

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/342330609>

Permian Corals of the Bagh-e-Vang member of the Jamal Formation at the North of Tabas, their stratigraphic and biogeographic position

Article · February 2019

DOI: 10.22067/sed.facies.v11i2.76213

CITATIONS

0

READS

65

4 authors:



Mohammad Reza Ataei
Ferdowsi University Of Mashhad

3 PUBLICATIONS 1 CITATION

[SEE PROFILE](#)



Abbas Ghaderi
Ferdowsi University Of Mashhad

87 PUBLICATIONS 336 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Ali Reza Ashouri
Ferdowsi University Of Mashhad

115 PUBLICATIONS 429 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Mahdi Badpa
Payame Noor University

30 PUBLICATIONS 13 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



study rugosa and tabulata corals in Early Permian in tabas iran [View project](#)



Early Carboniferous corals in Iran [View project](#)



Permian Corals of the Bagh-e-Vang member of the Jamal Formation at the North of Tabas, their stratigraphic and biogeographic position

Ataei, M.R.¹, Ghaderi, A.^{2*}, Ashouri, A.R.³, Badpa, M.⁴

1- M.Sc. in Stratigraphy & Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

4- Ph.D in Geology- Stratigraphy and Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, Payame Noor University, Qom, Iran

*Email: aghaderi@um.ac.ir

Introduction

Coral fossils of Jamal Formation Bagh-e-Vang member in Bagh-e-Vang and Shesh-Angosht stratigraphic sections (Tabas area of East-Central Iran) have been investigated in this research. Except the studies by Flügel (e.g.; 1964, 1968, 1972, 1995) and Ezaki (1991) Permian corals are poorly known from Iran. The Jamal Formation was firstly introduced by Stöcklin *et al.* (1965) for the Permian rocks of east central Iran consisting mainly of limestone and dolomite in Shotori and Shirgesht Mountain ranges of the Tabas Block. With 293 to 473 m thickness (Stöcklin *et al.*, 1965; Ruttner *et al.*, 1968; Leven and Vaziri Mohaddam, 2004), its succession confined unconformably upon eroded surface of siliciclastic rocks belonging to the Carboniferous Sardar Formation and is conformably overlain by the Lower Triassic Sorkh Shale Formation (Partoazar *et al.*, 2014). Jamal Formation in the studied sections is divided into 2 members, Bagh-e-Vang and Cherty Limestone member. The first one which is the main subject of the current research consists of shale and fossiliferous limestone with a siliciclastic rock unit of conglomerate and sandstone at the base, which is overlaid on the green shales of the Sardar Formation. The member is overlaid by cherty limestone of the Jamal Formation through a conglomeratic horizon. This study discuss paleontologically and paleobiogeographically the new material collected from the Jamal Formation in the mentioned localities, Bagh-e-Vang (coordinates of N33°58'27" and E56°47'33") on the southwestern flank of the Bagh-e-Vang Mountain and Shesh-Angosht (coordinates of N33°59'15" and E56°46'50") on the western flank of the Shesh-Angosht Mountain, at the north of Tabas.

Materials and methods

Beside the lithostratigraphical studies in the field, we looked the whole succession of the Bagh-e-Vang member to investigate the coral contents. Totally more than 350 specimens of in situ and float solitary and colonial corals have been collected bed by bed. The specimens were immersed in cold water for one week for study to remove the soft sediment particles attached to them with a special brush. Subsequently, the descriptive characteristics of the specimens included external features such as overall shape, length, diameter, diameter, base and calyx diameter, presence or absence of transverse and longitudinal bands, preservation and wall thickness, rejuvenation, columella and its diameter and depth of calyx were recorded in the respective tables and photographed from various positions with a Canon XD60 camera. In addition, coral fossils serially sectioned in the transverse and longitudinal directions according to the size and conditions of the study. They were studied under normal light (PPI) binocular microscope with a magnification of 5. In the thin section studies, coral diameter, dissepimentarium thickness, number of dissepiment rows, their size and slope, types of dissepiments, central structure, number, shape and thickness of septa as well as their types (Alar septa, cardinal septa, etc.), granule, fossula, tabularium and their number in cm, tabular diameter, type of wall, its thickness and ornamentation, central area diameter and septotheca were investigated. The final determination is carried out based on the proper literatures such as Flügel (1964, 1972, 1990), Ezaki (1991), Flügel & Hubmann (1993), Fedorowski (2010), Berkowski (2012), Kossavaya *et al.* (2012), Somerville *et al.* (2012).

Discussion and conclusion

The stratigraphic interval in which all examined tabulate corals occur represents the lowest ca. 60 m part (= Bagh-e Vang Member in Partoazar, 1995), where carbonate facies are sandy to marly and contain interlayers



of sandstone, shale, and olistolith. The Bagh-e-Vang member was dated by various taxa. These results are as follows: Bolorian (=Kungurian; fusulinids; Leven and Vaziri Mohaddam, 2004), Yakhtashian (=Artinskian) to Bolorian (fusulinids; Arefifad, 2006), Artinskian to Kungurian (bryozoans; Ernst *et al.*, 2006), Bolorian to early Kubergandian (=early Roadian; fusulinids; Leven and Gorgij, 2011), and Sakmarian to Kungurian (conodonts; Voulo, 2014). Taking these information into consideration, the age of corals examined herein is best constrained as late early Permian. The Tabas Block forms the Central-East Iranian Microcontinent with the Yazd and Lut blocks, whose paleogeographic position is interpreted to have been part of northern margin of Gondwana during early Permian time (e.g. Berberian and King, 1981; Ruban *et al.*, 2007). It is concluded that, therefore, habitat of the Jamal coral assemblage was on the southern shelves of the Paleotethys.

The coral assemblage of the Bagh-e-Vang member comprises 27 genera, 2 subgenera, 35 species, and 6 subspecies belong to 20 families of solitary and cerioid-fasciculate colonial Rugosa and Tabulata corals. This fauna is similar to Early Permian (Sakmarian – Kungurian) assemblages of the Cimmerian blocks. They are categorized into two distinct Waagenophyllum and Cyathaxonia fauna; although the Cyathaxonian forms with more diversity and abundance are dominant in the studied sequences. The Fasciculat and cerioid colonial genera of the Waagenophyllum fauna approve the shallow warm water tropical realms of the Tethys Ocean, however the small solitary Cyathaxonia fauna mostly tends to cool - temperate antitropical, antiequatorial or bipolar realms of the northern and southern hemispheres in the Permian (Wang *et al.*, 2013). It means the Cyathaxonia fauna of the Bagh-e-Vang member are comparable with the Pri-Gonwanan realm and the Waagenophyllum fauna are similar to those from North and South China in the tropical realm. Consequently, the Early Permian coral fauna in the Bagh-e-Vang member suggests a complex paleobiogeographic pattern consist of tropical Waagenophyllum and cool-temperate Cyathaxonia fauna.

Keyword; Permian; Coral; Tabas; Jamal Formation; Bagh-e-Vang Member; Shesh-Angosht section; Paleobiogeography.

References

- Arefifard, S., 2006. Microbiostratigraphy and microfacies of Permian strata in Shotori, Shirgesht and Kalmard areas. *Ph.D. Thesis, Shahid Beheshti University*, 252 pp.
- Berberian, M., & King, G.C.P., 1981. Toward a paleogeography and tectonic evolution of Iran. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 18: 210-265.
- Berkowski, B., 2012. Life strategies and function of dissepiments in rugose coral *Cactotrochus instabilis* from the Lower Devonian of Morocco. *Acta Palaeontologica Polonica*, 57 (2): 391–400.
- Ernst, A., Senowbari-Daryan, B., & Rashidi, K., 2006. Lower Permian Bryozoa of the Jamal Formation from Bagh-e-Vang (Shotori Mountains, northeast Iran). *Facies*, 52: 627–635.
- Ezaki, Y., 1991. Permian corals from Abadeh and Julfa, Iran, West Tethys. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 4, Geology and mineralogy*, 23 (1): 53-146.
- Fedorowski, J., 2010. Does similarity in rugosan characters and their functions indicate taxonomic relationship? *Palaeoworld*, 19: 374–381.
- Flügel, H.W., & Hubmann, B., 1993. Palaontologie und Plattentektonikam Beispiel proto- und palaotethyder Korallenfaunen. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 136: 27-37.
- Flügel, H.W., 1964. The geology of the Upper Djadgerud and Lar Valleys (N-Iran). II. Paleontology. Permian corals from Ruteh Limestone. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 70 (3): 403-444.
- Flügel, H.W., 1968. Korallen aus der oberen Nesen-Formation (Dzhulfa-Stufe, Perm) des zentralen Elburz (Iran). *National library Geology Paleontology Abhandlungen*, 130 (3): 275-304.
- Flügel, H.W., 1972. Die palaozoischen Korallenfaunen Ost-Irans, 2. Rugosa Geol. Und Tabulata der Jamal Formahion (Darwasian ? Perm). *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 115: 49 – 102.
- Flügel, H.W., 1990. Korallen aus dem Mittel-Perm Irans. *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 133: 523-536.
- Flügel, H.W., 1995. Biostratigraphie und Korallenfaunen des Jungpaläozoikums Ost-Irans. *Geologisch-paläontologische Mitteilungen Innsbruck*, 20: 35–49.



- Kossovaya, O.L., Novak, M., & Weyer, D., 2012. *Sloveniaxon*, a new genus of ahermatypic Rugosa (Anthozoa) from the basal Permian (Asselian) of Slovenia. *Geologica Belgica*, 15 (4): 361-369.
- Leven E.Ja., & Vaziri-Moghaddam, H., 2004. Carboniferous- Permian Stratigraphy and Fusulinids of Eastern Iran: the Permian in the Baghe-Vang Section (Shirgesht Area). *Rivista Italiana di Paleontologia e stratigrafia*, 110: 441-465.
- Leven, E.Ja., & Gorgij, M.N., 2011. Fusulinids and stratigraphy of the Carboniferous and Permian in Iran. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 19: 687-776.
- Partoazar, H., Hamdi, B., & Aghanabati, S.A., 2014. New approach on biostratigraphy of Permian deposits of Jamal Formation in Bagh Vang section, Shirgesht area (Central Iran). *Geopersia*, 4: 141-154.
- Partoazr, H., 1995. Treaties on the Geology of Iran: Permian deposits in Iran. *Geological Survey of Iran*, 22: 1-370. (In Persian with English abstract).
- Ruban, D.A., Al-Husseini, M.I. & Iwasaki, Y. 2007. Review of Middle East Paleozoic plate tectonics. *GeoArabia*, 12: 35-56.
- Ruttner, A., Nabavi, M.H., & Hajian, J., 1968. Geology of the Shirgesht area (Tabas area, East Iran). *Geological Survey of Iran*, 4: 1-133.
- Somerville, I.D., Rodríguez, S., Said, I., & Cózar, P., 2012. Mississippian coral assemblages from Tabainout mud-mound complex, Khenifra area, Central Morocco. *Geology Beltiga*, 15 (4): 308-316.
- Stöcklin, J., Eftekhar-Nezhad, J., & Hushmand-Zadeh, A., 1965. Geology of the Shotori Range (Tabas area, East Iran). *Geological Survey of Iran*, 3: 1-69.
- Vuolo, I., 2014. Conodont biostratigraphy from Carboniferous and Permian successions of Pamir, Central Iran and Tunisia. *Ph.D Thesis. Università Degli Studi Di Milano*. 308 p.
- Wang, X.D., Lin, W., Shen, S.Z., Chaodumrong, P., Shi, G.R., Wang, X.J., & Wang, Q.L., 2013. Early Permian rugose coral *Cyathaxonia* faunas from the Sibumasu Terrane (Southeast Asia) and the southern Sydney Basin (Southeast Australia): Paleontology and paleobiogeography. *Gondwana Research*, 24: 185-191.

مرجان‌های پرمین عضو باغ‌ونگ سازند جمال در شمال طبس، جایگاه چینه‌شناسی و زیست‌جغرافیای دیرینه

محمد رضا عطایی^۱، عباس قادری^۲، علیرضا عاشوری^۳، مهدی بادپا^۴

۱- دانشجوی آموخته کارشناسی ارشد چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۴- دکترای چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، مدرس زمین‌شناسی دانشگاه پیام نور قم، قم، ایران

*پست الکترونیک: aghaderi@um.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۱۸

تاریخ دریافت: ۹۷/۷/۳

چکیده

در این پژوهش، مرجان‌های عضو باغ‌ونگ سازند جمال در دو برش چینه‌شناسی کوه باغ‌ونگ و کوه شش انگشت مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. عضو باغ‌ونگ متشکل از توالی از شیل و سنگ آهک مارنی فسیل‌دار است که در بخش ابتدایی خود واحد آواری از ماسه سنگ آهکی و کنگلومرا دارند و بر روی شیل‌های سبز رنگ سازند سرد قرار گرفته‌اند. این عضو در بالا نیز به واسطه یک افق کنگلومرای، توسط سنگ آهک‌های چرت‌دار ادامه سازند جمال پوشیده می‌شود. مرجان‌های به دست آمده از عضو باغ‌ونگ مشتمل بر ۲۷ جنس، ۲ زیرجنس، ۳۵ گونه و ۶ زیرگونه متعلق به ۲۰ خانواده مختلف از فرم‌های روگوزای منفرد و کلنی سریونید و فاسیکولیت و نیز فرم‌های تابولاتا هستند و مشابه با فونای پرمین پیشین (ساکمارین تا کنگورین) در نواحی مختلف سرزمین‌های سیمیرید می‌باشند. این مرجان‌ها در قالب دو فون کلی واگنیوفیلوم و سیاتاکسونیا قابل دسته‌بندی بوده، اگرچه فونای سیاتاکسونیا مجموعه غالب توالی از نظر تنوع و فراوانی هستند. از دیدگاه پراکنش زیست‌جغرافیایی دیرینه، جنس‌های کلنی فاسیکولیت و سریونید فون واگنیوفیلوم مؤید آب‌های گرم و کم‌عمق نواحی گرمسیری - استوایی حوضه تیتیس در پرمین و جنس‌های روگوزای منفرد کوچک، نشانگر فون سیاتاکسونیا و یادآور آب‌های سرد و معتدل ایالت وراگرمسیری تا دوقطبی شمالی - جنوبی می‌باشند. بر این اساس، فونای سیاتاکسونیای مورد مطالعه در عضو باغ‌ونگ قابل مقایسه با قلمروی پری‌گندوانا و واگنیوفیلیدهای به دست آمده مشابه با فرم‌های معرفی شده از چین شمالی و جنوبی در ایالت گرمسیری هستند. لذا فون مرجانی پرمین پیشین ایران مرکزی، مجموعه پیچیده و مخلوطی از فونای معتدل/سرد سیاتاکسونیا با فونای حاره‌ای واگنیوفیلوم می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پرمین؛ مرجان؛ طبس؛ سازند جمال؛ عضو باغ‌ونگ؛ برش شش انگشت؛ جغرافیای زیستی دیرینه.

مقدمه

شمال باختر طبس از دهه ۱۹۵۰ تاکنون از دیدگاه‌های مختلفی مطالعه شده‌اند (برای مثال: Flügel, 1972؛ Leven & Vaziri-Moghaddam, 2004؛ ۱۳۷۴؛ پرتوآذر،

گسترش جغرافیایی سنگ‌های پرمین در ایران مرکزی بسیار زیاد است و به ویژه در ناحیه طبس از دیرباز مورد توجه بوده است. نهشته‌های پرمین ناحیه شیرگشت و کلمرد در

Flügel (1972) بر روی فونای به دست آمده از سازند جمال در بلوک طبس و بادپا و همکاران (۱۳۹۲) بر روی فون مرجانی سازند خان در بلوک کلمرد محدود می‌شوند. از این میان، Flügel (1972) مرجان‌های پرمین در کوه‌های باغ‌ونگ، شش‌انگشت، شتری و نیشکین را مورد مطالعه قرار داده و دو فون مرجانی سیاتاکسونیا^۱ و واگینوفیلوم^۲ را در این طبقات معرفی نموده است. با توجه به گذشت نزدیک به نیم قرن از تاریخ انتشار مطالعات وی و تغییرات روزافزون در روش مطالعه و شناسایی مرجان‌ها و نیز بازنگری‌های انجام شده در چینه‌شناسی برش‌های کوه باغ‌ونگ و کوه شش‌انگشت، ضروری بود تا فون مرجانی موجود در این مناطق نیز بازشناسی و بازنگری گردد و لذا با این هدف، پژوهش حاضر انجام شده است. در این نوشتار، فسیل‌های مرجانی عضو باغ‌ونگ سازند جمال در کوه باغ‌ونگ و کوه شش‌انگشت مطالعه شده‌اند که به ارائه مستندات بیشتری از مرجان‌های پرمین ایران مرکزی منجر شده است. مرجان‌های مورد مطالعه از اولین نمایندگان مرجان‌ها پس از نایبوستگی گسترده کرینیفر پسین در ایران هستند و این مسأله اهمیت مطالعه بیشتر و دقیق‌تر آن‌ها را دوچندان می‌کند.

زمین‌شناسی عمومی و سنگ چینه‌نگاری

Ruttner *et al.* (1968) در گزارش شماره ۴ سازمان زمین‌شناسی کشور، طبقات رسوبی سازند جمال، سازند سرخ شیل و سازند شتری در ناحیه شیرگشت را پیوسته دانسته و به سه سازند یاد شده گروه طبس نام داده‌اند. کوه‌های باغ‌ونگ و شش‌انگشت در منتهی‌الیه شمال باختری کوه‌های شتری، دربردارنده برونزدی از سنگ‌های پالئوزوئیک بالایی - مزوزوئیک پایینی هستند که در یک

عارفی‌فرد و همکاران، ۱۳۸۵؛ Ernst *et al.*, 2006؛ 2005؛ وزیرى مقدم و طاهری، Ernst & Gorgij, 2008؛ ۱۳۸۷؛ Leven & Gorgij, 2013؛ رشیدی و پرویزی، ۱۳۹۲؛ پرتوآذر و همکاران، ۱۳۹۳؛ ستوهیان و رنجبران، ۱۳۹۳؛ Partoaza *et al.*, 2014؛ 2014؛ Vuolo, 2014). این مطالعات همگی گویای پیش‌روی گسترده دریای پرمین در این پهنه ساختاری هستند. ردیف رسوبات دریایی پرمین در بیشتر مناطق ایران در قاعده با کنگلومرا و ماسه سنگ قرمز شروع می‌شوند (پرتوآذر، ۱۳۷۴) و در بلوک طبس در خاور ایران مرکزی، به این ردیف‌های رسوبی پرمین، سازند جمال نام داده شده است (آقائباتی، ۱۳۸۷).

برش چینه‌شناسی کوه باغ‌ونگ در شمال طبس یکی از بهترین رخنمون‌های سازند جمال می‌باشد که پرتوآذر (۱۳۷۴) بخش زیرین آن را تفکیک و به نام سازند باغ‌ونگ معرفی نموده است، اما Leven & Vaziri-Moghaddam (2004) این بخش قاعده‌ای را عضو باغ‌ونگ نام نهاده‌اند. با وجود این، در اغلب مطالعات انجام شده در این ناحیه، بخش پایینی توالی پرمین در ناحیه شیرگشت به عنوان عضو باغ‌ونگ از سازند جمال در نظر گرفته شده است و در نوشتار حاضر نیز همین واژگان استفاده شده‌اند. در برش کوه شش‌انگشت نیز که به فاصله اندکی در باختر کوه باغ‌ونگ قرار گرفته است، توالی‌های پرمین با کنگلومرای قاعده‌ای عضو باغ‌ونگ شروع می‌شوند (وزیری مقدم و طاهری، ۱۳۸۲؛ عارفی‌فرد و همکاران، ۱۳۸۵).

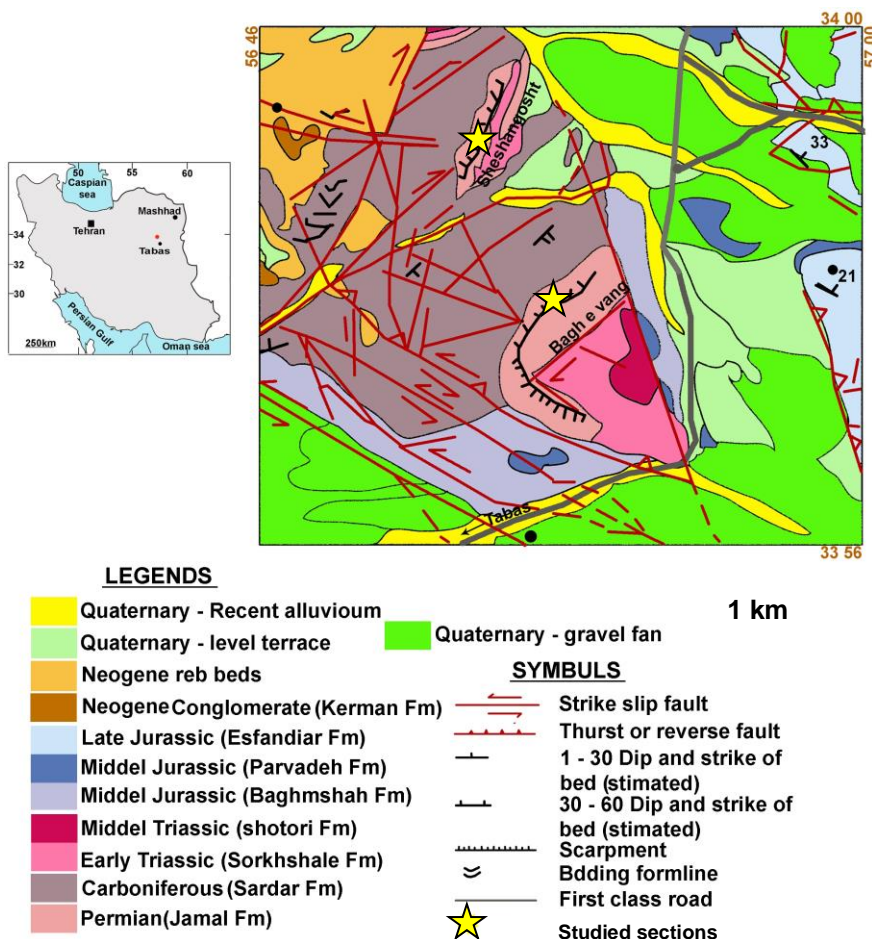
با وجود مطالعات متعدد دیرینه‌شناسی بر روی توالی‌های پرمین در ایران، مرجان‌های این دوره کمتر شناخته شده‌اند و تنها در چند گزارش به نسبت قدیمی به ذکر آن‌ها پرداخته شده است (برای مثال: Flügel, 1936؛ Douglas, 1972؛ Ezaki, 1991). معدود مطالعات انجام شده در این زمینه در ایران مرکزی و به ویژه در منطقه طبس به مقالات

¹- Cyathaxonia

²- Waagenophylum

شیب عمومی لایه‌ها بین ۲۵ تا ۳۰ درجه جنوب خاوری (SE 25-30) متغیر است. برش چینه‌شناسی کوه شش‌انگشت نیز در پهلوی شمال باختری کوهی به همین نام در فاصله زمینی ۵۴ کیلومتری شمال باختری شهر طبس و فاصله تقریبی ۳ کیلومتری جنوب روستای شیرگشت واقع شده و در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ طبس جای دارد (شکل ۱). مختصات جغرافیایی قاعده این برش نیز "۴۷/۸۹" عرض شمالی و "۴۶' ۵۶° طول خاوری و "۱۷/۴۵' ۵۹° ۳۳° عرض شمالی می‌باشد و امتداد عمومی لایه‌های آن به صورت N20E و شیب عمومی لایه‌های آن نیز حدود ۴۰ درجه جنوب خاوری (SE ~40) است.

ساختار تاقدیسی - گسله نمایان شده‌اند. برش کوه باغ‌ونگ در فاصله ۴۵ کیلومتری شمال طبس، یکی از شناخته شده‌ترین برش‌های چینه‌شناسی برای طبقات پرمین در خاور ایران مرکزی است. طبقات پرمین در این ناحیه در یال شمال باختری کوه باغ‌ونگ به فاصله حدود ۳/۵ کیلومتری جنوب آبادی شیرگشت و در گستره نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ طبس (کریمی باوندپور و حاجی حسینی، ۱۳۸۱) جای دارند. مختصات جغرافیایی قاعده این برش "۳۴/۵۱' ۴۷° ۵۶° طول خاوری و "۳۰/۵۰' ۵۸° ۳۳° عرض شمالی و امتداد عمومی طبقات آن به صورت N45E و



شکل ۱: نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (برگرفته از کریمی باوندپور و حاجی حسینی، ۱۳۸۱؛ با تغییرات و ترسیم مجدد)

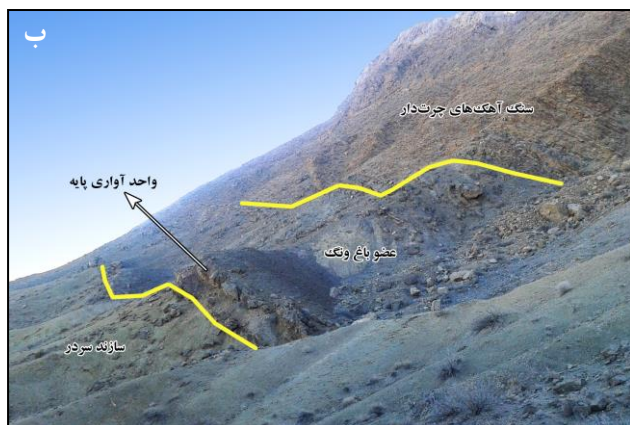
به ضخامت مجموع ۴۰ متر پوشیده می‌شوند (شکل ۲الف). این واحد چینه‌شناسی که پیکره اصلی عضو باغ‌ونگ را می‌سازد، در بخش‌های مارنی - شیلی میانی خود، قطعاتی از سنگ آهک‌های نابرجای ایستولیتی فسیل‌دار را جای داده است. علاوه بر فوزولینیدها، اسفنج‌ها، جلبک‌ها، کرینئیدها، اکینوئیدها، شکم‌پایان، بازوپایان، سفالوپودها و مرجان‌های فراوان، دیگر فسیل‌های این بخش را تشکیل می‌دهند که به ویژه در بخش‌های پایینی برش فراوان‌ترند. وجود قطعات سنگ آهکی ایستولیتی نشان‌دهنده وجود ناپایداری پلاتفرم کربناته در اثر حرکات تکتونیکی در زمان رسوب‌گذاری سازند جمال در برش باغ‌ونگ دانسته شده است (Vuolo, 2014). مجموع ضخامت عضو باغ‌ونگ در برش کوه باغ‌ونگ ۵۳/۲ متر اندازه‌گیری شده است. بر روی عضو باغ‌ونگ، مجدداً افق کنگلومرایی با پیل‌های درشت سنگ آهکی خاکستری رنگ و ماتریکس کربناته به ضخامت ۱/۳ متر قرار دارد که نشانه آغاز عضو کربنات چرت‌دار سازند جمال است (شکل ۳).

در برش شش‌انگشت، مرز زیرین سازند جمال به واسطه یک واحد سنگ آهکی مارنی ندولار، با رخنمون‌های تپه ماهوری شیلی - ماسه سنگی سبز رنگ سازند سردر ناپیوستگی هم‌شیب دارد (کریمی باوندپور و حاجی حسینی، ۱۳۸۱؛ Vuolo, 2014)؛ اگرچه به دلیل وجود واریزه‌های فراوان در محل گذر این دو سازند، تشخیص دقیق همبری آن‌ها به سختی میسر است (شکل ۲ب).

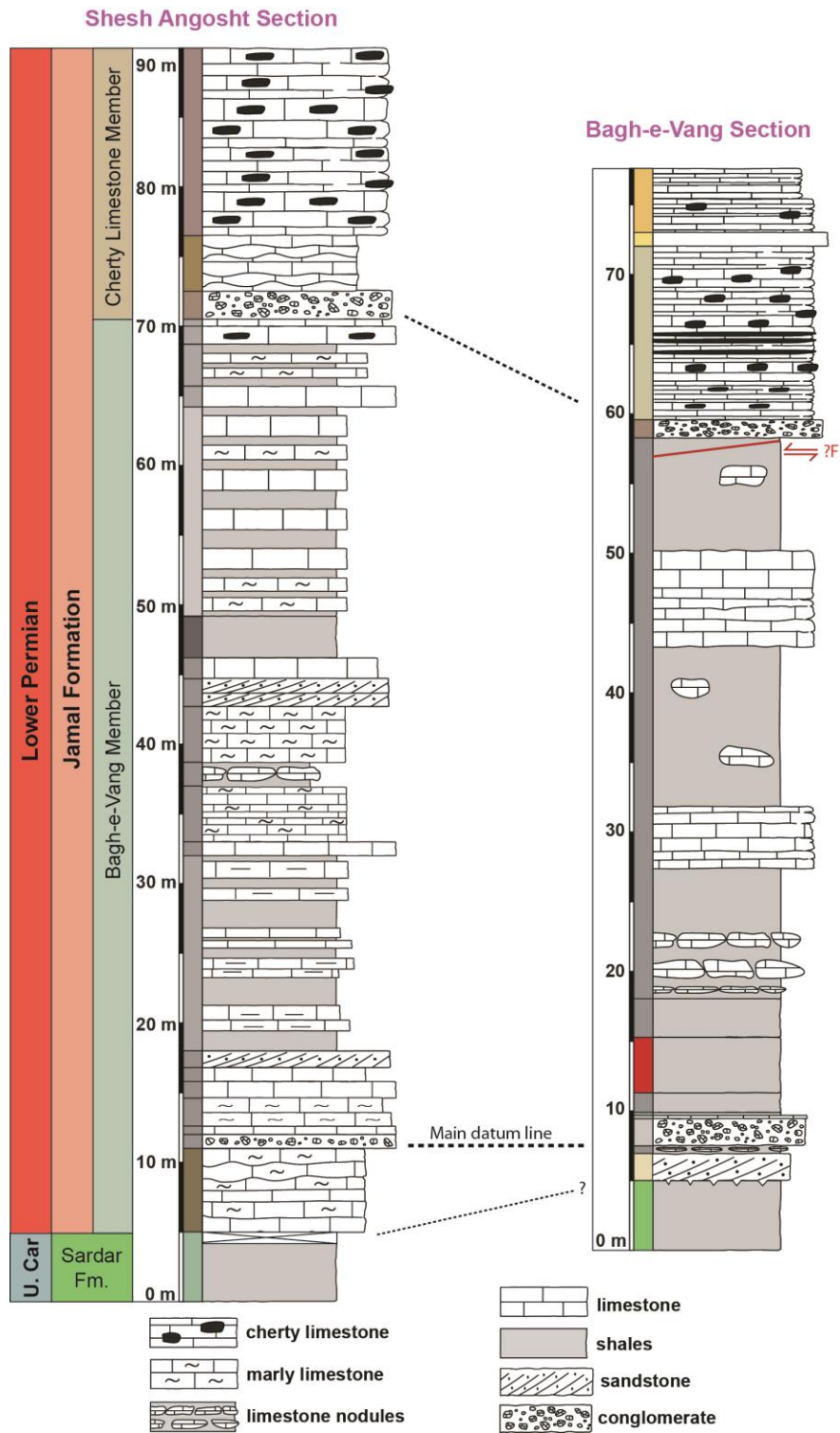
Ruttner *et al.* (1968) برای سازند جمال در برش کوه باغ‌ونگ ۲۹۳ متر ضخامت و در برش کوه شش‌انگشت ۲۵۹ متر ضخامت در نظر گرفته و ترکیب سنگ‌شناسی این سازند را متشکل از سنگ‌های رسوبی آواری و کربناته دانسته‌اند. مرزهای زیرین و بالایی سازند جمال در هر دو برش با سازندهای سردر و سرخ‌شیل، همشیب و ناپیوسته است.

سازند جمال در برش باغ‌ونگ با یک واحد ماسه سنگ آهکی کرم رنگ و افقی کنگلومرایی همراه با شیل خاکستری و قرمز دارای ندول‌های آهکی - ماسه‌ای با ضخامت مجموع ۴/۴ متر، به عنوان آغازگر عضو باغ‌ونگ مشخص می‌گردد. این واحد آواری قاعده‌ای به طور هم‌شیب و ناپیوسته، طبقات شیلی - ماسه سنگی سازند سردر به دیرینگی کربنیفر پسین را می‌پوشاند. سازند جمال در مرز بالایی خود در هر دو برش، توسط شیل‌های آهکی سرخ تا زرد رنگ سازند سرخ‌شیل به دیرینگی تریاس پیشین با گذر ناپیوسته همشیب پوشیده می‌شود (Ruttner *et al.*, 1968).

بر روی واحد آواری قاعده عضو باغ‌ونگ که نشانه آغاز پیش‌روی دریای پرمین است (پرتوآذر، ۱۳۷۴)، ردیف‌های شیلی سرخ و خاکستری به ضخامت ۸/۸ متر قرار دارند که خود با مارن و شیل‌های خاکستری تا سیاه دارای میان‌لایه‌های سنگ آهک مارنی گاه پکستونی - گرینستونی فوزولینیددار نازک تا متوسط لایه به رنگ خاکستری تیره



شکل ۲: عضو باغ‌ونگ سازند جمال و گذر آن با سازند سردر در زیر و سنگ آهک‌های چرت‌دار سازند جمال در بالا؛ الف) برش کوه باغ‌ونگ (جهت دید به سمت شمال خاور)؛ ب) برش کوه شش‌انگشت (جهت دید به سمت شمال خاور)



شکل ۳: ستون سنگ چینه‌ای عضو باغ ونگ در برش‌های چینه‌شناسی کوه باغ ونگ و کوه شش انگشت

مشخص است، این اعداد تفاوت شایان توجهی با عدد ۲۵۹ متر برای ضخامت سازند جمال در نوشته *Ruttner et al.* (1968) دارند که بیانگر ضرورت بازبینی و بازنگری ادامه توالی رسوبی سازند جمال در این برش چینه‌شناسی است.

روش مطالعه

در مرحله عملیات صحرایی، ستون چینه‌شناسی برش‌های باغ‌ونگ و شش‌انگشت اندازه‌گیری و تهیه شد. در این مرحله لایه‌های دربردارنده مرجان‌ها و چگونگی قرارگیری و آرایش آن‌ها در طبقات بررسی شدند و نمونه برداری لایه به لایه از طبقات فسیل‌دار صورت گرفت؛ ضمن این که موقعیت این طبقات و فسیل‌های برجای آن‌ها تصویربرداری شدند. در این پژوهش بیش از ۳۵۰ نمونه مرجانی و سنگی برای مطالعه برداشت و به آزمایشگاه دیرینه‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد منتقل گردید. این نمونه‌ها برای مطالعه به مدت یک هفته در داخل آب قرار داده شدند تا ذرات رسوبی نرم متصل به آن‌ها به راحتی با برس مخصوص جدا شوند. پس از آن مشخصات توصیفی نمونه‌ها شامل ویژگی‌های خارجی همچون شکل کلی مرجان، طول، قطر، بیشترین قطر، قطر قاعده و جام، بودن یا نبودن نوارهای عرضی و طولی، حفظ شدگی و ضخامت دیواره، جوان شدگی، داشتن یا نداشتن ستونک و اندازه قطر آن و عمق جام یا کالیس، در جدول‌های مربوطه یادداشت شدند و از موقعیت‌های مختلف آن با دوربین کانن 60D عکس‌برداری گردید. علاوه بر این، از فسیل‌های مرجانی با توجه به اندازه و شرایط مطالعه در دو راستای عرضی و طولی مقاطع نازک به ویژه به صورت سریالی تهیه شد. لام‌های مورد استفاده بسته به اندازه مرجان‌ها، ابعاد ۷۰×۷۰ و ۷۰×۹۰ میلی‌متر دارند. نمونه‌های فسیلی در زیر نور معمولی (PPI) میکروسکپ دوچشمی با بزرگ‌نمایی حداکثر ۵ و ۱/۵ برابر مطالعه شدند. در هنگام

عضو باغ‌ونگ در برش کوه شش‌انگشت ۶۵/۵ متر ضخامت دارد. این عضو در بخش پایینی خود با سنگ آهک‌های مارنی ندولار به رنگ خاکستری تا قهوه‌ای به ضخامت ۶ متر و سپس یک واحد کنگلومرایی به ضخامت ۱ متر آغاز می‌شود. از این حیث تفاوت‌هایی با برش کوه باغ‌ونگ دیده می‌شود، چرا که ضخامت واحد کنگلومرایی در برش باغ‌ونگ دو تا سه برابر آن چیزی است که در این جا دیده می‌شود، ضمن این که این واحد کنگلومرایی در برش باغ‌ونگ بر روی یک بخش ماسه سنگ آهکی قرار گرفته که در این جا با طبقات سنگ آهکی مارنی ندولار جایگزین شده است. بر روی بخش سنگ آهکی - کنگلومرایی نیز همانند برش باغ‌ونگ، تناوبی از مارن، سنگ آهک و شیل خاکستری با محتوای فسیلی مشابه با برش باغ‌ونگ وجود دارد که با ضخامت ۵۸/۵ متر، بخش اعظم عضو باغ‌ونگ را به خود اختصاص داده است (شکل ۳). پایان بخش عضو باغ‌ونگ نیز در برش شش‌انگشت، همانند برش باغ‌ونگ، افق کنگلومرایی و سنگ آهک خرد شده کنگلومرایی حاوی جلبک، فوزولینید، کریونید و مرجان به ضخامت ۲ متر است که به عنوان آغازگر عضو کربنات چرت‌دار سازند جمال در نظر گرفته می‌شود. ضخامت ۶۵/۵ متری اندازه‌گیری شده برای عضو باغ‌ونگ در برش کوه شش‌انگشت را *Ruttner et al.* (1968) نیز ۶۵/۱ متر معرفی کرده‌اند که این میزان از شباهت در اندازه‌گیری توسط دو گروه کاری متفاوت جالب توجه می‌نماید. لازم به ذکر است عارفی‌فرد و همکاران (۱۳۸۵) برای مجموع سازند جمال در برش کوه شش‌انگشت ۷۵ متر ضخامت در نظر گرفته‌اند، اگرچه آقائباتی (۱۳۸۷) به نقل از عارفی‌فرد، ضخامت سازند جمال در برش کوه شش‌انگشت را ۸۳ متر معرفی کرده است. همچنین Vuolo (2014) مجموع ضخامت سازند جمال را در این برش ۹۹/۲ متر معرفی کرده است. همان‌طور که

Ernst *et al.* و (2005) Senowbari-Daryan *et al.* (2006) با استناد به سن بلورین (کنگورین) در نوشته Leven & Vaziri-Moghaddam (2004)، به مطالعه اسفنج‌ها و بریوزوئرهاى عضو باغ‌ونگ پرداخته‌اند. آقاناتی (۱۳۸۷) به نقل از عارفی‌فرد، سن سازند جمال در برش کوه شش‌انگشت را کوبرگان‌دین - مورگابین (کنگورین پسین تا وردین) دانسته است. Vuolo (2014) بر اساس حضور گونه‌های کنودونتی *Streptognatho- Streptognathodus postconstrictus* و *Mesogondolella manifesta* *dus* aff. *Lanceatus* سن قاعده عضو باغ‌ونگ را ساکمارین پیشین می‌داند. وی همچنین با توجه به حضور بازوپایان *Hunzina* و *Elivella* در فاصله حدود ۵ متری از قاعده برش باغ‌ونگ و با استناد به فون مشابهی که توسط Angiolini (1995) از پاکستان و نواحی مشابه پری‌گندوانایی گزارش شده است، سن ساکمارین را برای این بخش پیشنهاد می‌نماید. Vuolo (2014) با استناد به گونه کنودونتی *Mesogondolella cf. manifesta* که از فاصله ۱۲ متری از قاعده عضو باغ‌ونگ در برش کوه شش‌انگشت به دست آورده است، سن این افق را ساکمارین پیشین، معادل با زیراشکوب تاستوبین در نوشته Chernykh (2006) می‌داند. وی با اشاره به حضور گونه *Mesogondolella siciliensis* در فاصله ۶۴ متری از قاعده این برش در آخرین بخش عضو باغ‌ونگ، سن این لایه را کنگورین پسین می‌داند، اگرچه گونه مذکور به واسطه برخورداری از گستره حضور طولانی مدت، تا کاپیتانین پیشین نیز گزارش شده است (Kozur, 1988, 1989; Kozur *et al.*, 2001). اخیراً Arefifard (2017) ضمن مطالعه سازوکار رسوب‌گذاری در آب‌های سرد و گرم در توالی‌های پرمین میانی ایران مرکزی، سن عضو باغ‌ونگ در برش کوه

بررسی مقاطع نازک و ویژگی‌هایی نظیر اندازه قطر مرجان، ضخامت دیس اپیمنتاریوم، تعداد ردیف‌های دیس اپیمنت، اندازه و شیب آن‌ها، انواع دیس اپیمنت‌ها، بودن یا نبودن ساختمان مرکزی، نوع آن، شکل و ضخامت سپتاها، وجود سپتاهاى کوچک، تعداد سپتاها و همچنین انواع سپتاها (آلارسپتا، کاردینال سپتا و...)، وجود کارنا، گرانول، فوسولا و انواع فوسولاها، تابولاریوم، دوشکلی، تعداد ردیف تابولاها در سانتی‌متر، قطر تابولاریوم، نوع دیواره، ضخامت آن و تزئینات سطحی، قطر ساختمان مرکزی، توسعه لامل میانی و سپتوتکا بررسی شدند و در نهایت با توجه به منابع مختلفی همچون Douglas (1936)، Jeffords (1947)، احمدزاده هروی و همکاران (۱۳۷۷)، Flügel & Flügel (1964, 1972, 1990)، Ezaki (1991)، Berkowski & Hubmann (1993)، Fedorowski (2010)، Somerville *et al.* (2012)، Kossavaya *et al.* (2012)، اقدام به شناسایی آن‌ها شد. لازم به ذکر است همه نمونه‌ها و مقاطع نازک تهیه شده، در موزه گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد نگه‌داری می‌شوند.

جایگاه سنی عضو باغ‌ونگ

از دیدگاه سن سنجی نیز برای سازند جمال و به ویژه عضو باغ‌ونگ، سن‌های متفاوتی ارائه شده است. Leven & Vaziri-Moghaddam (2004) با مطالعه روزن‌داران عضو باغ‌ونگ در برش کوه باغ‌ونگ، سن آن را به دیرینگی بلورین (کنگورین) دانسته‌اند. عارفی‌فرد و همکاران (۱۳۸۵) بر اساس روزن‌داران فوزولینیدی همین برش چینه‌شناسی، این عضو را به سن یاختاشین - بلورین (آرتینسکین - کنگورین) معرفی کرده‌اند.

Wentzellophyllum kueicho- و *huangchowensis*
wense pauciseptatum و ۲ جنس و ۳ گونه از مرجان‌های
 تابولاتا شامل *Pseudofavosites fusiforme*،
Thamnoptychia و *Pseudofavosites exiguous*
directa در این برش شناسایی شده‌اند (جدول ۱).

در برش کوه شش‌انگشت، اولین حضور مرجان‌ها به صورت فرم‌های روگوزای منفرد و کلنی در ارتفاع ۱۰ تا ۱۲ متری از قاعده عضو باغ‌ونگ در سنگ آهک‌های متوسط لایه خاکستری رنگ قابل مشاهده است. دومین حضور این فسیل‌ها به صورت مرجان‌های روگوزای کلنی سریوئید و انواع تابولاتا در فاصله ۲۰ تا ۲۲ متری از قاعده سازند در سنگ آهک‌های خاکستری دیده می‌شود. در فاصله ۴۵ تا ۶۰ متری از قاعده سازند نیز در تناوب سنگ آهک‌های خاکستری روشن با شیل و سنگ آهک‌های مارنی، سومین حضور مرجان‌ها به صورت فرم‌های روگوزای منفرد و فرم‌های تابولاتا ثبت شده است. بالاترین لایه‌های حاوی مرجان در نزدیک به رأس عضو باغ‌ونگ و در فاصله ۶۲ تا ۶۴ متری از قاعده سازند می‌باشند و شامل سنگ آهک ضخیم لایه دارای مرجان‌های منفرد هستند. مرجان‌های روگوزای منفرد شناسایی شده در عضو باغ‌ونگ برش کوه شش‌انگشت شامل ۹ جنس، ۱ زیرجنس، ۱۳ گونه و ۲ زیرگونه به نام‌های *Barbarella stellaforma*، *Asserculinia* sp.، *Lophophyllidium cambodgense*، *fantainei*، *Lophophyllidium clavaeformis*، *Lophophyllidium pavastehphyllum* (*Pseudo-* *breviseptatum*)، *Prosmilia paralella*، *(carniaphyllum) undaformis*، *Ufimia*، *Tachylasma* cf. *gracile*، *Sloveniaxon* sp.، *Verbeekiella*، *Ufimia* sp. cf. *percymetricum*، *Verbeekiella gerthi parva* و *australis* می‌باشند. مرجان‌های روگوزای کلنی شناسایی شده در این برش نیز

باغ‌ونگ را آرتینسکین - کنگورین در نظر گرفته است. با توجه به اطلاعات فوق، عضو باغ‌ونگ را اغلب محققین به دیرینگی پرمین پیشین (سیشورالین) دانسته‌اند.

بحث

مجموع مرجان‌های به دست آمده از عضو باغ‌ونگ در دو برش چینه‌شناسی مورد مطالعه در این پژوهش، مشتمل بر ۲۷ جنس، ۲ زیرجنس، ۳۵ گونه و ۶ زیرگونه متعلق به ۲۰ خانواده مختلف از فرم‌های روگوزای منفرد و کلنی سریوئید و فاسیکولیت و نیز فرم‌های تابولاتا است. اولین حضور مرجان‌های روگوزای منفرد، کلنی سریوئید و تابولاتا در برش کوه باغ‌ونگ، در افق‌های سنگ آهکی - شیلی خاکستری تا قرمز رنگ روی واحد آواری پایه و به فاصله تقریبی ۷ متر از قاعده عضو باغ‌ونگ دیده می‌شود. همچنین در فاصله ۴۶ متری از قاعده این برش، می‌توان نمونه‌هایی از مرجان‌های منفرد را یافت. مطالعه مرجان‌های به دست آمده از برش باغ‌ونگ به شناسایی ۱۴ جنس، ۱ زیرجنس، ۱۷ گونه و ۳ زیرگونه از مرجان‌های روگوزای منفرد شامل *Amplexocarinia*، *Amygdophylloides* sp.، *Bothrophyllum*، *Barbarella stellaforma*، cf. *abichi*، *Lophophyllidium*، *Calophyllum angustum*، sp.، *Lophophyllidium cambodgense*، *clavaeformis*، *Pavastehphyllum*، *Paracania* sp.، *fantainei*، *Plerophyllum*، *(Pesudocarniaphyllum) undaformis*، *Sochkineophyllum* sp.، *Sloveniaxon* sp.، *angustum*، *Verbeekiella*، *Ufimia* cf. *percymetricum*، *Verbeekiella gerthi parva*، *australis*، *Wannerophyllum cristatum*، *kahleri* و *Wannerophyllum densum* منجر شده است. همچنین ۳ جنس، ۳ گونه و ۱ زیرگونه از مرجان‌های روگوزای کلنی شامل *Yatsengia*، *Lonsdaleiastraea*، *iranica*

Ufimia و *Verbeekiella* به دیرینگی رودین و جنس‌های *Wentezelella* و *Lonsdaleiastraea* به دیرینگی وردین - کاپیتانین توسط Wang et al. (2002) معرفی شده‌اند. Wang et al. (2003) جنس‌های *Lophophyllidium* و *Ufimia* را از طبقات به سن رودین - کاپیتانین هیمالیا معرفی نموده‌اند. ایشان بایوزون تجمعی *Cyathaxonia-Amplexocarinia* را که دربردارنده جنس‌های *Amplexocarinia*، *Cyathaxonia*، *Lophophyllidium*، *Muralis* و *Rotiphyllum* است، به دیرینگی آسلین - ساکمارین دانسته‌اند. همچنین جنس‌های *Wentzelophyllum*، *Paracanina* و *Ufimia* را در لایه‌های با سن وردین یافته و جنس‌های *Paracanina*، *Lophophyllidium*، *Pentaphyllum*، *Protomichelina* و *Sinopora* را در قالب بایوزون تجمعی *Ufimia-Lytvolasma* به دیرینگی وردین از بلوک کیانگ‌تانگ در تبت گزارش نموده‌اند. Fedorowski (1999) و Kossovaya et al. (2001)، جنس‌های *Ufimia*، *Lophophyllidium*، *Calophyllum* و *Verbeekiella* را به سن آرتینسکین از خاور اروپا و تیمان در شمال روسیه گزارش نموده است. Kossovaya (2009) و Wang et al. (2013) نیز جنس‌های *Calophyllum*، *Lophophyllidium*، *Tachylasma* و *Verbeekiella* را به دیرینگی آسلین - آرتینسکین از حوضه جنوب سیدنی استرالیا گزارش نموده‌اند. همان طور که از توضیحات فوق برمی‌آید، اغلب جنس‌های مرجانی شناسایی شده در این نوشتار، در گستره زمانی از پرمین پیشین تا میانی حضور داشته‌اند. با استناد به داده‌های سنی ارائه شده پیش از این برای عضو باغ‌ونگ، به ویژه سن ارائه شده بر اساس کنودونت‌ها، می‌توان سن ساکمارین - کنگورین را برای فونای مرجانی موجود در برش‌های چینه شناسی کوه باغ‌ونگ و کوه شش‌انگشت در نظر گرفت.

شامل ۴ جنس، ۱ زیرجنس، ۴ گونه و ۲ زیرگونه *Dorhamina* sp.، *Yatsengia* *kiangsuensis* *mabuti*، *Wentzelella* *katoii* (*Wentzelella*)، *Wentzelophyllum* *kueichowense* *pauciseptatum* هستند. مهمترین گونه‌های تابولاتای شناسایی شده در برش کوه شش‌انگشت هم شامل ۵ جنس و ۷ گونه به نام‌های *Gertholites?* *diversaporus*، *Gertholites* sp.، *Pseudofavosites* *exiguus*، *Michelinia* sp.، *Sutherlandia*، *Pseudofavosites* *fusiforme*، *Thamnoptychia* *directa* و *jamalensis* می‌باشند (جدول ۱).

از میان جنس‌های مرجانی شناسایی شده از عضو باغ‌ونگ در این پژوهش، پیش‌تر Ezaki (1991) جنس‌های *Asserculinia*، *Wentzelella*، *Ufimia*، *Lonsdaleiastraea*، *Calophyllum* و *Yatsengia* را به دیرینگی پرمین از کوه‌های همبست در ایران مرکزی و شمال باختر ایران نیز معرفی نموده است. Wang et al. (2002) جنس‌های *Lonsdaleiastraea*، *Pavastehphyllum*، *Paracaninia*، *Lophophyllidium*، *Pseudofavosites*، *Ufimia* و *Wentezelella* را به سن پرمین میانی از بلوک شان‌تای تایلند معرفی نموده‌اند. ایشان همچنین جنس *Paracaninia* را به سن آسلین - آرتینسکین و جنس‌های *Lophophyllidium*، *Ufimia* و *Verbeekiella* را به دیرینگی رودین از بلوک بائوشان در ایالت یونان چین گزارش کرده‌اند. علاوه بر این، جنس‌های *Lophophyllidium* و *Ufimia* به سن آسلین - آرتینسکین، جنس‌های *Verbeekiella* و *Lophophyllidium* به سن رودین و جنس *Lonsdaleiastraea* به سن وردین - کاپیتانین از بلوک تنگ‌چونگ در ایالت یونان چین گزارش شده است (Wang et al., 2002). از بلوک لهاسا در تبت نیز جنس‌های *Lophophyllidium*، *Paracaninia*، *Verbeekiella* و دیرینگی آسلین - ساکمارین، جنس‌های *Pseudofavosites*

جدول ۱: مرجان‌های روگوزا و تابولاتای عضو باغ‌ونگ در برش‌های چینه‌شناسی کوه باغ‌ونگ و کوه شش‌انگشت

Subclass	Form		Family	Genera (Subgenera)	Species/subspecis
Rugose	Solitary		Bothrophyllidae	<i>Bothrophyllum</i>	sp.
			Polycoeliidae	<i>Calophyllum</i>	<i>angustum</i> (Rothpletz, 1892)
				<i>Sochkineophyllum</i>	sp.
			Plerophyllidae	<i>Barbarella</i>	<i>stellaforma</i> Flügel, 1972
				<i>Ufmia</i>	cf. <i>percyymmetricum</i>
				<i>Paracania</i>	sp.
			<i>Plerophyllum</i>	<i>angustum</i> Flügel, 1972	
			Pentaphyllidae	<i>Tachylasma</i>	cf. <i>gracile</i>
			Metriophyllidae	<i>Asserculinia</i>	sp. (Flügel 1972)
			Lophophyllidiidae	<i>Lophophyllidium</i>	<i>cambodgense fantainei</i>
					<i>clavaeformis</i> Flügel, 1972
					<i>breviseptatum</i> (Flügel, 1972)
			Verbeekiellidae	<i>Verbeekiella</i>	<i>australis</i> (Beyrich 1865)
				<i>Wannerophyllum</i>	<i>gerthi parva</i> Flügel, 1972
			<i>cristatum kahleri</i> Flügel, 1972		
			<i>densum</i> Flügel, 1972		
	Amplexocariniidae	<i>Amplexocarinia</i>	cf. <i>abichi</i>		
	Antiphyllidae	<i>Sloveniaxon</i>	sp.		
	Adamanophyllidae	<i>Prosmilia</i>	<i>paralella</i> Flügel, 1972		
	Geyerophyllidae	<i>Amygdophylloides</i>	sp.		
	Solitary / Colony	Solitary	Waagenophyllidae	<i>Pavastehphyllum</i>	<i>undaformis</i> Flügel, 1972
				<i>(pesudocarniaphyllum)</i>	
<i>Lonsdaleiastraea</i>		<i>iranica</i> Ezaki, 1991			
<i>Wentzellophyllum</i>		<i>kueichowense pauciseptatum</i> Flügel, 1972			
Ceriod		<i>Wentzelella</i> (<i>Wentzelella</i>)	<i>katoi</i> Flügel, 1972		
	Colony	Fasciculate	Yatsengiidae	<i>Yatsengia</i>	<i>huangchowensis</i> Huang, 1932
<i>Durhamina</i>				<i>kiangsuensis mabuti</i> Minato, 1955	
Tabulata	Colony	Ceriod	Favositidae	<i>Sutherlandia</i>	sp.
			Pseudofavositidae	<i>jamalensis</i> Niko et al., 2018	
				<i>Pseudofavosites</i>	<i>exiguus</i> Flügel, 1972
		Micheliniidae	<i>Michelinia</i>	<i>fusiforme</i> (Flügel, 1972)	
		Fasciculate	Pachyporidae	<i>Gertholites</i>	sp.
				<i>Thamnoptychia</i>	<i>diversaporus</i> (Flügel, 1972)
			<i>directa</i> (Flügel, 1972)		

زیست‌جغرافیای دیرینه

بلوک‌های سازنده فلات ایران در زمان پرمین پیشین، به عنوان بخش‌هایی از قاره نوار مانند سیمیرید در خاور ابرقاره پانگه‌آ قرار داشتند (Bagheri & Stampfli, 2008). چنین موقعیت جغرافیایی در مقایسه با جغرافیای امروزی زمین، متأثر از تلاقی آب‌های گرم و سرد بوده و لذا انتظار

می‌رود فونای مرجانی حاضر در برش‌های باغ‌ونگ و شش‌انگشت نیز شامل فرم‌های هر دو الگوی آب و هوایی باشند (شکل ۴). مطالعه این مجموعه مرجانی در عضو باغ‌ونگ سازند جمال به شناسایی دو نوع فون مرجانی پرمین در این منطقه به شرح زیر منجر شده است:

الف) فونای واگینوفیلوم

فونای واگینوفیلوم مجموعه‌ای از فرم‌های کلنی فشرده و یا بوته‌ای شکل هستند (پلیت ۱). ایالت جغرافیای جانوری واگینوفیلوم در دریای پالئوتیس زمان پرمین شاخص محیط دریایی گرمسیری استوایی^۳ در نظر گرفته می‌شود (Flügel, 1972, 1964). این فونا در کربنیفر میانی از دریای چین جنوبی به سمت خاور و باختر گسترش یافته و در زمان پرمین پیشین - میانی فونای غالب در کل گستره پالئوتیس بوده‌اند (Minato and Kato, 1965). جنس‌های *Wentzelella*, *Yatsengia* و *Wentzellophyllum* در برش مورد مطالعه، نمایندگان این فونا هستند که در گستره جغرافیایی وسیعی در حوضه تیس حضور داشته‌اند. پیش از این، Flügel (1972) فونای واگینوفیلوم را با گستره حضور پرمین پیشین - میانی از سازند جمال در طبس معرفی نموده است. بادپا و همکاران (۱۳۹۲) نیز با مطالعه مرجان‌های سازند خان، حضور فونای واگینوفیلوم را در بلوک کلمرد به دیرینگی ساکمارین پسین گزارش نموده‌اند. قادری و همکاران (زیر چاپ) نیز فونای واگینوفیلوم را از توالی پرمین میانی - بالایی ناحیه جلفا در شمال باختر ایران معرفی نموده‌اند.

ب) فونای سیاتاکسونیا

با وجود فون آب گرم سازنده ایالت مرجانی واگینوفیلوم، فونای سیاتاکسونیا نیز در دریا‌های پرمین به طور گسترده‌ای وجود داشته‌اند. بنابر نوشته Wang *et al.* (2013) واژه "فونای سیاتاکسونیا" اولین بار توسط Hill (1938a,b) برای مرجان‌های با ساختار ساده از فرم‌های روگوزای کربنیفر اسکاتلند استفاده شده است که دارای ویژگی‌هایی همچون انفرادی و کوچک بودن، نداشتن دیس‌ایمنت و تنوع کم گونه‌ای بوده‌اند. این فونا اغلب با دو یا سه گونه محدود از

مرجان‌های تابولاتا و بازوپایان کوچک همراه بوده و غالباً در رسوبات شیلی - سنگ‌آهکی تیره نازک لایه و کربنئیددار دیده می‌شوند. فونای سیاتاکسونیا تنها محدود به پرمین نبوده و در دوره‌های قبل‌تر، از دونین و کربنیفر هم گزارش شده‌اند (Kossovaya *et al.*, 2012). این فونا که درصد بیشتر فون مرجانی مورد مطالعه در عضو باغ‌ونگ را هم به خود اختصاص داده‌اند، توسط عوامل مختلفی همچون کف بستر، عمق آب و دما کنترل می‌شوند به طوری که به باور بسیاری از محققین (برای مثال: Sando, 1980; Hill, 1981; Scrutton, 1998; Kossovaya, 2007, 2009; Aretz, 2011; Wang *et al.*, 2010) می‌توانند خود را به خوبی با محیط‌های نیمه نورانی تا نورانی، اکسیژن‌دار تا کم‌اکسیژن، محیط‌های نورانی بدون چرخش آب و یا آب‌های سرد هماهنگ کنند. Wang *et al.* (2013) حضور این مرجان‌ها را همراه با محیط‌های پُرتنشی همچون آب‌های سرد همراه با رسوب‌گذاری دیامیکتیت یخچالی - دریایی می‌دانند.

Kossovaya (2009) مجموعه‌های مرجانی فون سیاتاکسونیا را به عنوان مجموعه روگوزای منفرد مناطق وراگرمسیری^۴ یا دو قطبی^۵ معرفی نموده است. به باور Hubbs (1952) موجودات وراگرمسیری به فونا و فلورایی اطلاق می‌شوند که در ماورای منطقه گرمسیری در دو نیمکره شمالی و جنوبی حضور دارند و اثری از آن‌ها در مناطق گرمسیری استوایی دیده نمی‌شود. فونای دو قطبی نیز در تعریفی مشابه، به موجوداتی اطلاق می‌شوند که در نواحی معتدله تا قطبی دو نیمکره شمالی و جنوبی حضور و در نواحی استوایی - گرمسیری غایب هستند (Bergh, 2006; Stepanjants *et al.*, 1947). به اعتقاد Kossovaya (2009)، با وجود این که فونای سیاتاکسونیا شامل ساکنان

۴- Antitropical/Antiequatorial

۵- Bipolar

۳- Tropical-equatorial

گرفته شده است (جدول ۲). همچنین جنس‌های *Calophyllum* و *Lophophyllidium* در قلمرو آب‌های سرد شمالی و پری‌گندوانایی جنوبی حضور داشته و به عنوان تاکسای دوقطبی معتدله محسوب می‌شوند (Kossovaya, 2009). جنس‌های *Asserculinia*، *Cyathaxonia* و *Ufimia* از جمله تاکسای مقاوم در مقابل شرایط پرتنش هستند و زیستگاه جنس‌های *Wannerophyllum* و *Verbeekiella* در ساکمارین پسین - آرتینسکین، قلمروی پری‌گندوانایی بوده است. این مجموعه توسط Flügel (1972) به عنوان فون سیاتاکسونیا و شاخص غلبه رخساره آب‌های عمیق در نظر گرفته شده است. وجود مرجان‌های سیاتاکسونیای ستونک‌دار نظیر *Verbeekiella* و *Wannerophyllum* در عضو باغ‌ونگ، شباهت زیادی با مجموعه هم سن در مناطقی از تایمور و جنوب خاور پامیر متعلق به مناطق معتدله پری‌گندوانایی دارد (Kossovaya, 2009; Wang et al., 2013) و لذا به عنوان فونای سیاتاکسونیای نیمکره جنوبی و شاخص حوضه پری‌گندوانایی در نظر گرفته می‌شود. با این توضیح، به نظر می‌رسد ظهور و توسعه مجموعه مرجانی وراگرمسیری پرمین پیشین در نتیجه گسترش مناطق معتدله در حوضه‌های پیرامونی گندوانا، پس از ذوب کلاهک یخی در انتهای کربنیفر باشد (Dixon & Haig, 2004) که استقرار فونا با ذوب یخ پس از پایان دوره یخچالی گندوانا در انتهای ساکمارین را توضیح می‌دهد.

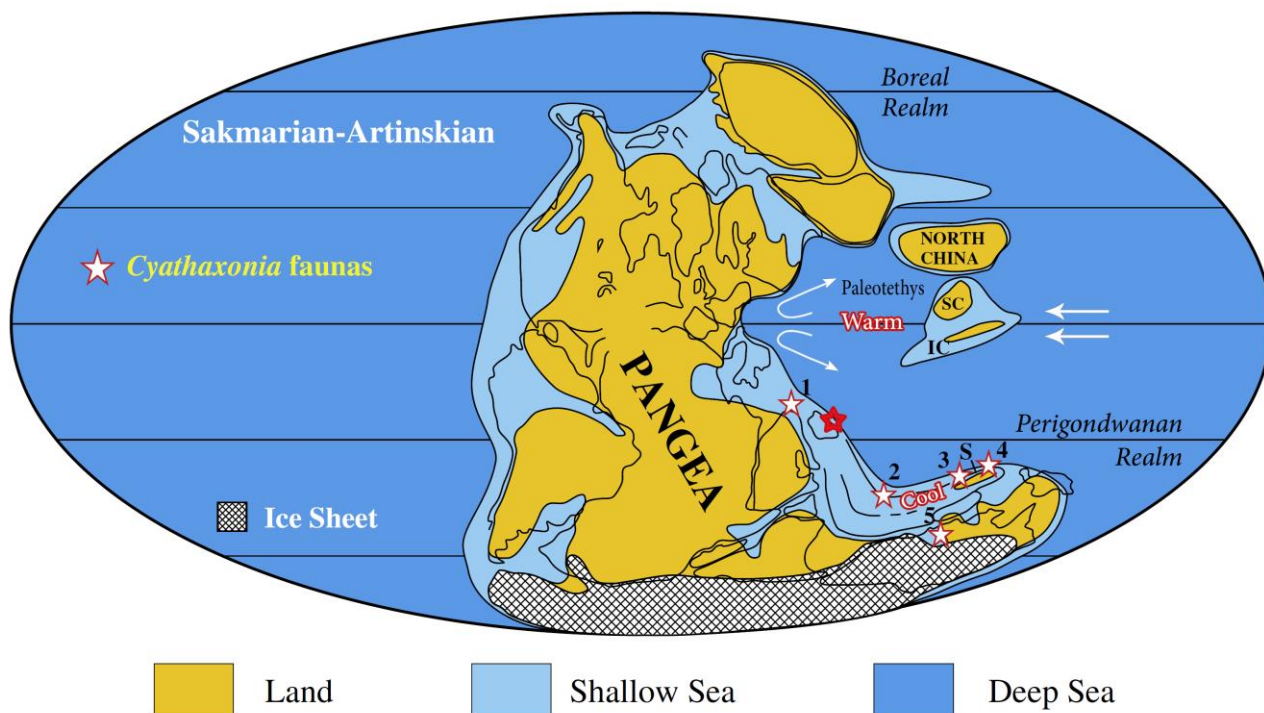
لازم به ذکر است بنابر نوشته Kossovaya (2009)، فونای آرتینسکین پسین در جنوب خاور پامیر و فونای وُردین در جنوب پرموری در خاور دور روسیه دارای ویژگی‌های مجموعه‌های مخلوط هستند. مجموعه مرجانی پرمین پیشین عضو باغ‌ونگ، مجموعه پیچیده‌ای با ترکیبی از فونای گرمسیری واگینوفیلوم و فونای سرد/معتدل سیاتاکسونیا است که ویژگی‌های شاخص پری‌گندوانایی را نشان می‌دهد.

مناطق معتدله هستند، می‌توانند در عرض‌های جغرافیایی نواحی گرمسیری نیز به طور پراکنده حضور داشته باشند، اما هرگز اجتماعات فراوان و متنوعی را شکل نمی‌دهند. وی دو نوع جامعه وراگرمسیری/دوقطبی را در طول پرمین معرفی نموده است که شامل فونای دوقطبی عرض‌های جغرافیایی بالا (عموماً عرض بیش از ۵۰ درجه در هر دو نیمکره) و دوقطبی معتدله (بین عرض ۵۰ و ۳۰ درجه در هر دو نیمکره) هستند؛ هرچند فونای سیاتاکسونیای غالب پرمین را عمدتاً از نوع دوقطبی معتدله شمالی^۶ و حاشیه گندوانایی^۷ جنوبی می‌داند. فونای روگوزای وراگرمسیری پرمین، پیش از این از نواحی مختلفی همچون اورال (آرتینسکین میانی - کنگورین)، اسپیتزبرگن^۸ در شمال نروژ (کنگورین - وُردین)، پلاتفرم اروپای خاوری (رودین)، تگزاس (آرتینسکین میانی - کنگورین)، جنوب پرموری^۹ در خاور دور روسیه (وُردین - کاپیتانین)، جنوب خاور پامیر (آرتینسکین پسین) و حوضه اسوردراپ^{۱۰} یا جزایر قطبی کانادا (وُردین) گزارش شده‌اند (Kossovaya, 2009). مهم‌ترین فرم‌های سیاتاکسونیای شناخته شده در برش‌های چینه‌شناسی باغ‌ونگ و شش‌انگشت شامل جنس‌های *Asserculinia*، *Barbarella*، *Bothrophyllum*، *Calophyllum*، *Paracania*، *Lophophyllidium*، *Pavastehphyllum*، *Prosmilia*، *Pterophyllum*، *Sloveniaxon*، *Sochkineophyllum*، *Tachylasma*، *Ufimia*، *Verbeekiella* و *Wannerophyllum* هستند (پلیت ۲). از این میان، برخی جنس‌ها مانند *Lophophyllidium* و *Sloveniaxon* در مجموعه‌های اورالین نیز رایج هستند و تنها جنس *Barbarella* توسط Flügel (1972) بومی طبقات پرمین ایران مرکزی در نظر

6- Boreal
7- Perigondwanan
8- Spitsbergen
9- Primorye
10- Sverdrup

دهند. همراهی فرم‌های واگنیوفیلوم و روزن‌داران فوزولینیدی به عنوان فونای شاخص آب‌های گرم (Leven) (Gorgij, 2007; Arefifard, 2017) با مرجان‌های سیاتاکسونیا به عنوان فونای شاخص آب‌های پر تنش و سرد تا معتدله در عضو باغ‌ونگ، ویژگی مخلوط شدگی را برای این بخش از سازند جمال نیز پیشنهاد می‌نماید. با این حال، اگرچه فونای سیاتاکسونیا غالباً به فونای وراگرمسیری آب‌های سرد و اغلب عمیق نسبت داده می‌شود، اما در برخی از آب‌های گرم یا اعماق کم نیز گزارش شده است (Denayer & Hoşgör, 2014; Kossovaya, 2007)؛ بادپا،

۱۳۹۴). بر اساس توضیحات فوق، حضور این فونا در یک تجمع مرجانی به عنوان فونای مقاوم و پیش‌رو در مقابل شرایط محیطی ناپایدار، نشان دهنده شرایط نسبتاً سخت زیست بوم و حوضه پُرتنش، گاه با شرایط توریدایتی، هجوم ذرات آواری به حوضه و با گسترش نهشته‌های تخریبی در رخساره‌های سیلیسی آواری یا مخلوط آواری - کربناته در نظر گرفته می‌شود. چنین ویژگی به خوبی در عضو باغ‌ونگ سازند جمال قابل مشاهده می‌باشد. جدول ۲ فهرستی از جنس‌های مرجانی شناسایی شده در این پژوهش را در مقایسه با فونای مشابه از دیگر نقاط جهان نشان می‌دهد.



شکل ۴: پراکندگی زیست جغرافیایی مرجان‌های روگوزای سیاتاکسونیا در زمان پرمین پیشین (ساکمارین - آرتینسکین)؛ برگرفته از Wang et al., 2013. همراه با اندکی تغییرات (ستاره سرخ رنگ فون سیاتاکسونیای بلوک ایران مرکزی و ستاره‌های سفید رنگ حضور این فون در دیگر مناطق مشابه در کمربند سیمیرید را نشان می‌دهد).

1- NW Iran (Ezaki, 1991); 2- Rutog County, west Xizang (He and Weng, 1982); 3- Baoshan, Yunnan (Wang et al., 2013); 4- western Thailand (Wang et al., 2013); 5- Carnarvan basin (Hill, 1942, 1954).

جدول ۲: مقایسه فونای مرجانی شناسایی شده در این مطالعه با مناطق مشابه در دیگر نقاط ایران و جهان

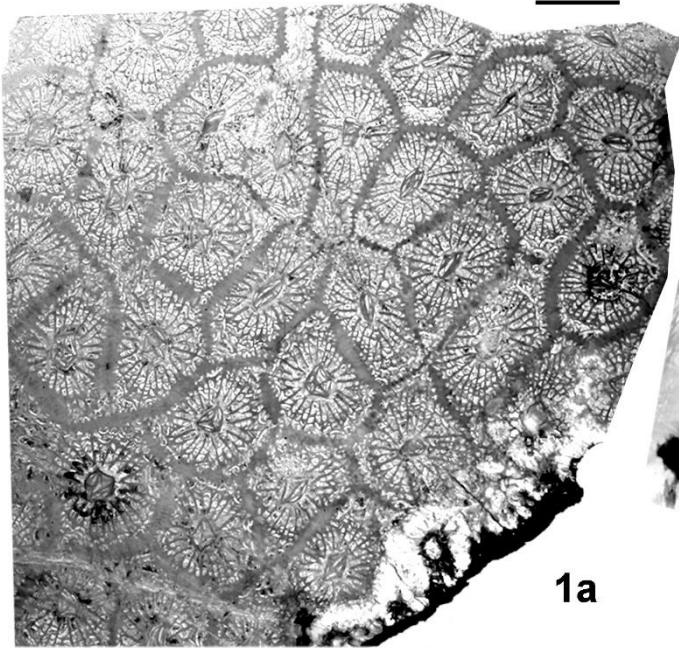
ECIR: East Central Iran (Flügel, 1972; Badpa *et al.*, 2013); CIRA: Central Iran-Abadeh (Douglas, 1936; Ezaki, 1991); NWIR: North West Iran (Ezaki, 1991; Ghaderi *et al.*, In Press); AL: Alborz (Flügel, 1964, 1968, 1990); SEIR: South East Iran (Douglas, 1950); PA: Pakistan (Flügel, 1991, 1995); AF: Afghanistan (Hill, 1942, 1954; Leven, 1997; Wang *et al.*, 2013); SEP: South East Pamir (Kossovaya, 2009); TM: Timor (Wang *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2017); SC: South China (Wang *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2017); ST: Shan – Thai Block (Wang *et al.*, 2002); BA: Baoshan Block (Wang *et al.*, 2002); TC: Tengchong Block (Wang & Sugiyama, 2002); LA: Lahasa Block (Wang & Sugiyama, 2002); QT: Qiangtang Block (Wang & Sugiyama, 2002); HI: Himalaya Treann (Wang *et al.*, 2003); KQ: Kunlun – Qamdo (Wang *et al.*, 2003); IM: Inner Mongolia (Wang *et al.*, 2003); JP: Japan (Wang & Sugiyama, 2002); WM: West Myanmar (Wang *et al.*, 2013); AU: Australia (Kossovaya, 2009; Wang *et al.*, 2013); TR: Turkey (Flügel, 1994); UR: Ural (Fedorowski *et al.*, 1999; Kossovaya, 2009); CN: Canada (Fedorowski *et al.*, 1999; Kossovaya, 2009); ALS: Alaska (Wilson, 1991; Fedorowski *et al.*, 1999; Kossovaya, 2009); BT: British Clombin (Fedorowski *et al.*, 1999; Fedorowski & Bamber, 2001).

EP: Early Permian; AS: Asselian; ESA: Early Sakmarian; SA: Sakmarian; AR: Artinskian; KU: Kungurian; MP: Midel Permian; RO: Roadian; WR: Wordian; CA: Capitanian; WU: Wuchiapingian.

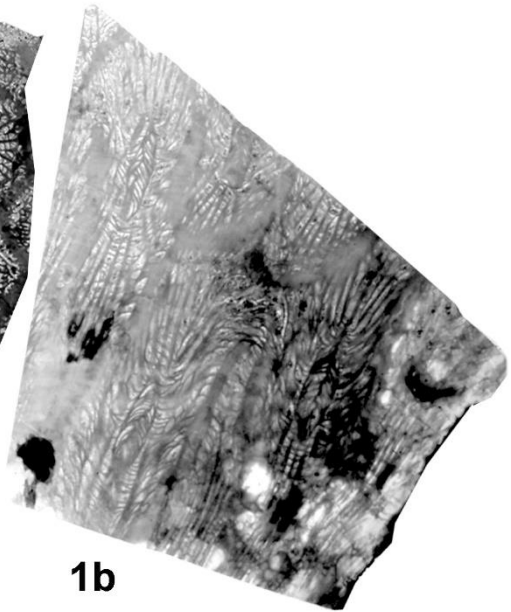
Genera	This study	ECIR	CIRA	NWIR	AL	EIR	AF	PA	SEP	TM	SC	ST	BA	TC	LA	QT	HI	KQ	IM	JP	WM	AU	TR	UR	CN	ALS	BT	
		<i>Calophyllum</i>	*	*	*	*					*	*	*				*				*			*	*		*	
<i>Sochkineophyllum</i>	*	*								*	*									*			*					
<i>Plerophyllum</i>	*	*			*		*												*				*					
<i>Barbarella</i>	*	*																										
<i>Ufimia</i>	*	*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*					
<i>Paracarina</i>	*						*	*				*	*		*	*												
<i>Tachylasma</i>	*	*				*	*			*			*	*								*						
<i>Prosmilia</i>	*	*								*	*																	
<i>Asserculinia</i>	*	*	*	*						*	*							*					*					
<i>Lophophylidium</i>	*	*				*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*		
<i>Verbeekiella</i>	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*		
<i>Wannerophyllum</i>	*	*							*	*	*						*											
<i>Bothrophyllum</i>	*	*								*	*																	
<i>Amplexocarina</i>	*	*							*	*	*		*	*	*	*	*	*	*				*					
<i>Sloveniaxon</i>	*																											
<i>Amygdalophylloides</i>	*										*								*				*					
<i>Yatsengia</i>	*	*	*	*	*	*		*										*	*	*	*		*					
<i>Durhamina</i>	*	*																		*					*	*	*	
<i>Pavastehphyllum</i>	*	*									*	*			*													
<i>Wentzellophyllum</i>	*	*					*				*	*			*	*			*	*	*							
<i>Wentzelella</i>	*	*	*	*	*	*					*	*		*	*	*			*	*	*							
<i>Lonsdaleiastraea</i>	*		*	*	*					*	*			*	*						*							
<i>Sutherlandia</i>	*																		*	*	*							
<i>Gertholites</i>	*	*																	*	*	*	*						
<i>Thamnoptychia</i>	*																											
<i>Michelinia</i>	*	*						*			*										*	*						
<i>Pseudofavosites</i>	*	*																		*		*						
Age	ESA - KU	SA - WU	SA - WU	WR - WU	EP	EP	SA - AR	RO	AR	KU - CA	SA - WU	RO - CA	AS - CA	AS - CA	AS - CA	AS - CA	AS - CA	SA - CA	WR - CA	AS - WU	AS - CA	KU	SA - AR	MP	AR - KU	AS - SA	AS - SA	AS - SA

Plate 1

5 mm.



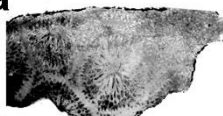
1a



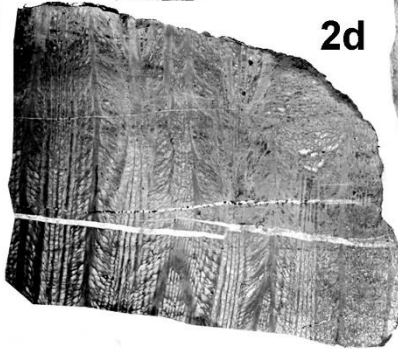
1b



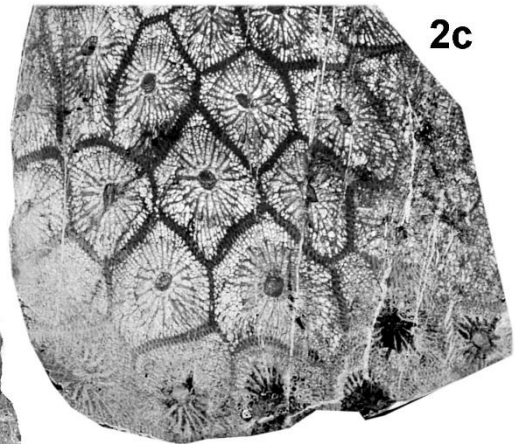
2a



2b



2d

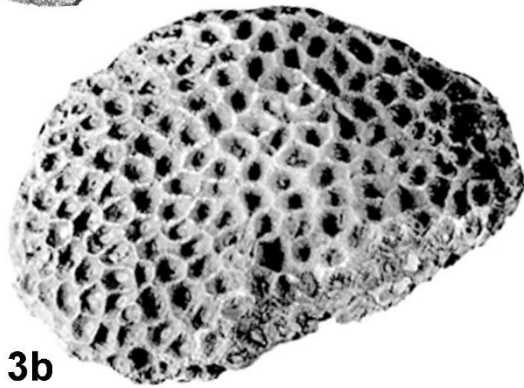


2c

10mm



3a



3b

Plate 2

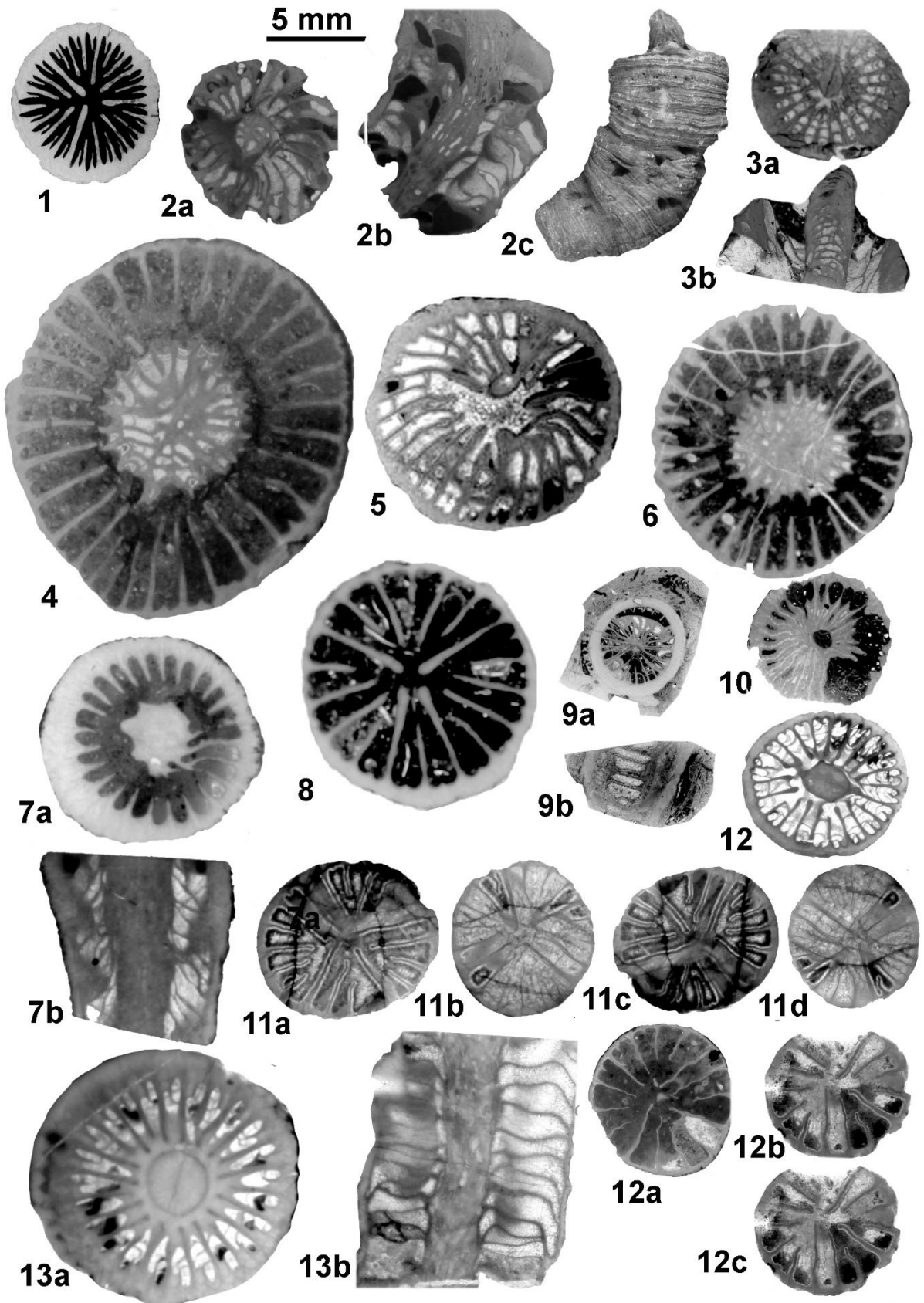




Plate 1

1. *Wentzelella (Wentzelella) katoi* Flügel, 1972: 1a) Transverse section, through specimen 691. 1b) Longitudinal section, through specimen 691; 2. *Wentzellophyllum kueichowense pauciseptatum* Flügel, 1972: 2a-c) Transverse section through specimen B219. 2d) Longitudinal section through specimen 610; 3a-b. Macroscopic View of *Wentzelella (Wentzelella) katoi* Flügel, 1972, specimen 691.

Plate 2

1. *Calophyllum angustum* Flügel, 1972: 1) Transverse section through specimen B69; 2. *Verbeekiella australis* Flügel, 1972: 2a) Transverse section through specimen B21. 2b) Longitudinal section through specimen B21; 3. *Lophophyllidium claviformis* Flügel, 1972: 3a) Successive Transverse section 618. 3b) Longitudinal section through specimen 618; 4. *Wannerophyllum densum* Flügel, 1972: 4) Transverse section through specimen B13; 5. *Ufimia* sp. Flügel, 1972: 5) Transverse section through specimen 637; 6. *Verbeekiella gerthi parava* Flügel, 1972: 6) transverse section through specimen B99; 7. *Sloveniaxon* sp.: 7a) Transverse section, through specimen B123. 7b) Longitudinal section through specimen B123; 8. *Ufimia* cf. *persymmetricum* Flügel, 1972: 8) Transverse section through specimen B60; 9-10. *Asserculinia* sp.: 9a) Longitudinal section through specimen 660. 9b) Transverse section through specimen 660. 10) Transverse section through specimen 616; 11-12. *Barbarella stellaforma* Flügel, 1972: 11a - d) Successive transverse section through specimen B82. 12a - c) Successive transverse section through specimen B82; 13. *Lophophyllidium brevisseptatum*. Flügel, 1972: 13a) Transverse section through specimen B43. 13b) Longitudinal section through specimen B43.

نتیجه گیری

۲۷ جنس، ۲ زیرجنس، ۳۵ گونه و ۶ زیرگونه متعلق به ۲۰ خانواده مختلف از مرجان‌های روگوزا با فرم‌های منفرد و کلنی سریوئید و فاسیکولیت و فرم‌های تابولاتا در عضو باغ‌ونگ سازند جمال در برش‌های چینه شناسی کوه باغ‌ونگ و کوه شش انگشت شناسایی و معرفی شده‌اند. به استناد مطالعات پیشین انجام شده بر روی این عضو بر اساس روزن‌داران کفزی و کنودونت‌ها، سن این فون مرجانی پرمین پیشین (ساکمارین تا کنگورین) است. فون مرجانی مورد مطالعه دو الگوی زیست جغرافیایی متفاوت را نشان می‌دهند. جنس‌های کلنی فاسیکولیت و سریوئید نماینده فونای واگینوفیلید و معرف آب‌های گرم و کم عمق نواحی گرمسیری - استوایی حوضه تیس در پرمین هستند. در مقابل، جنس‌های روگوزای منفرد کوچک فاقد دیس‌ایمنت، یادآور فونای سیاتاکسونیا هستند که اغلب در آب‌های سرد و معتدل ایالت وراگرمسیری تا دوقطبی شمالی - جنوبی حضور دارند، اگرچه به طور پراکنده با تنوع کم از نواحی گرمسیری نیز

گزارش شده‌اند. در برش‌های مورد مطالعه، فونای سیاتاکسونیا مجموعه غالب توالی از نظر تنوع و فراوانی می‌باشند. از آن جا که زیستگاه جنس‌های سیاتاکسونیای ستون‌دار (نظیر *Wannerophyllum* و *Verbeekiella*) در ساکمارین پسین - آرتینسکین، تنها قلمروی پری‌گندوانا بوده است، لذا فونای سیاتاکسونیای مورد مطالعه در عضو باغ‌ونگ قابل مقایسه با مجموعه هم سن در تایمور و جنوب خاور پامیر بوده و شاخص تاکسای پری‌گندوانایی هستند. از سوی دیگر، اغلب واگینوفیلیدهای به دست آمده مشابه با فرم‌های معرفی شده از چین شمالی و جنوبی است که فون شاخص آب گرم محسوب می‌شوند. بر این اساس، فون مرجانی پرمین پیشین ایران مرکزی، مجموعه پیچیده و مخلوطی از فونای معتدل/سرد سیاتاکسونیا با فونای حاره‌ای واگینوفیلوم است.

سپاس‌گزاری

نگارندگان لازم می‌دانند از جناب آقای پروفیسور ویکتور اُگار (Prof. Victor Ogar) از دانشگاه کیف اوکراین،

این مقاله به پاس بیش از ۳ دهه مطالعات ارزشمند پروفیسور هلموت فلوگل (Prof. Helmut W. Flügel) درباره مرجان‌های پالئوزوئیک ایران به ایشان تقدیم می‌گردد.

دکتر جولین دینیر (Dr. Julien Denayer) از دانشگاه لیژ بلژیک و پروفیسور شوچی نیکو (Prof. Shuji Niko) از دانشگاه هیروشیما ژاپن جهت همکاری در تأیید نهایی گونه‌های شناسایی شده در این نوشتار قدردانی کنند.

منابع

- آقاباتی. ع.، ۱۳۸۷. فرهنگ چینه‌شناسی ایران، جلد دوم (دوین - پرمین). سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۲۹۷ ص.
- احمدزاده هروی، م.، خاکسار، ک.، ۱۳۷۷. مجموعه‌ای از مرجان‌های ایران همراه با اطلس آن‌ها. سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی کشور، ۳۵۵ ص.
- بادپا، م.، ۱۳۹۴. مطالعه مرجان‌های کرینفر ایران مرکزی در کوه‌های ازبک‌کوه و برش‌های رامشه و انارک. پایان‌نامه دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد.
- بادپا، م.، خاکسار، ک.، عاشوری، ع.، بادپا، م.، ۱۳۹۲. اولین گزارش از مرجان‌های سازند خان. سی و دومین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی کشور.
- پرتوآذر، ح.، ۱۳۷۴. زمین‌شناسی ایران: سیستم پرمین در ایران. سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی کشور، ۳۴۰ ص.
- پرتوآذر، م.، حمدی، ب.، آقاباتی، ع.، ۱۳۹۳. مطالعه سیستم پرمین در برش باغ‌ونگ، جنوب ناحیه شیرگشت (ایران مرکزی). فصلنامه علوم زمین، ۱۰۲: ۵۳-۶۲.
- رشیدی، ک.، پرویزی، ط.، ۱۳۹۲. معرفی و مقایسه میکروفسیل‌های پروبلماتیک نهشته‌های پرمین (سازند جمال و دالان) دو حوضه رسوبی ایران مرکزی و زاگرس مرتفع. پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ۵۳: ۹۲-۷۱.
- ستوهیان، ف.، رنجبران، م.، ۱۳۹۳. رخساره‌های کربناته، میکروفاسیس‌ها و چینه‌شناسی سکانسی نهشته‌های پرمین در برش باغ‌ونگ (طبس). رسوب‌شناسی کاربردی، ۴: ۱۰۴-۹۰.
- طاهری، ع.، وزیری مقدم، ح.، ۱۳۸۷. بررسی فوزولیناسه‌آی بلوک طبس و اهمیت آن‌ها در تفسیر جغرافیا و آب و هوای گذشته قاره سیمری. مجله علوم دانشگاه تهران، ۳۴: ۱۲۳-۱۳۰.
- عارفی فرد، س.، آدابی، م.، خسرو تهرانی، خ.، آقاباتی، ع.، شیمرانی، ا.، ۱۳۸۵. بیواستراتیگرافی سازندهای خان و جمال در مناطق کلمرد، شتری و شیرگشت (ایران مرکزی) بر مبنای فرامینفرها (فوزولینید). مجله زمین‌شناسی ایران، ۲ (۴): ۳-۳۱.
- قادری، ع.، بادپا، م.، عاشوری، ع.ر.، (زیرچاپ). مرجان‌های پرمین در کوه‌های علی‌باشی، شمال باختری ایران. فصلنامه علوم زمین.
- کریمی باوندپور، ع.، حاج حسینی، ا.، ۱۳۸۱. نقشه زمین‌شناسی طبس، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰. سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی کشور.

وزیری مقدم، ح.، طاهری، ع.، ۱۳۸۲. بیواستراتیگرافی سنگ‌های پرمین در برش کوه باغ‌ونگ. هفتمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، اصفهان، ۵۱۲-۵۲۰.

- Angiolini, L., 1995. Permian brachiopods from Karakorum (Pakistan). Pt. I (With Appendix). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 101 (2): 165- 214.
- Angiolini, L., 2001. Permian brachiopods from Karakorum (Pakistan), Pt 3. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 107 (3): 307-344.
- Arefifard, S., 2017. Guadalupian cool versus warm water deposits in central Iran: a record of the Capitanian Kamura event. *Geology Magazine, Cambridge University*, 1 -17.
- Aretz, M., 2011. Corals from the Carboniferous of the central Sahara (Algeria): the collection Marie Legrand-Blain. *Geodiversitas*, 33 (4): 581- 624.
- Bagheri, S., & 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: 123-155.
- Bergh, L.S., 1947. Bipolar distribution of organisms and a glacial epoch. *In: Bergh, L.S. (ed.), Climate and Life, The Second Issue. Geographys, Moscow*, 128–155.
- Berkowski, B., 2012. Life strategies and function of dissepiments in rugose coral *Catactotoechus instabilis* from the Lower Devonian of Morocco. *Acta Palaeontologica Polonica*, 57 (2): 391–400.
- Chernykh, V.V., 2006. Lower Permian conodonts of the Urals. Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS. *Ekaterinburg*, 130 pp. (In Russian).
- Choi, D.R., Fujita, T., 1970. On some Middle Permian fossils from the Shirahone Limestone, Nagano Prefecture, Japan. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4, Geology and Mineralogy*, 14: 365-382.
- Delpey, G., 1941. Les gasteropodes permien du Cambodge, 1. *Journal de Conchyologie*, 84: 255-278.
- Denayer, J., & Hoşgör, I., 2014, Lower Carboniferous Rugose Corals from the Arabian Plate: An insight from the Hakkari Area (SE Turkey). *Journal of Asian Earth Sciences*, 79: 345-357.
- Dixon, M., & Haig, D.W., 2004. Foraminifera and their habitats within a cool-water carbonate succession following glaciation, Early Permian (Sakmarian), Western Australia. *Journal of Foraminiferal Research*, 34: 308-324.
- Douglas, J.A., 1936. Permo – Carboniferous funa from south – West Persia (Iran). *Palaeontology Indica, new series*, 22 (6): 1-59.
- Douglas, J.A., 1950. The Carboniferous and Permian faunas of south Iran and Iranian Baluchistan. *Palaeontology Indica, new series*, 22 (7): 1- 57.
- Ernst, A., & Gorgij, M.N., 2013. Lower Permian bryozoan faunas from Kalmard area, central Iran. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, 268 (3): 275–324.
- Ernst, A., Senobari-Daryan, B., Rashidi, K., 2006. Lower Permian bryozoan from the Jamal formation of the Bagh e Vang (Shtori Mountains North East Iran). *Facies*, 52 (1): 627-635
- Ezaki, Y., 1991. Permian corals from Abadeh and Julfa, Iran, West Tethys. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 4, Geology and mineralogy*, 23 (1): 53-146
- Fedoroweski, J., Wayne, E.B., & Calvin, H.S., 1999. Permian corals of the Cordilleran-Arctic-Uralian Realm. *Geologica Polonica*, 49 (2): 159-173.
- Fedorowski, J., & Bamber, E.W., 2001. Guadalupian (Middle Permian) solitary rugose corals from the Degerböls and Troid Fiord formations, Ellesmere and Melville islands, Canadian Arctic Archipelago. *Acta Geologica Polonica*, 51 (1): 31-79.
- Fedorowski, J., 2010. Does similarity in rugosan characters and their functions indicate taxonomic relationship? *Palaeoworld*, 19: 374–381.
- Flügel, H.W., & Hubmann, B., 1993. Palaontologie und Plattentektonikam Beispiel proto- und palaotethyder Korallenfaunen. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 136: 27-37.

- Flügel, H.W., 1964. The geology of the Upper Džadgerud and Lar Valleys (N-Iran). II. Paleontology. Permian corals from Ruteh Limestone. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 70 (3): 403-444.
- Flügel, H.W., 1966. Paläozoische Korallen aus der Tibetischen Zone von Dolpo (Nepal). *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 12: 101-112.
- Flügel, H.W., 1968. Korallen aus der oberen Nesen-Formation (Dzhulfa-Stufe, Perm) des zentralen Elburz (Iran). *National library Geology Paleontology Abhandlungen*, 130 (3): 275-304.
- Flügel, H.W., 1972. Die paläozoischen Korallenfaunen Ost-Irans, 2. Rugosa Geol. Und Tabulata der Jamal Formation (Darwasian? Perm). *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 115: 49 – 102.
- Flügel, H.W., 1990. Korallen aus dem Mittel-Perm Irans. *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 133: 523-536.
- Flügel, H.W., 1991. Rugosa aus dem Karbon der Ozbak-Kuh-Gruppe Ost Irans (Teil 1). *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 134: 657–688.
- Flügel, H.W., 1994. Rugosa aus dem Mittel-Perm des Zentralen Elburz (Iran). *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 50: 97-113.
- Flügel, H.W., 1995. Biostratigraphie und Korallenfaunen des Jungpaläozoikums Ost-Irans. *Geologisch-paläontologische Mitteilungen Innsbruck*, 20: 35–49.
- Fontaine, H., 1983. Some Permian corals from the Highland of Padang, Sumatra, Indonesia. *Publication of the Geological Research and Development Centre, Paleontology, Series 4*: 1-31
- Fontaine, H., Lys, M., & Tien, N.D., 1988. Some Permian corals from East Peninsula Malaysia: associated microfossils, palaeogeographic significance. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 2 (2): 65-78.
- Gallitelli, E.M., 1954. Permiano del Sosio e i suoi coralli. *Palaeontographica Italica*, 49: 1-98.
- He, X.Y., & Weng, F., 1982. Early Permian rugose corals from Ali (Ngari), northern Xizang (Tibet). *Earth Science Journal of Wuhan College of Geology* 3: 131–142 (in Chinese with English abstract).
- Hill, D., 1938a. A monograph on the Carboniferous rugose corals of Scotland, Part 1. *Palaeontographical Society Monograph*, 412: 1–78.
- Hill, D., 1938b. Euryphyllum: a new genus of Permian zaphrentoid rugose corals. *Proceedings of the Royal Society of Queensland*, 49: 23–28.
- Hill, D., 1942. Further Permian corals from Western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 27: 57–75.
- Hill, D., 1954. Contribution to the correlation and fauna of the Permian in Australia and New Zealand. *Journal of the Geological Society of Australia*, 2: 83–107.
- Hill, D., 1981. Coelenterata: Rugosa and Tabulata. In: Teichert, C. (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology. Geological Society of America and University of Kansas, Boulder and Lawrence*, F (1): 1–762.
- Hubbs, C.L., 1952. Antitropical distribution of fishes and other organisms. Symposium on problems of bipolarity and of pantemperate faunas. *Proceedings of the seventh Pacific Science Congress of the Pacific Science Association*, 3: 324-329.
- Jeffords, M.R., 1947. Pennsylvanian Lophophyllid corals. *University of Kansas Paleontological contributions*, 1-81.
- Kossovaya, O.L., 2007. Ecological aspects of Upper Carboniferous - Lower Permian Cyathoxonia Fauna taxonomical diversity (the Urals). In: Hubann, B., & Piller, W.E., (eds.), *Fossil Corals and Sponges. Proceedings of the 9th International Symposium on Fossil Cnidaria and Porifera*, Graz, 17: 383-405.
- Kossovaya, O.L., 2009. Artinskian–Wordian antitropical rugose coral associations: A palaeogeographical approach. *Palaeoworld*, 18: 136–151.
- Kossovaya, O.L., Guseva, E.A., Lukin, A.E., & Zhuravlev, A.V., 2001. Middle Artinskian (Early Permian) ecological event: a case study of the Urals and northern Timan. *Proceedings of the Estonian Academy of Science, Geology*, 50: 95-113.

- Kossovaya, O.L., Novak, M., & Weyer, D., 2012. *Sloveniaxon*, a new genus of ahermatypic Rugosa (Anthozoa) from the basal Permian (Asselian) of Slovenia. *Geologica Belgica*, 15 (4): 361-369.
- Kotlyar G.V., Zakharov, Y.D., Kropatcheva, G.S., Pronina, G.P., Chedia, I.O., & Burago, V.I. 1989. Evolution of the latest Permian biota. *In: Midian regional stage in the USSR, Leningrad*, 1-184.
- Kozur, H., 1988. Division of the gondolellid platform conodonts. *1st. International Senckenberg Conference and 5th European Conodont Symposium (ECOS V). Part 2: Abstracts of Meeting, Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 102: 244- 245.
- Kozur, H., 1989. The taxonomy of the gondolellid conodonts in the Permian and Triassic. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 117: 409- 469.
- Kozur, H., Wardlaw B.R., & Baud, A., 2001. The Guadalupian smooth Mesogondolella faunas and their possible correlations with the international Permian scale. *Permophiles*, 38: 15- 21.
- Leven E.Ja., & Vaziri-Moghaddam, H., 2004. Carboniferous- Permian Stratigraphy and Fusulinids of Eastern Iran: the Permian in the Baghe-Vang Section (Shirgesht Area). *Rivista Italiana di Paleontologia e stratigrafia*, 110: 441-465.
- Leven, E.J., 1997. Permian Stratigraphy and fusulinida of Afghanistan with Their Paleogeographic and Paleotectonic implications. *Geological Society of America, Special Paper*, Colorado, 316: 1-150.
- Leven, E.Ja. & Gorgij, M.N., 2008. New data about the Permian section and fusulinids in the Kalmard area (Central Iran, Yazd Province). *Permophiles*, 51: 22-27.
- Leven, E.Ja., & Gorgij, M.N., 2007. Fusulinids of the Khan formation (Kalmard region, eastern Iran) and some problems of their paleobiogeography. *Russian Journal of Earth Sciences*, 9 (ES1004): 1-10.
- Minato, M., & Kato, M., 1965. Waagenophyllidae. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4, Geology and Mineralogy*, 12 (3/4): 1- 241.
- Nassichuk, W.W., & Davies, G.R., 1975. The Permian Belcher Channel Formation at Grinnell Peninsula, Devon Island. *Geological Survey of Canada Paper*, 75 (1): 267-277.
- Newell, N.D., Rigby, J.K., Driggs, A., Boyd, D.W. & Stehli, F.G., 1976. Permian reef complex, Tunisia. *Brigham Young University Geology Studies*, 23 (1): 75-112.
- Partoazar, M.R., Hamdi, B., & Aghanabati, S.A., 2014. New approach on biostratigraphy of Permian deposits of Jamal formation in Bagh Vang section, Shirgesht area (central Iran). *Geopersia*. 4: 141-154.
- Ruttner, A., Nabavi, M.H., & Hajian, J., 1968. Geology of the Shirgesht area (Tabas area, East Iran). *Geological Survey of Iran*, 4: 1-133.
- Sando, W., 1980. The paleoecology of Mississippian corals in the western conterminous United States. *Acta Palaeontologica Polonica*, 25: 620-631.
- Scrutton, C.T., 1998. The Palaeozoic corals, II: structure, variation and palaeoecology. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, 52 (Pt. 1): 1-57.
- Senowbari-Daryan, B., Kuorosh, R., & Hmadani, A., 2005. Sponge assemblage from the Permian reefal limestone of Kuh-e-Bagh-e-Vang, Shotori Mountains (eastern Iran). *Geologica Carpathica*, 56 (5): 381-406.
- Somerville, I.D., Rodríguez, S., Said, I., & Cózar, P., 2012. Mississippian coral assemblages from Tabainout mud-mound complex, Khenifra area, Central Morocco. *Geology Beltiga*, 15 (4): 308-316.
- Stepanjants, S.D., Cortese, G., Kruglicova, S.B., & Bjorklund, K.R., 2006. A review of bipolarity concepts: history and examples from Radiolaria and Medusozoa (Cnidaria). *Marine Biology Research*, 2: 200-241.
- Termier, G., Termier, H., Lapparent A.F., & Marin, P., 1974. Monographie du Permo-Carbonifère de Wardak (Afghanistan Central). *Documents des Laboratoires de Geologie de la Faculte des Sciences de Lyon, Hors*, 2: 1-165.
- Vuolo, I., 2014. Conodont biostratigraphy from Carboniferous and Permian successions of Pamir, Central Iran and Tunisia. *Ph.D Thesis. Università Degli Studi Di Milano*. 308 p.
- Wang, X.D., & Sugiyama, T., 2002. Permian coral faunas of the eastern Cimmerian Continent and their biogeographical implications. *Journal of Asian Earth Sciences*, 20: 589-597.

- Wang, X.D., Lin, W., Shen, S.Z., Chaodumrong, P., Shi, G.R., Wang, X.J., & Wang, Q.L., 2013. Early Permian rugose coral *Cyathaxonia* faunas from the Sibumasu Terrane (Southeast Asia) and the southern Sydney Basin (Southeast Australia): Paleontology and paleobiogeography. *Gondwana Research*, 24: 185-191.
- Wang, X.D., Shen, S.Z., Sugiyama, T., & West, R.R., 2003. Late Palaeozoic corals of Tibet (Xizang) and West Yunnan, Southwest China, successions and palaeobiogeography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 191: 385-397.
- Wang, X.D., Yao, L., & Lin, W., 2017. Permian rugose corals of the world. In: Lucas, S.G., & Shen, S.Z. (eds.), The Permian Timescale. *Geological Society of London, Special Publications*, 450 (1): 165-184.
- Wang, X.D., Zhang, Y.Q., Lin, W., 2010. Carboniferous-Permian rugose coral *Cyathaxonia* faunas in China. *Science China, Earth Sciences*, 53: 1864-1872.
- Willson, E., 1991. Permian corals from the Spring Mountains Nevada. *Journal of Paleontology*, 65: 727-741.

Permian Corals of the Bagh-e-Vang member of the Jamal Formation at the North of Tabas, their stratigraphic and biogeographic position

Mohammad Reza Ataei¹, Abbas Ghaderi^{2*}, Ali Reza Ashouri³, Mahdi Badpa⁴

1- M.Sc. in Stratigraphy & Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

4- Ph.D in Geology- Stratigraphy and Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, Payame Noor University, Qom, Iran

*Email: aghaderi@um.ac.ir

Introduction

Coral fossils of Jamal Formation Bagh-e-Vang member in Bagh-e-Vang and Shesh-Angosht stratigraphic sections (Tabas area of East-Central Iran) have been investigated in this research. Except the studies by Flügel (e.g.; 1964, 1968, 1972, 1995) and Ezaki (1991) Permian corals are poorly known from Iran. The Jamal Formation was firstly introduced by Stöcklin *et al.* (1965) for the Permian rocks of east central Iran consisting mainly of limestone and dolomite in Shotori and Shirgesht Mountain ranges of the Tabas Block. With 293 to 473 m thickness (Stöcklin *et al.*, 1965; Ruttner *et al.*, 1968; Leven and Vaziri Mohaddam, 2004), its succession confined unconformably upon eroded surface of siliciclastic rocks belonging to the Carboniferous Sardar Formation and is conformably overlain by the Lower Triassic Sorkh Shale Formation (Partoazar *et al.*, 2014). Jamal Formation in the studied sections is divided into 2 members, Bagh-e-Vang and Cherty Limestone member. The first one which is the main subject of the current research consists of shale and fossiliferous limestone with a siliciclastic rock unit of conglomerate and sandstone at the base, which is overlaid on the green shales of the Sardar Formation. The member is overlaid by cherty limestone of the Jamal Formation through a conglomeratic horizon. This study discuss paleontologically and paleobiogeographically the new material collected from the Jamal Formation in the mentioned localities, Bagh-e-Vang (coordinates of N33°58'27" and E56°47'33") on the southwestern flank of the Bagh-e-Vang Mountain and Shesh-Angosht (coordinates of N33°59'15" and E56°46'50") on the western flank of the Shesh-Angosht Mountain, at the north of Tabas.

Materials and methods

Beside the lithostratigraphical studies in the field, we looked the whole succession of the Bagh-e-Vang member to investigate the coral contents. Totally more than 350 specimens of in situ and float solitary and colonial corals have been collected bed by bed. The specimens were immersed in cold water for one week for study to remove the soft sediment particles attached to them with a special brush. Subsequently, the descriptive characteristics of the specimens included external features such as overall shape, length, diameter, diameter, base and calyx diameter, presence or absence of transverse and longitudinal bands, preservation and wall thickness, rejuvenation, columella and its diameter and depth of calyx were recorded in the respective tables and photographed from various positions with a Canon XD60 camera. In addition, coral fossils serially sectioned in the transverse and longitudinal directions according to the size and conditions of the study. They were studied under normal light (PPI) binocular microscope with a magnification of 5. In the thin section studies, coral diameter, dissepimentarium thickness, number of dissepiment rows, their size and slope, types of dissepiments, central structure, number, shape and thickness of septa as well as their types (Alar septa, cardinal septa, etc.), granule, fossula, tabularium and their number in cm, tabular diameter, type of wall, its thickness and ornamentation, central area diameter and septotheca were investigated. The final determination is carried out based on the proper literatures such as Flügel (1964, 1972, 1990), Ezaki (1991), Flügel & Hubmann (1993), Fedorowski (2010), Berkowski (2012), Kossavaya et al. (2012), Somerville et al. (2012).

Discussion and conclusion

The stratigraphic interval in which all examined tabulate corals occur represents the lowest ca. 60 m part (= Bagh-e Vang Member in Partoazar, 1995), where carbonate facies are sandy to marly and contain interlayers

of sandstone, shale, and olistolith. The Bagh-e-Vang member was dated by various taxa. These results are as follows: Bolorian (= Kungurian; fusulinids; Leven and Vaziri Mohaddam, 2004), Yakhtashian (= Artinskian) to Bolorian (fusulinids; Arefifad, 2006), Artinskian to Kungurian (bryozoans; Ernst *et al.*, 2006), Bolorian to early Kubergandinian (=early Roadian; fusulinids; Leven and Gorgij, 2011), and Sakmarian to Kungurian (conodonts; Voulo, 2014). Taking these information into consideration, the age of corals examined herein is best constrained as late early Permian. The Tabas Block forms the Central-East Iranian Microcontinent with the Yazd and Lut blocks, whose paleogeographic position is interpreted to have been part of northern margin of Gondwana during early Permian time (e.g. Berberian and King, 1981; Ruban *et al.*, 2007). It is concluded that, therefore, habitat of the Jamal coral assemblage was on the southern shelves of the Paleotethys.

The coral assemblage of the Bagh-e-Vang member comprises 27 genera, 2 subgenera, 35 species, and 6 subspecies belong to 20 families of solitary and cerioid-fasciculate colonial Rugosa and Tabulata corals. This fauna is similar to Early Permian (Sakmarian – Kungurian) assemblages of the Cimmerian blocks. They are categorized into two distinct Waagenophyllum and Cyathaxonia fauna; although the Cyathaxonian forms with more diversity and abundance are dominant in the studied sequences. The Fasciculat and cerioid colonial genera of the Waagenophyllum fauna approve the shallow warm water tropical realms of the Tethys Ocean, however the small solitary Cyathaxonia fauna mostly tends to cool - temperate antitropical, antiequatorial or bipolar realms of the northern and southern hemispheres in the Permian (Wang *et al.*, 2013). It means the Cyathaxonia fauna of the Bagh-e-Vang member are comparable with the Pri-Gonwanan realm and the Waagenophyllum fauna are similar to those from North and South China in the tropical realm. Consequently, the Early Permian coral fauna in the Bagh-e-Vang member suggests a complex paleobiogeographic pattern consist of tropical Waagenophyllum and cool-temperate Cyathaxonia fauna.

Keyword; Permian; Coral; Tabas; Jamal Formation; Bagh-e-Vang Member; Shesh-Angosht section; Paleobiogeography.

References

- Arefifard, S., 2006. Microbiostratigraphy and microfacies of Permian strata in Shotori, Shirgesht and Kalmard areas. *Ph.D. Thesis, Shahid Beheshti University*, 252 pp.
- Berberian, M., & King, G.C.P., 1981. Toward a paleogeography and tectonic evolution of Iran. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 18: 210-265.
- Berkowski, B., 2012. Life strategies and function of dissepiments in rugose coral *Catactotoechus instabilis* from the Lower Devonian of Morocco. *Acta Palaeontologica Polonica*, 57 (2): 391–400.
- Ernst, A., Senowbari-Daryan, B., & Rashidi, K., 2006. Lower Permian Bryozoa of the Jamal Formation from Bagh-e-Vang (Shotori Mountains, northeast Iran). *Facies*, 52: 627–635.
- Ezaki, Y., 1991. Permian corals from Abadeh and Julfa, Iran, West Tethys. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University. Series 4, Geology and mineralogy*, 23 (1): 53-146.
- Fedorowski, J., 2010. Does similarity in rugosan characters and their functions indicate taxonomic relationship? *Palaeoworld*, 19: 374–381.
- Flügel, H.W., & Hubmann, B., 1993. Palaontologie und Plattentektonikam Beispiel proto- und palaotethyder Korallenfaunen. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 136: 27-37.
- Flügel, H.W., 1964. The geology of the Upper Djadgerud and Lar Valleys (N-Iran). II. Paleontology. Permian corals from Ruteh Limestone. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 70 (3): 403-444.
- Flügel, H.W., 1968. Korallen aus der oberen Nesen-Formation (Dzhulfa-Stufe, Perm) des zentralen Elburz (Iran). *National library Ceology Paleontology Abhandlungen*, 130 (3): 275-304.
- Flügel, H.W., 1972. Die palaozoischen Korallenfaunen Ost-Irans, 2. Rugosa Geol. Und Tabulata der Jamal Formahion (Darwasian ? Perm). *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 115: 49 – 102.
- Flügel, H.W., 1990. Korallen aus dem Mittel-Perm Irans. *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 133: 523-536.
- Flügel, H.W., 1995. Biostratigraphie unt Korallenfaunen des Jungpaläozoikums Ost-Irans. *Geologisch-paläontologische Mitteilungen Innsbruck*, 20: 35–49.

- Kossovaya, O.L., Novak, M., & Weyer, D., 2012. *Sloveniaxon*, a new genus of ahermatypic Rugosa (Anthozoa) from the basal Permian (Asselian) of Slovenia. *Geologica Belgica*, 15 (4): 361-369.
- Leven E.Ja., & Vaziri-Moghaddam, H., 2004. Carboniferous- Permian Stratigraphy and Fusulinids of Eastern Iran: the Permian in the Baghe-Vang Section (Shirgesht Area). *Rivista Italiana di Paleontologia e stratigrafia*, 110: 441-465.
- Leven, E.Ja., & Gorgij, M.N., 2011. Fusulinids and stratigraphy of the Carboniferous and Permian in Iran. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 19: 687-776.
- Partoazar, H., Hamdi, B., & Aghanabati, S.A., 2014. New approach on biostratigraphy of Permian deposits of Jamal Formation in Bagh Vang section, Shirgesht area (Central Iran). *Geopersia*, 4: 141-154.
- Partoazr, H., 1995. Treaties on the Geology of Iran: Permian deposits in Iran. *Geological Survey of Iran*, 22: 1-370. (In Persian with English abstract).
- Ruban, D.A., Al-Husseini, M.I. & Iwasaki, Y. 2007. Review of Middle East Paleozoic plate tectonics. *GeoArabia*, 12: 35-56.
- Ruttner, A., Nabavi, M.H., & Hajian, J., 1968. Geology of the Shirgesht area (Tabas area, East Iran). *Geological Survey of Iran*, 4: 1-133.
- Somerville, I.D., Rodríguez, S., Said, I., & Cózar, P., 2012. Mississippian coral assemblages from Tabainout mud-mound complex, Khenifra area, Central Morocco. *Geology Beltiga*, 15 (4): 308-316.
- Stöcklin, J., Eftekhar-Nezhad, J., & Hushmand-Zadeh, A., 1965. Geology of the Shotori Range (Tabas area, East Iran). *Geological Survey of Iran*, 3: 1-69.
- Vuolo, I., 2014. Conodont biostratigraphy from Carboniferous and Permian successions of Pamir, Central Iran and Tunisia. *Ph.D Thesis. Università Degli Studi Di Milano*. 308 p.
- Wang, X.D., Lin, W., Shen, S.Z., Chaodumrong, P., Shi, G.R., Wang, X.J., & Wang, Q.L., 2013. Early Permian rugose coral *Cyathaxonia* faunas from the Sibumasu Terrane (Southeast Asia) and the southern Sydney Basin (Southeast Australia): Paleontology and paleobiogeography. *Gondwana Research*, 24: 185-191.