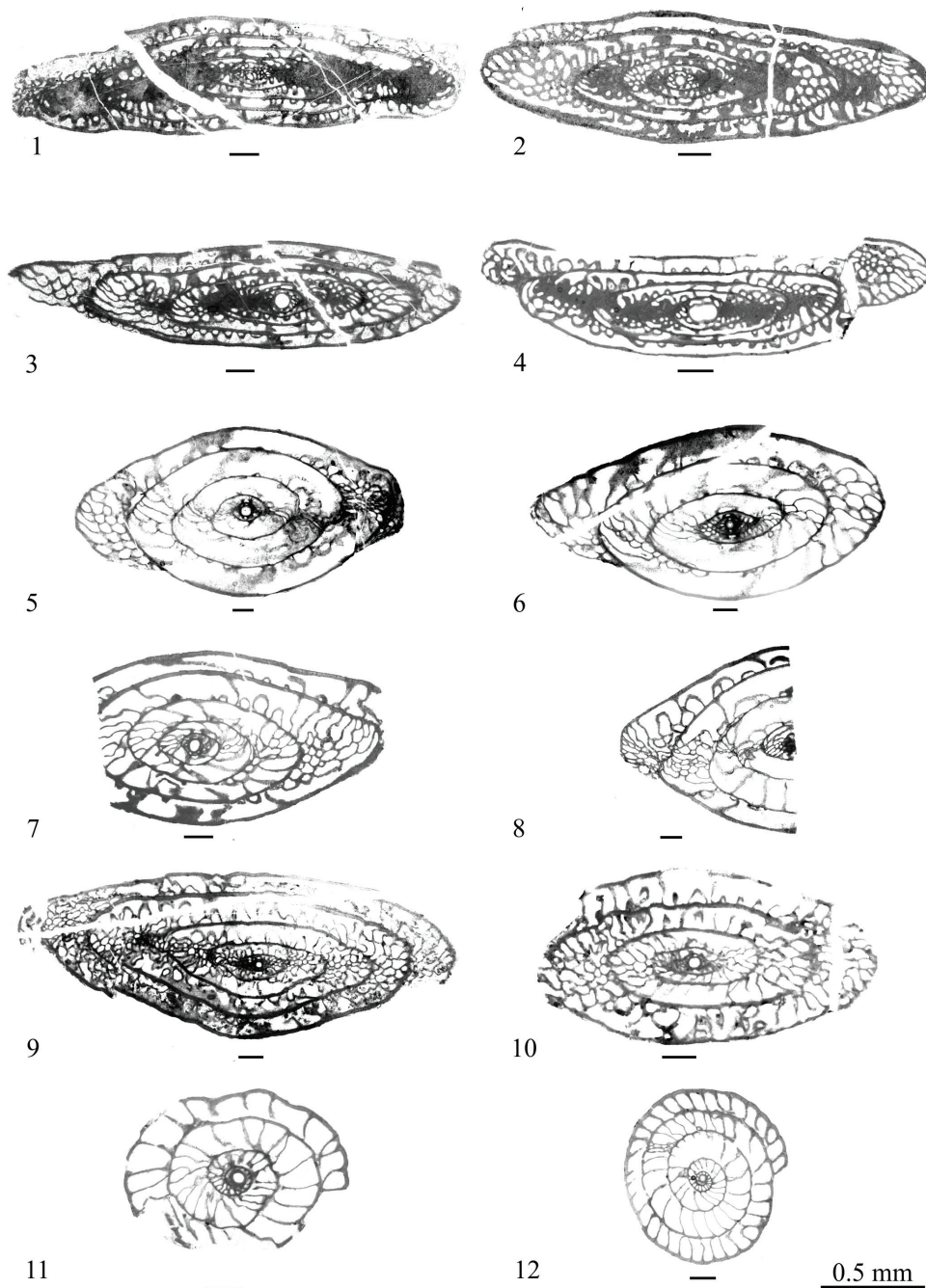
## Plate 1



Fusulinids from the Shishtu section. Magnification is x 10 in all figs.(scale bar D= 0.5 mm).

**Fig. 1.** *Ferganites* ex gr. *ferganensis* M.-Maclay, axial section, sample SH 48; **Fig. 2.** *Ruzhenzevites* cf. *praeferganensis* Davydov, tangential section, sample SH 28; **Fig. 3.** *Ferganites* ex gr. *Ferganensis* Miklukho-Maklay, subaxial section, sample SH 49; **Fig. 4.** *Ruzhenzevites* cf. *praeferganensis* Davydov, axial section, sample SH 50; **Fig. 5.** *Ruzhenzevites subcylindricus* (Bensh), axial section, sample SH 52; **Fig. 6.** *Ruzhenzevites subcylindricus* (Bensh), axial section sample SH 52; **Fig. 7.** *Ruzhenzevites ferganensis* (Dutkevich), axial section, sample SH 54; **Fig. 8.** *Ruzhenzevites parasolidus* (Bensh), sub axial section, sample SH 54; **Fig. 9.** *Ruzhenzevites zaladuensis zaladuensis* Leven, tangential section, sample SH 51; **Fig. 10.** *Ruzhenzevites zaladuensis zaladuensis* Leven, tangential section, sample SH 51; **Fig. 11.** *Ruzhenzevites zaladuensis zaladuensis* Leven, tangential section, sample SH 51; **Fig. 12.** *Ruzhenzevites zaladuensis* Leven, axial section, sample SH 52.

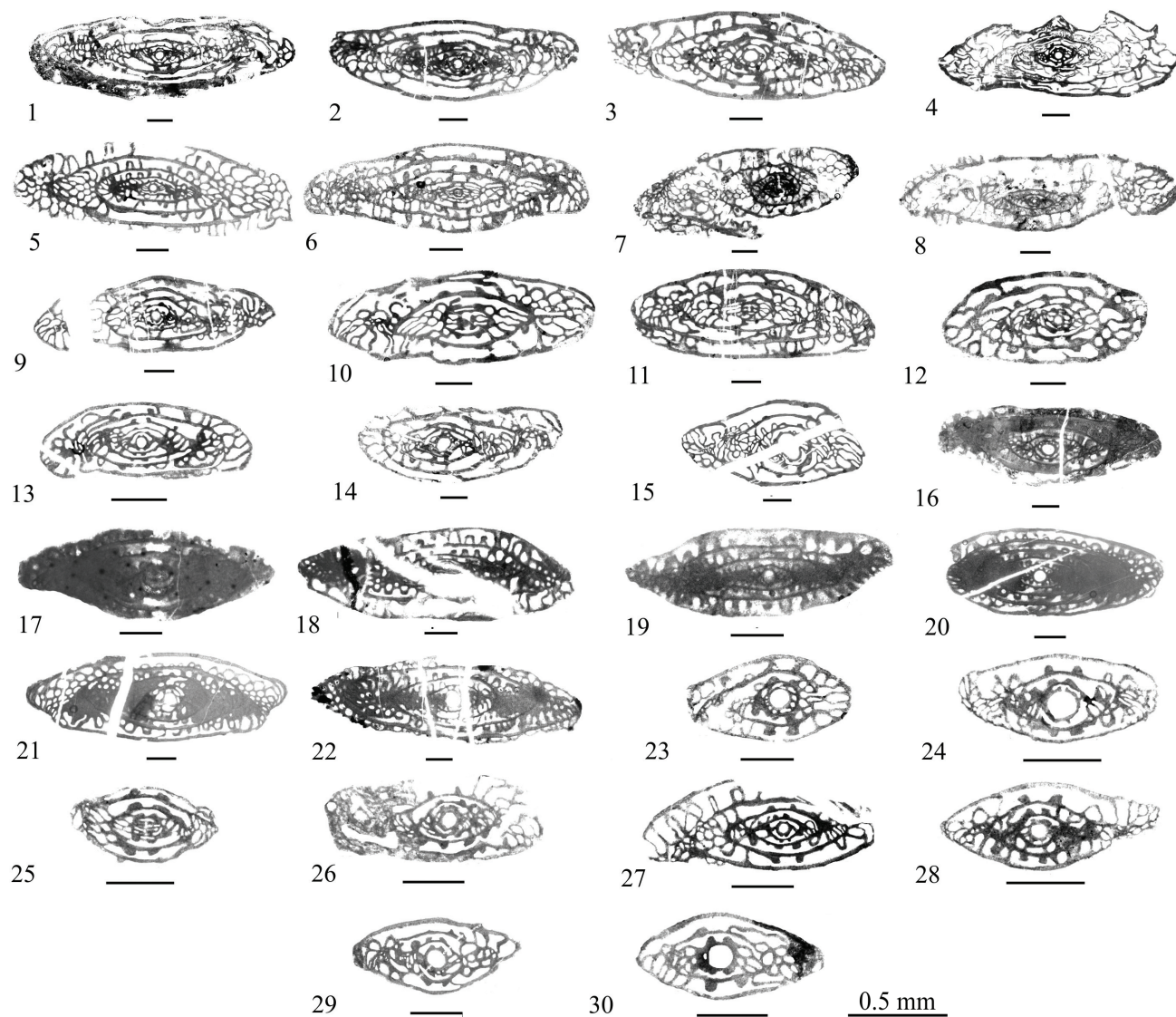
## Plate 2



Fusulinids from the Shishtu section. Magnification is x 10 in all figs. (scale bar D= 0.5 mm).

**Fig. 1.** *Ruzhenzevites zaladuensis brevis* Leven, sub axial section, sample SH 52; **Fig. 2.** *Ruzhenzevites zaladuensis brevis* Leven, axial section, sample SH 48; **Fig. 3.** *Ruzhenzevites zaladuensis* Leven, axial section, sample SH 50; **Fig. 4.** *Pseudofusulina macilenta* Leven, axial section, sample SH 52; **Fig. 5.** *Pseudoschwagerina* aff. *uddeni* (Beede et Kniker), axial section, sample SH 52; **Fig. 6.** *Pseudoschwagerina extensa* F. et G. Kahler, axial section, sample SH 52; **Fig. 7.** *Pseudoschwagerina* cf. *velebitica* K. Devide, axial section, sample SH 52; **Fig. 8.** *Pseudoschwagerina* cf. *beedei* Dunbar et Skunner, sub axial section, sample SH 51; **Fig. 9.** *Likharevites kokpectensis* (Scherbovich), axial section, sample SH 52; **Fig. 10.** *Likharevites* sp., transverse section, sample SH 52; **Fig. 11.** *Sphaeroschwagerina* cf. *vulgaris* (Scherbovich), transverse section, sample SH 54; **Fig. 12.** *Sphaeroschwagerina* cf. *vulgaris* (Scherbovich), transverse section, sample SH 54.

### Plate 3



Fusulinids from the Shishtu section. Magnification is x 15 in all figs. (scale bar D= 0.5 mm).

**Fig. 1.** *Rauserites tabasensis* Leven, axial section, sample SH 28; **Fig. 2.** *Rauserites fusoides* Leven, axial section, sample SH 28; **Fig. 3.** *Rauserites* sp. sample, axial section, SH 28; **Fig. 4.** *Rauserites infrequentis* Leven, axial section, sample SH 48; **Fig. 5.** *Rauserites* cf. *persicus* Leven, axial section, sample SH 48; **Fig. 6.** *Rauserites* sp., sample SH 48; **Fig. 7.** *Jigulites turanixus* Bensch, subaxial section, sample SH 50; **Fig. 8.** *Rauserites infrequentis* Leven sample SH 51; **Fig. 9.** *Rauserites* sp., axial section, sample SH 28; **Fig. 10.** *Rauserites fusoides* Leven, tangential section, sample SH 28; **Fig. 11.** *Rauserites variabilis* Rosovskaya, tangential section, sample SH 28; **Fig. 12.** *Triticites karlensis* Rosovskaya, subaxial section, sample SH 28; **Fig. 13.** *Triticites ovalis* Rozovskaya, axial section, sample SH 48; **Fig. 14.** *Rauserites quentilus* (Zolotova), axial section, sample SH 28; **Fig. 15.** *Rauserites quentilus* (Zolotova), axial section, sample SH 28; **Fig. 16.** *Rauserites* sp., axial section, sample SH 28; **Fig. 17.** *Anderssonites?* sp., subaxial section, sample SH 53; **Fig. 18.** *Anderssonites nanus* (Sjomina), axial section, sample SH 48; **Fig. 19.** *Nonpseudofusulina* ex gr. *gregaria* (Lee), axial section, sample SH 50; **Fig. 20.** *Nonpseudofusulina* ex gr. *gregaria* (Lee), axial section, sample SH 53; **Fig. 21.** *Benshiella restricta* (Sjomina), axial section, sample SH 52; **Fig. 22.** *Rugosofusulina* cf. *paravalida* Bensch, axial section, sample SH 52; **Fig. 23.** *Triticites?* sp., axial section, sample SH 48; **Fig. 24.** *Triticites* sp., axial section, sample SH 48; **Fig. 25.** *Triticites?* sp., tangential section, sample SH 48; **Fig. 26.** *Triticites* sp., axial section, sample SH 48; **Fig. 27.** *Rauserites* ex gr. *persicus* Leven, axial section, sample SH 50; **Fig. 28.** *Schwageriniiformis* cf. *nanus* (Rozovskaya), axial section, sample SH 50; **Fig. 29.** *Triticites?* sp., axial section, sample SH 25; **Fig. 30.** *Triticites?* sp., axial section, sample SH 48.

## کتابنگاری

- آقاباتی، ع.، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص. <https://doi.org/10.29252/ijcm.28.2.429>.
- پرتو آذر، ح.، ۱۳۷۴، سیستم پرمین در ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۳۴۰ ص.
- طاهری، ع.، ۱۳۸۱، چینه‌نگاری رسوبات پرمین (سازند جمال) در حوضه طبس، رساله دکتری دانشگاه اصفهان، ۱۵۷ صفحه.
- گرگیچ، م. ن.، ۱۳۸۱، چینه نگاری زیستی و سکانشی رسوبات کربونیفر ناحیه کلمرد را در برش های شاه کامالی، مدبیک و گچال، رساله دکتری، دانشگاه اصفهان.
- یاراحمدزهی، ح.، ۱۳۹۰، چینه نگاری زیستی فوزولین ها و چینه نگاری سکانشی نهشته های پرمین زیرین در ایران مرکزی (نواحی اصفهان، شهرضا، آباده و یزد)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. <https://doi.org/10.18869/acadpub.jrds.13.4.181>.

## References

- Aghanabati, A., 2004. *Geology of Iran, Geological Survey of Iran, (In Persian), 586 pages.* <https://doi.org/10.29252/ijcm.28.2.429>.
- Arefi fard, S., Davydov, V.I., 2004. Permian in Kalmard, Shotori and Shirgesht Areas, Central–Eastern Iran, Permophiles, no. 44, pp. 28–32. <https://www.researchgate.net/publication/312495913>.
- Badpa, M., Khaksar, and K. Ashouri, A., 2011. Study of Carboniferous corals in the Ozbak-kuh Mountains) Eastern of Central Iran (. 11th symposium of fossil Cnidaria and Porifera. Liege. Belgium. <https://doi.org/10.4072/rbp.2016.2.01>.
- Baghbani, D., 1993. The Permian sequence in the Abadeh region, central Iran, p. 7-22. In Nairn, A.E.M. and Koroteev, A.V. (eds.), Contributions to Eurasian geology. Occasional Publication Earth Sciences Research Institute, University of South Carolina, New Series 9B.
- Bensh, F. R., 1972. Stratigraphy and Fusulinids of the Upper Paleozoic of the South Fergana (in Russian), 147 pp., FAN, Tashkent.
- Davydov, V. I. , 1986. Fusulinids of Carboniferous–Permian boundary beds of Darvaz, in Carboniferous–Permian Boundary Beds of the Urals, Cisuralian and Central Asia, edited by Chuvashov et al., p. 103, Nauka, Moscow.
- Gaetani, M., Angiolini, L., Ueno, K., Nicora, A., Stephenson, M., Sciunnach, D., Rettori, R., Price, G., and Sabouri, J., 2009. Pennsylvanian–Early Triassic stratigraphy in the Alborz Mountains (Iran). Geological Society of London, Special Publications 312, 79–128. <https://doi.org/10.1144/sp312.5>.
- Gorgij, M.N., 2002. *Biostratigraphy and sequence stratigraphy of Carboniferous sediments of Kalmard region in Shah Kamali, Madbiki and Gachal sections, Ph.D. thesis (In Persian), Esfahan University.*
- Gorgij, M.N., and Leven, E.J. 2013. The first findings of fusulinids in the sections of the Sabzevar tectonic block (Iran). Stratigraphy and Geological Correlation 21, 8–17. <https://doi.org/10.1134/S0869593813010048>.
- Iranian–Japanese Research Group., 1981. The Permian and the Lower Triassic Systems in Abadeh Region, Central Iran, Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ., Ser. Geol. Mineral., vol. 47, no. 2, pp. 1– 133.
- Jalali, A., Yarahmadzahi, H., Vachard, D., Arian, M., Saidi, A., Aleali, M., 2021. New data on the Rectogordius (foraminifera) abundance zone (Latest Carboniferous: Gzhelian) of the Zaladou Formation (east-central Iran, Tabas block, Shishtu section). Annales de Paléontologie. 107(2): 102487. <https://doi.org/10.1016/j.annpal.2021.102487>.
- Kahler, F., 1974. Iranische Fusuliniden, Jahrb. Geol. B.A., vol. 117, pp. 75–107.
- Leven, E. Ja., and Gorgij, M. N., 2005. The Pennsylvanian Permian of the central and east Iran: Anarak, Ozbak-kuh and Shirgesht areas, Permophiles, 46, 20.
- Leven, E.Ja., and Gorgij, M.N., 2006. Gzhelian fusulinids first discovered in Central Iran. Stratigraphy and Geological Correlation 14, 19–29. <https://doi.org/10.1134/s0869593806010023>.
- Leven, E.Ja., and Gorgij, M.N., 2007. Fusulinids of the Khan Formation (Kalmard region, eastern Iran) and some problems of their paleobiogeography: Russian Journal of Earth Sciences, v. 9, p. 1–10. <https://doi.org/10.2205/2007es000219>.
- Leven, E.Ja., and Gorgij, M.N., 2008. New Fusulinids of the Moscovian Stage Found in Iran, Stratigraphy and Geological Correlation, vol. 16, no. 4, pp. 383–399. <https://doi.org/10.1134/s0869593808040035>.
- Leven, E.Ja., and Taheri, A., 2003. Carboniferous – Permian Stratigraphy and fusulinids of East Iran. Gzhelian and Asselian deposits of the OzbakKuh Region, Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, V. 109, no.3, pp. 399-415.
- Leven, E.Ja., and Yarahmadzahi, H., 2020. Fusulinids from the Lower Permian Emarat Formation, Gaduk Section, Central Alborz, Iran, Stratigrafiya, Stratigraphy and Geological Correlation, 28(2):167-176. <https://doi.org/10.1134/s0869593820020033>.
- Leven, E.Ja., Gorgij, M.N., 2009. Section of Permian Deposits and Fusulinids in the Halvan Mountains, Yazd Province, Central Iran, Stratigraphy and Geological Correlation, Vol. 17, No. 2, pp. 155–172. <https://doi.org/10.1134/s0869593809020051>.
- Leven, E.Ja., Gorgij, M.N., 2011a. First record of Gzhelian and Asselian fusulinids from the Vazhnan Formation (Sanandaj-Sirjan Zone of Iran). Stratigraphy and Geological Correlation 19, 486–501. <https://doi.org/10.1134/s0869593811050066>.
- Leven, E.Ja., Gorgij, M.N., 2011b. Fusulinids and stratigraphy of the Carboniferous and Permian in Iran. Stratigraphy and Geological Correlation 19, 687–776. <https://doi.org/10.1134/s0869593811070021>.

- Leven, E.Ja., Vaziri Moghaddam, H., 2004. Carboniferous–Permian stratigraphy and fusulinids of eastern Iran: The Permian in the Bage-Vang section (Shirgest Area). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 110(2), 441–465. <https://doi.org/10.1002/gj.2909>
- Lys, M., Stampfli, G., and Jenny, J., 1978. Biostratigraphie du Carbonifère et du Permien de l'Elbourz oriental (Iran du N. E.), *Notes Lab. Paléont. Univ. Genève*, no. 10, pp. 63–78.
- Partoazar, H., 1995. *Permian deposits in Iran. Treatise on the geology of Iran*, 22. Geological Survey of Iran. (In Persian with English abstract), Tehran, pp. 1–340.
- Ruttner, A., and Stöcklin, J., 1966. Foreword in Contributions to the Paleontology of East Iran, Report. Geological Survey of Iran, no. 6, pp. 2–5.
- Ruttner, A., Nabavai, M.H., and Alavi, M., 1970. Geological map of the Ozbak- kuh mountains 1: 100,000 proof. print.
- Ruttner, A., Nabavi, M., and Hajian, J., 1968. Geology of the Shirgesht area (Tabas area). Reports of Geological Survey of Iran 4, 1–133.
- Sharkovski, M., Susov, M., and Krivyakin, B., 1984. Geology of the Anarak Area (Central Iran), Explanatory Text of the Anarak Quadrangle Map, Reports of Geological Survey of Iran, no.19, pp. 1–31.
- Stepanov, D.L., 1971. Carboniferous stratigraphy of Iran. *Comptes Rendus VIème Congrès International Stratigraphie Géologie Carbonifère*, Sheffield, 1967 4, 1505–1517.
- Stöcklin, J., 1971. Stratigraphic lexicon of Iran, part 1, central, north and east Iran. Reports of Geological Survey of Iran 18, 1–338.
- Stöcklin, J., Eftekhar-Nezhad, J., and Hushmand-Zadeh, A., 1965. Geology of the Shotory range (Tabas area, East Iran). Reports of the Geological Survey of Iran 3, 1–69.
- Taheri, A., 2002. *Stratigraphy of Permian deposits (Jamal Formation) in Tabas Basin*, Ph.D. thesis (In Persian), Esfahan University, 157 p.
- Walliser, O.H., 1966. Preliminary notes on Devonian, Lower and Upper Carboniferous goniatites in Iran. Geological Survey of Iran, (Contribution to the paleontology of East Iran), Report No. 6; 7–24.
- Yarahmadzahi, H., 2011. *Fusulinid biostratigraphy and sequence stratigraphy of Lower Permian seposits in Central Iran (Isfahan, Shareza, Abadeh and Yazd Areas): Ph.D. thesis, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, 263 p. (In Persian).*
- Yarahmadzahi, H., and Leven, E. Ja., 2021. Middle Permian (Late Murgabian) Fusulinids of the Jamal Formation, Tabas Area, Iran, *Stratigraphy and Geological Correlation* 29(6):766-766. <https://doi.org/10.1134/s0869593821050075>.
- Yarahmadzahi, H., and Vachard, D., 2018 . The Uppermost Carboniferous (Gzhelian)-Lower Permian (Asselian-Sakmarian) stratigraphy and smaller foraminifers of the Ozbak-Kuh region (Tabas Block, east central Iran). *Geological Journal* 53, 510–526. <https://doi.org/10.1002/gj.2909>.
- Yarahmadzahi, H., and Vachard, D., 2019 . Moscovian-Asselian (middle Pennsylvanian–earliest Cisuralian) Smaller Foraminifers from the Asad-abad Section (Sanandaj-Sirjan Zone, Central Iran). *Journal of Foraminiferal Research*, 49, 107–130.
- Yarahmadzahi, H., Vachard, D., and Gorgij, M. N., 2015. First record of Sakmarian smaller foraminifers from the Sarab section (South Lut Block in Central Iran): *Arabian Journal Geosciences*, v. 8, p. 3119–3127.
- Zanchi, A., Zanchetta, S., Garzanti, E., Balini, M., Berra, F., Mattei, M., and Muttoni, G., 2009. The Cimmerian evolution of the Nakhla-Anarak area, Central Iran, and its bearing for the reconstruction of the history of the Eurasian margin. In: Brunet, M. F., Wilmsen, M., Granath, J. W. (Eds.), *South Caspian to Central Iran Basins*. Geological Society of London, Special Publications 312, pp. 261–286. <https://doi.org/10.1144/sp312.13>.