Shahid Chamran University of Ahvaz
OPEN ACCESS Adv. Appl. Geol. Spring 2026, Vol. 16(1): 96 - 111

Research Article

Insight from structural ecology (Shamovella) in the central Tethys realm of the Upper Jurassic Esfandiar Formation

Hossainali Bagi[1]*, Koorosh Rashidi[2]

1- Department of civil Engineering, Technical and vocational university, Tehran, Iran
2- Department of Geology, Yazd University, Yazd, Iran

Keywords: *Shomavella; mounds; Upper Jurassic; Esfandiar Formation; east-central Iran.*

1- Introduction

Shamovellas are found scattered in the Upper Jurassic marine sediments of the northern Tethys margin, especially in reef assemblages. They are also reported from known reef outcrops in the Upper Jurassic of the southern Tethys from Saudi Arabia (Echevarria et al., 2024).

Some researchers have so far identified different types of microbiotas in Oxfordian and Kimmeridgian sediments from various parts of the world (Bagi and Rashidi, 2023), which were mainly composed of reefs at these times. In general, Shamovellas are a group of microbiotas that usually have a core of foraminifera and a microbial coating.

From the viewpoint of stratigraphy, Shomovella is widespread from the Carboniferous to the Cretaceous, but it is most abundant in the Permian and Upper Jurassic sediments. This group of paleo symbiotic organisms, together with other reef builders, forms the skeleton of small bioherms (Senowbari-Daryan et al., 1993).

In the Upper Jurassic sediments of eastern central Iran, especially in the Shotori Mountains - Tabas Block, in the Esfandiar Limestone Formation, in addition to Shomovella, other benthic fossils from the sponge family, such as Neuropota sp., Cladocorapsis sp., large foraminifera, etc., have been reported by various researchers (Bagi and Rashidi, 2023).

2- Materials and methods

Shamovellas are scattered in the Esfandiar Formation, and no specific aggregation pattern has been observed in this study. In this regard, 120 hand samples were collected using a hand lens at the study site and transferred to the laboratory for supplementary studies and thin-section preparation. Also, 150 samples were taken for thin-section preparation, and about 240 thin sections were prepared from them. More than 260 thin sections were examined with a polarizing microscope (Olympus CX31 with DP-21 camera attachment) and a Scanning Electron Microscope (SEM). Simultaneously with the field studies, sediment layering, facies, and mound studies, thin-section studies were conducted in the laboratory, and various mounds were measured with a laser meter at a distance of about 5 km around the studied section. Also, a scattered sampling of the mounds was carried out.

3- Results and discussions

In general, the following species of the genus Shomavella have been introduced so far:

- Shomavella obscurus Maslov (1956)
- Shomavella carintbiacus (eg. Hicorocodium carintbiacum Flugel, 1966)
- Shomavella morronensis Crescenti (1969)
- Shomavella gracilis Schafer and Senowbari-Darian (1983)

* Corresponding author: hbagi@tvu.ac.ir
DOI: 10.22055/aag.2026.50351.2530
Received: 2025-09-04
Accepted: 2026-05-16

ISSN: 2717-0764

- Shomavella multisiphonatus Schafer and Senowbari-Darian (1983).

The genus Shomavella is perhaps the most important symbiotic and productive group of Upper Paleozoic reefs that first appeared in the Carboniferous. This Fossil Group is sporadic in the Lower Carboniferous but relatively abundant in the Upper Carboniferous. During the Early-Late Permian, Shomavella is one of the most important organisms in the Tethys Basin (Bagi & Rashidi, 2023; West, 2011).

In general, the way microbes (such as algae or cyanobacteria) grow and develop around a central core is called Shomavella (Flugel, 1981).

In the Upper Jurassic, several problematic microfossils have been reported as microbial coatings (micro-encrusters) and have great palaeoecological value; the most important is Shamovella morronensis (Schmid et al., 2001). The systematic status of this species is described as follows:

Order: Uncertain

Genus SHAMOVELLA Maslov (1956)

Shamovella morroensis Crescenti (1969)

S. morroensis was recognized by Cresenti (1969) as a species of the genus Shamovella, introduced by Maslov (1956). Dragastan (1969) described it as a type of microancoid. However, Flugel (1981) considered it to be an ancoid structure surrounding a core of foraminifera. Misiki (1979) considered S. morroensis to be equivalent to S. obscurus, described by Maslov (1956).

The species Shamovella morronensis has been studied in more detail by Schmid (2001) and has been described as a symbiosis of foraminifers of the family Miliolidae and cyanobacteria. Therefore, S. morronensis has two walls: an inner and an outer wall. The outer wall is thicker than the inner wall, and its thickness results from the activity of symbiotic cyanobacteria; the inner wall is related to the foraminifer shell.

S. morronensis occurs in different facies, but it has been shown that this feature is valuable for determining the depth of the sedimentary basin (Leinfelder et al., 1993). This feature is due to foraminifera's ability to adapt to different depths in symbiosis. In colonies that form a trochospiral pattern (foraminifera-cyanobacteria), both organisms grow simultaneously.

One of the best ways to assess the depth of this species' life is to measure the colony's outer wall. The thickness of the wall is directly related to the light available to the cyanobacteria symbionts of the foraminifera (Leinfelder et al., 1993). The lighter the photosynthetic cyanobacteria receive, the thicker the outer wall of S. morroensis (the amount of light received is inversely related to the depth of the sedimentation basin).

In shallow waters (10-20 m), the outer wall diameter may reach more than 1 mm, while in deeper waters (120 m), the outer wall diameter reaches zero. Therefore, this group of symbionts (photosynthetic cyanobacteria-host foraminifera) is a very suitable indicator for estimating basin depth (Felix et al., 2025; Reinhold et al., 1996).

Examination of the shallovels of the Esfandiar Formation (in the studied section) in thin sections shows that the wall thickness in this species varies between 0.7 and 1 mm. This outer wall thickness indicates the shallow depth of the sedimentary basin. This feature is confirmed by other fossils used in palaeoecological interpretations, such as Dasycladaceae algae, sponges, and foraminifera.

Microencrusters, which are sometimes discussed as reef-forming, although they are placed in the Problematic group like the Shamulas, are very useful indicators for interpreting the sedimentary environment, especially in the Upper Jurassic (Schmid, 2001; Hongjun et al., 2025; Fürsich et al., 2009).

The most important Upper Jurassic microencrusters are: Cyanobacteria (including Girvanella, Cayeuxia), polychaetes (including Serpulipis, Terebella), foraminifera, bryozoa, a group of brachiopods (thecideids), Bacinella, Koskinella, Lithocodium, and Shamovella morronensis, which are sporadically visible in the Esfandiar Formation. However, in this study, the microencruster Shamovella morronensis and the mounds have been studied in detail.

Mounds are small sedimentary structures found on carbonate platforms, depending on deposition rates and nutrient content. According to the classification of James et al. (2004), mounds can be divided into three groups: mud, microbial, and skeletal. Mud mounds, which are mainly composed of mud particles, but microbial monads, which are often composed of ploidy or compacted micrite and are associated with

ISSN: 2717-0764

calcareous microbialites (thrombolites, stromatolithes, leiolites) (Schmid et al., 2001). According to this model, when sedimentation volume is close to zero, reef networks form; conversely, when sedimentation volume is high, no monads form.

In a field survey of the mounds in the studied section, most were identified as skeletal mounds, with dimensions ranging from 10-15 m to 2-3 m. One of the best models for estimating basin depth based on the distribution of ferns and algae in the Upper Jurassic was presented by Dragastan et al., (1969) and Schmid et al. (2001).

4- Conclusion

The matching of various studies in the Central Tethys with the research conducted indicates that the species Shamovella morroensis was widespread in the Upper Jurassic in the Tethys area. However, other species of Shamovella, in addition to their limited distribution in Upper Jurassic sediments, have been reported from Carboniferous to Cretaceous sediments. The large foraminifera confirm the age range of this fossil, the Tethys index species Alveosepta jaccardi, which has been reported in Middle Oxfordian to Lower Kimmeridgian sediments so far and is also sporadically present in the limestone of the Esfandiar Formation.

5- References

Bagi, H., Rashidi, K., 2023. Significance of paleoecological calcified sponges (Neuropora lusitanica, Cladocoropsis mirabilis) in Esafandiar carbonate platform in Gazu area (East Central Iran). Advanced Applied Geology 13(2), 483-501. https://doi:10.22055/AAG.2022.40590.2294

Dragastan, O., 1969. Micro-oncolithes' dans le Jurassique superieur de la vallee du Bicaz (Carpates orientales, Roumanie). Bulletin de la Société Géologique de France 7(5), 655-659.

Echevarría, J., Harguindeguy, F.M., Manceñido, M.O., Carignano, A.P., Damborenea, S.E., 2024. Early Jurassic coral reef development outside Tethys: an example from western Argentina. Lethaia 57(3), 1-27. https://doi.org/10.18261/let.57.3.1

Fleix, S., Han, G., 2003. The Plassen formation (Kimmeridgian) of the karstian and its basement: New data of facies. Gmunder Geo-Studienz Erkudok C. institute museum Gmunden, 1-21.

Flügel, E., 1966. Algen aus dem Perm der Karnischen Alpen. Carinthia II, special issue 25, 1-76.

Flügel, E., 1966. Algen aus dem Perm der Karnischen Alpen. Carinthia II, special issue 25, 1-76.

Flügel, E., 1981. Lower Permian Tubiphytes/Archaeolithoporella buildups in the southern Alps (Austria and Italy).

Fürsich, F.T., Wilmsen, M., Seyed-Emami, K., Majidifard, M.R., 2009. Lithostratigraphy of the Upper Triassic–Middle Jurassic Shemshak Group of Northern Iran. Geological Society, London, Special Publications 312 (1), 129-160. https://doi.org/10.1144/sp312.6

Hongjun, W., Peijun, Z., Yuzhe, T., Siqi, W., Liangjie, Z., Chunqiu, G., Yuzhong, X., Jianxiong, D., Qiang, W., 2025. Reservoir Characteristics and Formation Mechanisms of the fault-fracture carbonate gas reservoir in the Middle-Upper Jurassic of the right bank of Amu Darya River. China Petroleum Exploration 30(1), 142-145. https://doi.org/10.11698/PED.2020.02.07

James, N.P., Feary, D.A., Betzler, C., Bone, Y., Holbourn, A.E., Li, Q., Machiyama, H., Simo, J.T., Surlyk, F., 2004. Origin of late Pleistocene bryozoan reef mounds. Great Australian Bight. Journal of Sedimentary Research 74(1), 20-48. https://doi.org/10.1306/062303740020

Leinfelder, R.R., Krautter, M., Nose, M., Ramalho, M.M., Werner, W., 1993. Siliceous sponge facies from the Upper Jurassic of Portugal. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen 189,199- 254. https://doi.org/10.1127/NJGPA/189/1993/199

Maslov, P., 1956. Fossil calcareous algae of the U.S.S.R. Trudy Instituta geologicheskikh nauk Akademii nauk SSSR 160, 258-264.

Maslov, P., 1956. Fossil calcareous algae of the U.S.S.R. Trudy Instituta geologicheskikh nauk Akademii nauk SSSR 160, 258-264.

Misiki, M., 1979. Marine Micro blithe und Microinkustierer aus dem Oberjura. Profile 5, 101-251, Stuttgart

Reihold, R., Werner, W., Nose, M., 1996, Paleoecology growth parameters and dynamics of coral, sponge and microbiolith reefs feom the Late Jurassic: in Reitener, J., Neuweiler, F., Gunkel, F., eds., Global

ISSN: 2717-0764

and region controls on biogenic sedimentation. I. Reef evolution. Research reports. Gottinger Arbeiten zur Geologie und Paläontologie Sb2, 227-248

Schafer Jr, E.W., Bowles Jr, W.A., Hurlbut, J., 1983. The acute oral toxicity, repellency, and hazard potential of 998 chemicals to one or more species of wild and domestic birds. Archives of environmental contamination and toxicology 12(3), 355-382. https://doi.org/10.1007/BF01059413

Schmid, D.U., Leinfelder, R.R., Nose, M., 2001. Growth dynamics and ecology of Upper Jurassic mounds, with comparisons to Mid-Palaeozoic mounds. Sedimentary Geology 145(3-4), 343-376. https://doi.org/10.1016/j.geobios. 2012.05.002.

Senowbari-Daryan, B., Flügel, E., 1993, Tubiphytes Maslov an enigmatic fossil classification fossil record and significance through time. In Barattolo, B., De Castro, P., Parente, M. (eds.). Bollettino della Società Paleontologica Italiana, Special 1, 353-382.

West, R.R., 2011. Treatise Online, no. 21: Part E, Revised, Volume 4, Chapter 2B: Functional morphology of the fossil hypercalcified chaetetid-type Porifera (Demospongiae). Treatise Online. https://doi.org/10.17161/to.v0i0.4138

HOW TO CITE THIS ARTICLE:
Bagi, H., Rashidi,. 2026. Insight from structural ecology (Shamovella) in the central Tethys realm of the Upper Jurassic Esfandiar Formation. Adv. Appl. Geol. 16(1), 96-111.
DOI: 10.22055/aag.2026.50351.2530
https://aag.scu.ac.ir/article_20743.html

©2026 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers

ISSN: 2717-0764

مقاله پژوهشی

تفسیر ماهیت اکولوژی ساختاری morroensis Shamovella در اقلیم تتیس مرکزی، سازند اسفندیار، ژوراسیک بالایی

حسین‌علی بگی
گروه مهندسی عمران، دانشگاه ملی مهارت، تهران، ایران
کوروش رشیدی
گروه زمین‌شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
hbagi@tvu.ac.ir
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۲۶

چکیده
جنس Shamovella یکی از مهمترین شاخص‌های رسوبگذاری محیطی در تتیس مرکزی محسوب می‌گردد. در راستای شناسایی بهتر این دسته از سنگواره‌های با منشا نامشخص (an enigmatic fossils)، رسوبات ژوراسیک بالایی سازند اسفندیار در منطقه دیهوک (بلوک طبس ـ شرق ایران مرکزی) بررسی گردید. این گروه از موجودات همزیست (هسته عمدتا فرامینیفر و پوشش میکروبی) شدیدا تحت تاثیر عمق بستر و محیط مغذی قرار داشته‌اند. جنس Shamovella در سازند اسفندیار به خصوص گونه Shamovella morroensis بیانگر وجود محیطی یوتروفیک با عمق نسبتا کم در طول تداوم پلاتفرم کربناته اسفندیار در محدوده زمانی اکسفوردین میانی تا کیمریدجین پایینی بوده است. این شرایط محیطی منجر به تشکیل موندهای اسکلتی محدود و ممانعت از تکوین ریف‌های عظیم شده است. تغییرات اساسی در فرم‌های گروههای فسیلی حساس به انرژی محیط همانند اسفنج‌های هیپرکلسیفای، ضخامت قابل توجه رسوبات کربناته این سازند (در دوره کوتاه زمانی) از دیگر شواهد تداوم شرایط یوتروفی همراه با نوسانات سطح انرژی در این بخش از تتیس بوده است

واژه‌های کلیدی: *شاموولا سازند اسفندیار، ژوراسیک بالایی، شرق ایران مرکزی، موند،*

۱-مقدمه
Shamovella به عنوان گروهی از میکروبیولیت‌هایی که معمولا هسته‌ای از فرامینیفر و پوششی میکروبی دارند، نام برده شده است (Senowbari-Daryan, 2013). برای اولین بار Rauser در سال ۱۹۵۱، بدون ارائه مشخصات دقیقی جنس Shamovella را گزارش نمود. معرفی این جنس بر اساس قوانین نامگذاری بین المللی فاقد ارزش علمی بود. سپس Maslov (۱۹۵۶) جنس Shamovella را همراه با تعیین گونه آن (Shamovella obscurus) از رسوبات پرمین منطقه اورال روسیه گزارش کرد. مطالعات نشان داد که این جنس مشابه جنسی بود که توسط Rauser (۱۹۵۱) از کوه‌های اورال (رسوبات پرمین) معرفی شده بود. سپس این جنس توسط Newell (۱۹۵۶) از رسوبات پرمین کوه‌های گلاس (ایالت کالیفرنیا ـ آمریکا) به عنوان Problematical encrusting گزارش گردید. این محقق، این فسیل را به Hydrocorallinae نسبت داد. در سال ۱۹۵۸ جنسی جدید از هیدروزوآ توسط Rigby معرفی شد، این جنس در واقع مشابه Shamovella بود که توسط Maslov و Rauser توصیف شده بود. پس از اولین معرفی Shamovella، این جنس برای یک دوره ده ساله تنها به عنوان یک جنس دارای یک گونه در نظر گرفته شد اما در سال ۱۹۶۶، Flügel گونه دیگری به نام Hicorocodium carintbiacum معرفی نمود که بعداً توسط Kochanski (۱۹۷۰) به عنوان گونه‌ای از Shamovella معرفی گردید. سومین گونه از این جنس توسط Crescenti (۱۹۶۹) به عنوان Shamovella morroensis از رسوبات ژوراسیک ایتالیا گزارش گردید.

جنس Shamovella که از رسوبات کربونیفر– کرتاسه تا کنون گزارش شده است و در گروه موجودات مسئله‌دار قرار گرفته است، زیرا توسط محققین مختلف به سیانوباکتری‌ها، جلبک‌ها و بی‌مهرگان (اسفنج‌ها، هیدروزوآها، فرامینیفرها)

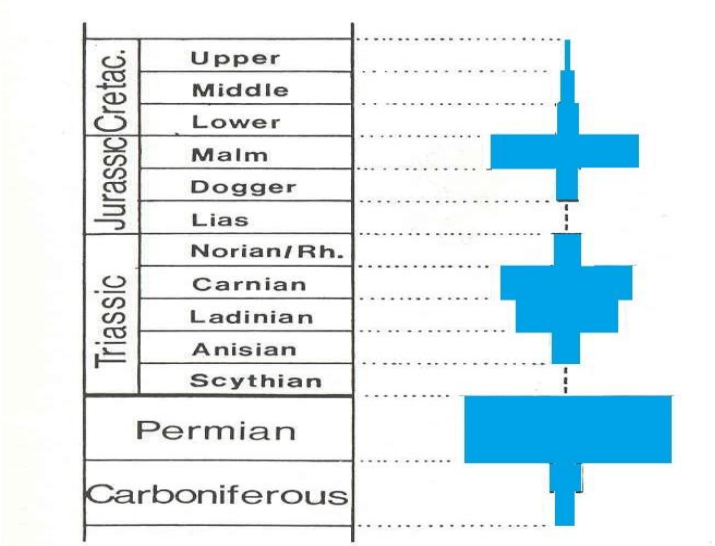
نسبت داده شده است. این تفاسیر متناقض از قرابت، مبتنی بر ریخت‌شناسی است. تا کنون در مطالعات مختلف تأکید کمی بر توزیع دیرینه محیطی و دیرینه جغرافیایی این فسیل شده است، به طوری که این امر می‌تواند اطلاعات بیشتری در رابطه با موقعیت سیستماتیک آن ارائه دهد. در مطالعات قبلی مرتبط با Shamovella، ظهور آن را در آب‌های گرم کم‌عمق دریایی غنی از صخره‌های مرجانی، مستند کرده‌اند. اما در پژوهش‌های بعدی مرتبط با محیط دیرینه از سازند ماوبیس (شرق وست تایمز، پرمین زیرین ـ ساکمارین)، این جنس به همراه براکیوپودهای آبهای معتدل گزارش شده است.

همچنین گونه‌ای از این جنس از گرین‌استون‌هایی با بیوکلاست‌های ساییده و سوراخ شده گزارش شده که نشان‌دهنده امکان زیست آنها در آب‌های کم‌عمق است، اما فقدان همراهی جلبک‌های داسی‌کلاداسه‌ها یا سایر جلبک‌های آهکی و سیانوباکتری‌ها موید این است که، Shamovella علاوه بر محیط‌های گرمسیری، میتوانسته محیط‌های دریایی معتدل اشغال کنند (Guiry and Guiry, 2005; Shen et al., 2008). پژوهشگران مختلفی تا کنون انواع مختلف میکروبیولیت را در رسوبات اکسفوردین و کیمیریجین از نقاط مختلف دنیا شناسایی نموده‌اند (Bagi and Rashidi, 2023)، که عمدتا از متشکلین ریف‌ها در این زمان‌ها بوده‌اند

Shamovella به طور پراکنده در رسوبات دریایی ژوراسیک بالایی در حاشیه شمالی تتیس به خصوص در تجمعات ریفی وجود داشته‌اند و از رخنمون‌های شناخته شده ریف‌ها در ژوراسیک بالایی در جنوب تتیس از عربستان سعودی گزارش شده است (Echevarria et al., 2024).

از نظر چینه‌شناسی Shamovella در دوره‌های کربونیفر تا کرتاسه گسترش داشته‌اند (شکل ۱) اما آنها عمدتا در رسوبات پرمین و ژوراسیک بالایی فراوان‌تر بوده‌اند. این گروه از موجودات فسیلی همزیست گاهی همراه با دیگر سازندگان ریفی، تشکیل دهنده اسکلت بیوهرم‌های کوچک می‌باشند (Senowbari-Daryan and Flügel, 1993).

در رسوبات ژوراسیک بالایی شرق ایران مرکزی به خصوص درکوههای شتری - بلوک طبس (سازند آهکی اسفندیار) علاوه بر Shamovella، فسیل‌های کفزی دیگری از خانواده اسفنج‌ها مانند Neuropota sp., Cladocorapsis sp.، فرامینیفر بزرگ و غیره توسط محققین مختلفی گزارش شده است (Bagi and Rashidi, 2023). این پژوهش با شناسایی گونه Shamovella morroensis و موندهای‌های پراکنده (تپه‌های رسوبی گرد) در رسوبات سازند اسفندیار که درتفسیر جغرافیا و محیط دیرینه رسوبات ژوراسیک بالایی در تتیس مرکزی (شرق ایران مرکزی) اهمیت زیادی دارد، متمرکز شده است .



شکل ۱- فراوانی Shamoavella در رسوبات آهکی پالئوزوئیک و مزوزوئیک، پهنای باند آبی رنگ مبتنی بر تعداد جنس و گونه‌ها در گزارش‌های منتشر شده در جهان می‌باشد (Senowbari-Daryan and Flügel, 1993).

Fig. 1: Abundance of Shomavella in Paleozoic and Mesozoic limestones, blue band width is based on the number of genera and species in published reports worldwide (Senowbari-Daryan, Flügel, 1993).

۲-زمین‌شناسی

۲ـ۱ـ زمین‌شناسی عمومی

قلمرو تتیس مرکزی متشکل از آناتولی، قفقاز و ایران یکی از غامض‌ترین تحولات ژئودینامیکی کمربند آلپ – هیمالیا است که تا کنون زمین شناسان مختلفی با آن روبرو شده اند. پلیت ایران مرکزی مناطق شمال غرب ایران و همچنین کوه‌های البرز و بینالود صفحه‌ای را تشکیل دهند و موقعیت کلیدی ساختاری را در خاورمیانه اشغال می‌کنند (شکل ۲a). حاشیه شمالی گندوانا در اواخر دوران پالئوزوئیک (پرمین پسین) با جنوب برخورد کرد. حاشیه اوراسیا (صفحه توران) در اوایل تریاس پسین با رانده شدن به سمت شمال طی فاز سیمرین اولیه بسته شد (Ruban et al., 2025; Stampfli et al., 2002).

تکوین و گسترش حوضه‌های رسوبی رسوبات ژوراسیک بالایی در خرده قاره شرقی ایران مرکزی به طور قابل توجهی توسط برخورد بلوک‌های یزد، طبس و لوت در زمان تریاس بالایی کنترل شده است (Notghi Moghadam et al., 2025; Salehi et al., 2023).

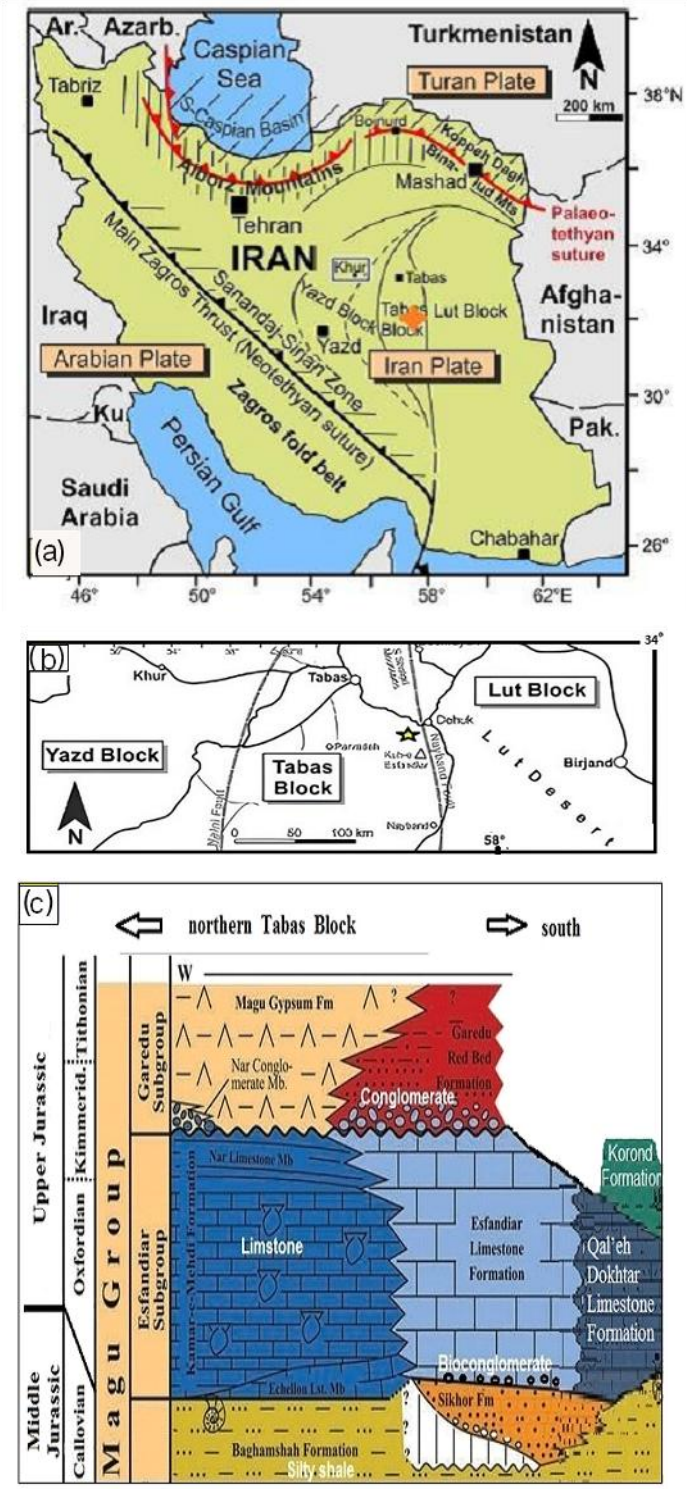
۲ـ۲ـ زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

ریز قاره شرق ایران مرکزی یا (CEIM) با روند شمالی جنوبی (Soffel et al., 1984) مشتمل بر ضخامت زیادی از سکانس‌های رسوبی تریاس و ژوراسیک در بلوک طبس می‌باشد (اشکال ۲a, b) و می‌تواند فهم موثری در تحولات پلیت ایران در دوران مزوزوئیک داشته باشد (Bagi and Rashidi, 2023).

مطالعات اولیه رسوبات مزوزوئیک در بلوک طبس با نقشه‌برداری زمین‌شناختی در طول سال‌های ۱۹۶۰- ۱۹۷۰ توسط محققین مختلف، به خصوص (Flügel, 1966) انجام گردید. در چند دهه اخیر این مجموعه رسوبی در دو گروه رسوبی تریاس تا ژوراسیک پایینی- مبانی (گروه شمشک) و رسوبات ژوراسیک میانی- پایانی (گروه مگو) تفکیک شده‌اند (شکل ۲c). با این وجود، پیشینه ژئودینامیکی این منطقه هنوز به خوبی شناخته نشده است و در شمال بلوک طبس، تاثیر فاز سیمیرین پسین در سیستم کربناته گروه اسفندیار آسانتر قابل فهم است، به طوری که رسوبات سازندهای کربناته اسفندیار، قلعه دختر و گردو با رسوبات ژیپسی سازند مگو همزمان نهشته شده‌اند (Wilmsen et al, 2003). اخیرا سازند اسفندیار به دلیل مطالعات پالئومغناطیسی که توسط (Mattei et al., 2014) بر روی بلوک طبس انجام شده است بیشتر مورد توجه قرار گرفته است، زیرا که انعکاسی از تغییر وضعیت بلوک طبس و جهت‌گیری شمالی جنوبی می‌باشد. بر مبنای مطالعات فسیلی به خصوص فرامینیفرهای شاخص همانند Alveosepta jaccardi، این رسوبات به اکسفوردین میانی- کیمریدجین زیرین نسبت داده شده است (Bagi et al., 2023).

از نظر جغرافیایی محل مورد مطالعه در شرق ایران مرکزی واقع گردیده است. در مجاورت این محل، به دلیل تغییرات جانبی رخساره‌ای فراوان، سنگ چینه‌نگاری نهشته‌های رسوبی بسیار پیچیده بوده، به گونه‌ای که در بررسی‌ها و نقشه‌برداری‌های اولیه واحدهای سنگی اشتباهات غیر قابل تصوری انجام گردیده است (Schaire et al., 2003). در دو دهه اخیر مطالعات گسترده در سنگ‌نگاری چینه‌ای منطقه طبس (شکل، ۱a)، همراه با بازنگری قابل توجهی در این رابطه توسط زمین‌شناسان مختلفی انجام گردیده است (Salehi et al., 2023).

در طی تکوین و رسوبگذاری در بلوک طبس، نهشته‌های رسوبی کربناته ژوراسیک بالایی (سازندهای اسفندیار- قلعه دختر) جانشین رژیم رسوبی غالبا سیلیسی کلاستیک (سازند سیخور با سن کالووین) یا مارنی سیلتی (سازند بغمشاه) می‌گردد، که احتمالا می‌تواند مرتبط با تاثیر فاز سیمیرین پایانی باشد. سازند سیخور (سیلیسی کلاستیک) به صورت بین‌انگشتی با سازند عمدتا مارنی سیلتی زیتونی رنگ سازند بغمشاه تبدیل می‌گردد (Salehi et al., 2023). منطقه مورد مطالعه (مجاورت دیهوک) در ناحیه جنوبی کوههای شتری در بلوک طبس و در مجاورت بلوک لوت با مختصات E 57 ° 26 ′ 9 ″, N 33 ° 14 ′ 35 ″ قرار گرفته است (شکل ۲b)، در این منطقه سازند سیخور توسط سازند کربناته اسفندیار پوشیده شده است (شکل ۲c). بر اساس مطالعات چینه شناسی سن کالوین به سازند سیخور نسبت شده است (Fürsich et al., 2009).



شکل ۲- نقشه زمین شناسی بلوک طبس در ایران و موقعیت منطقه مطالعه شده. (a) واحدهای ساختاری اصلی ایران، (b) منطقه مورد مطالعه از سازند اسفندیار و (c) دورنمایی از زیر گروه‌های اسفندیار و گره‌دو در بلوک طبس (Wilmsen et al., 2021).

Fig. 2. Geology map of Tabas Block plus locality details. (a) Main structural units and sutures of Iran, (b) Close-up of the study area showing the position of the studied site the Esfandiar Formation and (c) Simplified lithostratigraphy of the upper Middle and Upper Jurassic (Esfandiar and Garedu subgroups) Tabas Block. (Wilmsen et al., 2021).

در این منطقه رسوبات شیلی، مارنی و ماسه سنگی زرد متمایل به زیتونی سازند سیخور توسط رسوبات کربناته خاکستری رنگ روشن سازند اسفندیار پوشیده می‌شود (شکل ۲c).

این سازند گاهی با سنگ آهک اسفنجی یا بیوکنگلومرایی تا اوولیتی شروع می‌شود و به سمت بالای سازند، اسفنج‌های شته‌تیتی به صورت پراکنده مشاهده می‌گردد. بخش پایینی سازند اسفندیار از نظر رنگ کمی تیره‌تر از بخش میانی می‌باشد. بخش میانی سازند به رنگ خاکستری روشن تا سفید می‌باشد. عمده رسوبات این سازند مشتمل بر رخساره‌های مادستون ریزدانه تا وکستون می‌باشد، اما سایر رخساره‌ها همانند پلوپید پکستون و بیوفلوتستون گسترش چندانی ندارند و گاهی به صورت جانبی به رخساره مادستون یا بیوکستون تبدیل می‌شوند. بر اساس فرامینیفرهای مطالعه شده در برش الگو سن آکسفوردین میانی تا کیمیریجین پایینی برای این سازند در نظر گرفته شده است (Bagi et al., 2023; Bagi and West, 2015).

۳- روش مطالعه و بررسی

Shamovella ها به صورت پراکنده در سازند اسفندیار مشاهده می‌شوند و الگوی خاص تجمعی برای مطالعه آنها دیده نشد در این راستا ۱۲۰ نمونه دستی به کمک عدسی دستی در محل مطالعه و برای مطالعات تکمیلی و تهیه مقاطع نازک به آزمایشگاه منتقل شدند. همچنین ۱۵۲ نمونه جهت تهیه مقاطع نازک برداشت و از این نمونه‌ها حدود ۲۴۰ مقطع نازک تهیه گردید. نمونه‌ها در آزمایشگاه به کمک میکروسکوپ پلاریزان الیمپوس مدل CX31 و میکروسکوپ الکترونی مدل JSM-IT800 بررسی و به کمک دوربین الیمپوس Dp-21 عکسبرداری شدند. همزمان با مطالعات صحرایی، بررسی لایه‌بندی رسوبات، مطالعات رخسارهای و موندها، بررسی مقاطع نازک در آزمایشگاه انجام گردید، در فاصله حدود ۵ کیلومتر در اطراف برش مطالعه شده موندهای مختلف با کمک متر لیزری اندازه‌گیری شدند. همچنین نمونه‌برداری‌های پراکنده‌ای از موندها انجام گردید و تعدادی از نمونه از اسفنج‌های هیپرکلسیفای از داخل سازند برداشت یا بررسی درجا شد و محل نمونه‌های بررسی شده با مقاطع نازک برداشت شده به منظور تفسیرهای محیطی، ثبت گردید.

۴- تشریح جنس و گونه‌های *Shomavella*

تاکنون گونه‌های مختلفی از جنس Shomavella در دنیا به خصوص در تتیس مرکزی شناسایی و معرفی شده‌اند:

جنس Shomavella شاید از مهمترین گروه‌های همزیست و سازنده در ریفهای پالئوزوئیک بالایی محسوب می‌شوند که اولین بار در کربونیفر ظاهر شده‌اند. این گروه فسیلی در کربونیفر پایینی به صورت پراکنده یافت می‌شوند اما در کربونیفر بالایی نسبتاً فراوان هستند. در محدوده دوره زمانی پرمین پیشین- پسین Shomavella یکی از مهمترین موجودات حوضه تتیس محسوب می‌گردند (Bagi and Rashidi, 2023; West, 2011).

گونه‌های Shomavella obscurus و Shomavella carintbiacus در رسوبات پرمین فراوانی نسبتا زیادی داشته‌اند (Riding, 1993)، همچنین گونه Shamovella morroensis در نهشته‌های رسوبی دوگر– مالم و ژوراسیک بالایی نیز از نظر فراوانی، گسترده بوده‌اند (Senowbari-Daryan et al., 1993).

وضعیت گونه Shamovella morroensis از نظر سیستماتیک به صورت زیر توصیف شده است:

Order: Uncertain
Genus SHAMOVELLA Maslov, 1956
Shamovella morroensis Cresenti, 1969

برای نخستین بار S. morroensis توسط Cresenti (۱۹۶۹) به عنوان گونه‌ای از جنس Shamovella که توسط Maslov (۱۹۵۶) شناخته شده بود، معرفی گردید. این گونه به وسیله Dragastan (۱۹۶۹) به عنوان نوعی میکروآنکوئید توصیف شده است. اما Flügel (۱۹۸۱) این‌گونه را به عنوان یک ساختمان آنکوئیدی که در اطراف یک هسته‌ای از فرامینیفر قرار گرفته است، معرفی نمود. Misiki (۱۹۷۹) گونه S. morroensis را معادل گونه S. obscurus در نظر گرفت که توسط Maslov (۱۹۵۶) توصیف شده بود.

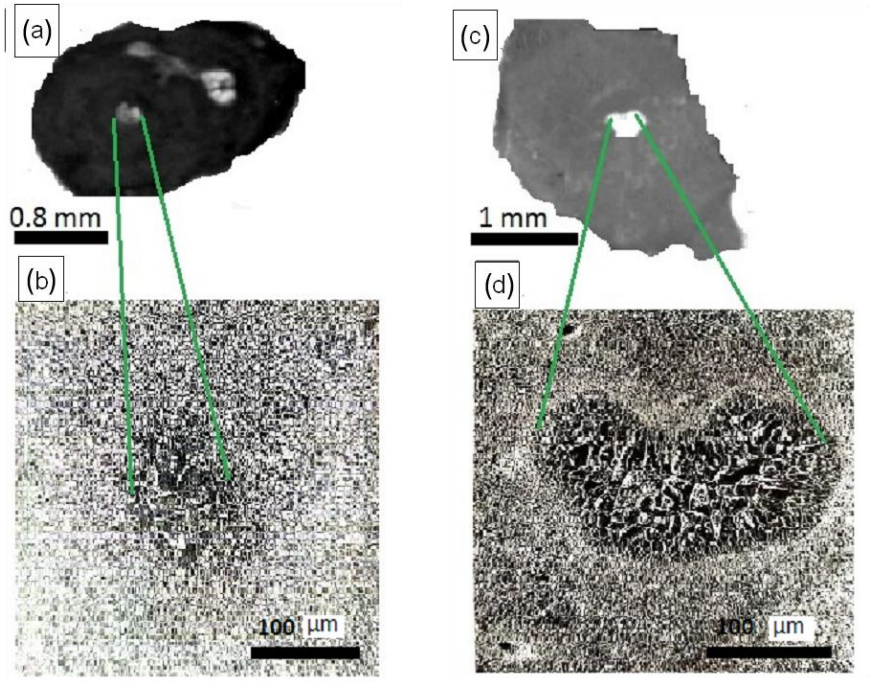
سپس S. morroensis توسط Barnier (۱۹۸۴) به فرامینیفرهای Nubecularidae نسبت داده شد. محققان دیگری این نمونه‌ها را بررسی نموده و تاکید کردند که این گونه فقط در رسوبات ژوراسیک بالایی- کرتاسه زیرین یافت می‌گردد و کاملاً متفاوت با گونه Shamovella obscurus است (Senowbari- Daryan et al., 1993).

S. morroensis شامل مجموعه‌ای از یک فرامینیفر (هسته) و جلبک یا سیانوباکتری است، اما S. obscurus از دو بخش مرکزی و بخش پوشاننده تشکیل شده است (بخش مرکزی رسوب یا سیمان کربناته است که توسط بخش میکروبی پوشیده گردیده است). در مورفولوژی خارجی Shamovella obscurus به حالت قطعه‌ای مشاهده می شود، به طوری که قطعه جدیدتر قطعه قدیمی‌تر را می‌پوشاند، همچنین هسته یا پیکره مرکزی این گونه، از فرامینیفر تشکیل نشده است. این پوشش ممکن است در یک راستا و یا به صورت منحنی باشد (شکل‌های ۴ و ۵).

گونه Shamovella morronensis توسط Schmid و همکاران (۲۰۰۱) به صورت دقیق‌تری بررسی شده است و آن را همزیستی فرامینیفرهایی از خانواده میلیولیده و سیانوباکتری معرفی نموده است. بنابراین S. morronensis دارای دو دیواره داخلی و خارجی می‌باشد. دیواره بیرونی کم و بیش ضخیم‌تر از دیواره داخلی است و ضخامت آن حاصل فعالیت سیانوباکتری‌های همزیست است و دیواره داخلی هم مربوط به پوسته فرامینیفر می‌باشد (شکل‌های ۵ و ۶). S. morronensis در رخساره‌های مختلف وجود دارد، اما بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که این گونه شاخص با ارزشی برای تفسیر عمق حوضه رسوبی است (Leinfelder et al., 1993). این ویژگی به خاطر توانایی فرامینیفر در همزیستی برای سازش، در اعماق متفاوت است. در کلنی‌هایی که به صورت تروکوسپیرال رشد دارند (فرامینیفر - سیانوباکتری)، رشد همزمان این دو موجود مشاهده می‌گردد.

یکی از بهترین راه‌ها برای بررسی عمق زندگی این گونه اندازه‌گیری دیواره بیرونی این کلنی می باشد. ضخامت دیواره ارتباط مستقیمی به نور قابل دسترسی برای سیانوباکتری همزیست با فرامینیفر دارد (Leinfelder et al., 1993). هر چه میزان نور دریافتی توسط سیانوباکتری فتوسنتز کننده بیشترباشد، ضخامت دیواره خارجی S. morroensis بیشتر می‌گردد (میزان نوردریافتی ارتباط معکوسی با عمق حوضه رسوبگذاری دارد).

در شکل ۳ نمونه‌هایی با برش مایل از گونه Shamovella morrensis از سازند اسفندیار توسط میکروسکوپ نوری و SEM بررسی و مشخص است که دیواره مرکزی از محیط اطراف پوشاننده کاملا جداست.



شکل ۳- (a) برش مایل S. morroensis از سازند اسفندیار نمونه ۸۵، تصویر، (b) با میکروسکوپ SEM از مرکز نمونه، (c) برش مایل S. morroensis از سازند اسفندیار نمونه شماره ۹۶، و تصویر (d) نمونه از تصویر میکروسکوپ SEM از مرکز نمونه.

Fig. 3. (a) Oblique section of *S. morroensis* from sample 85 of the Esfandiar Formation, (b) SEM microphotographs of *S. morroensis* (sample core), c) Oblique section of *S. morroensis* from sample 96 of the Esfandiar Formation and (d) SEM microphotographs of *S. morroensis* (sample core).

در آب‌های کم عمق (۱۰تا۲۰متر) قطر دیواره خارجی ممکن است به بیش از۱میلیمتر برسد، در حالی که قطر دیواره خارجی در آب‌های عمیق‌تر (۱۲۰ متر) به صفر می‌رسد. بنابراین این گروه از موجودات همزیست‌دار (سیانوباکتری فتوسنتز کننده ی- فرامینیفر میزبان) شاخص‌های بسیار مناسبی برای تخمین عمق حوضه هستند (Fleix and Han, 2003; Reihold et al., 1996).

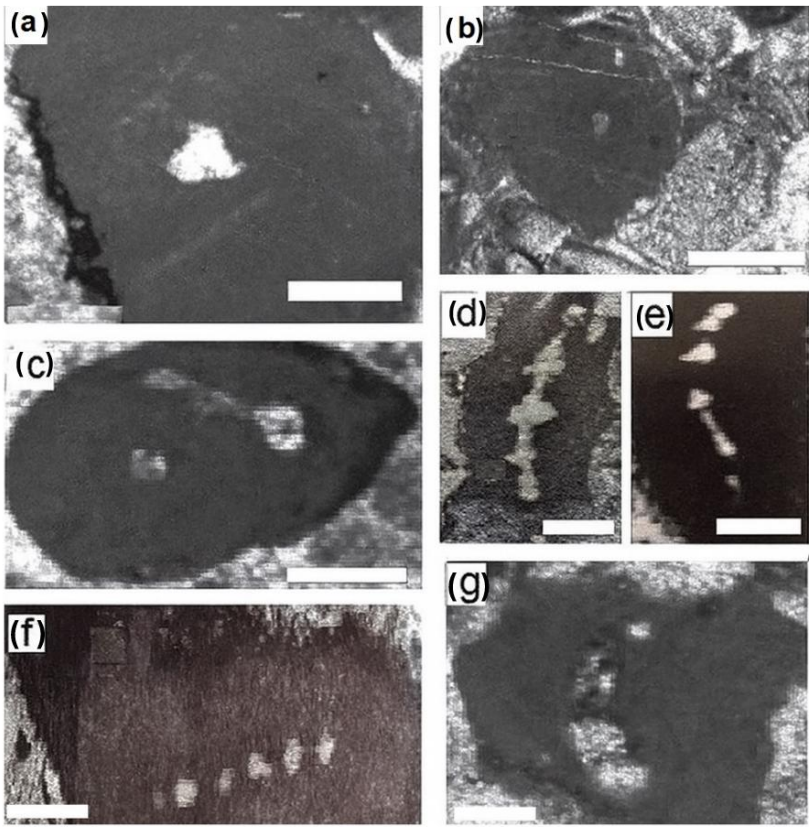
بررسی گونه *Samovella* سازند اسفندیار (در بخش مورد مطالعه) در مقاطع نازک نشان می‌دهد که ضخامت دیواره در این گونه بین ۰/۷ تا ۱ میلی‌متر متغیر می باشد (شکل ۴). این ضخامت دیواره خارجی بیانگر عمق کم حوضه رسوبی است.

۵- میکرو انکراسترهای (ساختارهای میکروبی ـ پوششی) و موندها در سازند اسفندیار

۵-۱- میکرو انکراسترها

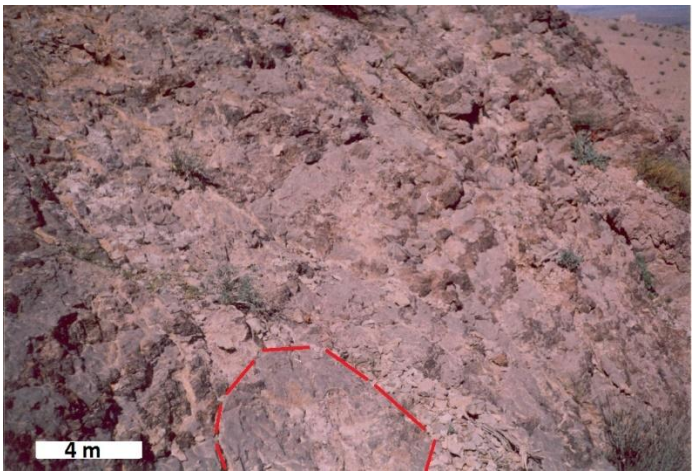
میکرو انکراسترها یا ساختارهای میکروبی- پوششی که گاهی تحت عنوان ریف سازها از آن‌ها نام برده می‌شوند، اگر چه همانند Shamovella در گروه Problematica یا موجودات مسئله‌دار قرار گرفته‌اند اما شاخص‌های بسیار مناسبی برای تفسیر محیط رسوبی خصوصاً در ژوراسیک بالایی هستند (Hongjun et al., 2025; Fürsich et al., 2009; Schmid, 2001). مهمترین میکرو انکراسترهای ژوراسیک بالایی عبارتند از:

سیانوباکتری‌ها (شامل Girvanella, Cayeuxia)، پلی‌کائت‌ها (شامل Serpulipis, Terebella)، فرامینیفر، بریوزوآ، گروهی از براکیوپودها (thecideid)، Bacinella، Koskinella، Lithocodium و Shamovella morronensis در سازند اسفندیار به طور پراکنده قابل مشاهده هستند اما از این مجموعه در این پژوهش به طور دقیق و جزیی میکرو انکراستر Shamovella morronensis مورد مطالعه قرار گرفته است.



شکل ۴- (a)، (b) و (c) برش‌های مایل گونه S. morroensis از سازند اسفندیار (شماره ۲۵، ۳۲ و ۴۳)، (d)، (e)، (f) و (g)برش طولی گونه S. morroensis مقیاس ۱ میلیمتر.

Fig. 4. Oblique sections of *S. morroensi*s from the Esfandiar Formation (Sampels; 25, 32, 43), (d), (e), (f) and (g) are longitudinal sections of *S. morroensi*s from the Esfandiar Formation.



شکل ۵- موند مطالعه شده در سازند اسفندیار
Fig5. Studied mound in the Esfandiar Formation.

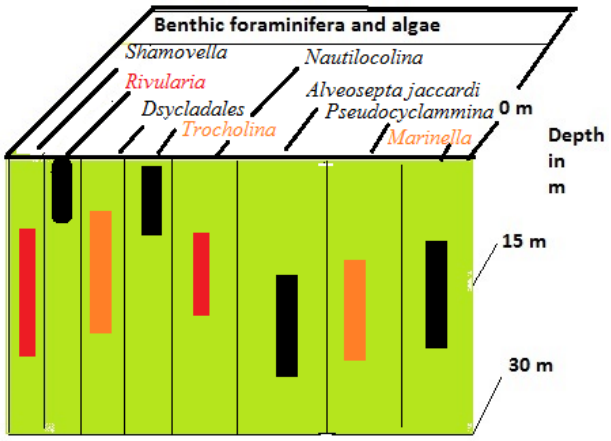
۵-۲ – موندها

موندها که در واقع تپه‌های کوچک رسوبی هستند که بر حسب میزان رسوبگذاری و وضعیت مواد مغذی در پلاتفرمهای کربناته به صور مختلفی از کاملا گلی تا میکروبی، اسفنجی، مرجانی و.غیره یافت می‌شوند (شکل ۵). بر اساس تقسیم‌بندی James و همکاران (۲۰۰۴) موندها را می‌توان به سه گروه گلی، میکروبی و اسکلتی تقسیم نمود. موندهای گلی که عمده آن ازذرات گل‌های کربناته تشکیل شده است اما موندهای میکروبیال که غالباً از پلوئید یا میکریت فشرده تشکیل شده و همراه با میکروبیال‌های آهکی (thrombolites, stromatolithes, leiolites) می‌باشند (Schmid et al., 2001) بر اساس این مدل هنگامی که حجم رسوبگذاری نزدیک به صفر است شبکه‌های ریفی تشکیل می‌گردند و بر عکس هنگامی که حجم رسوبگذاری زیاد باشد هیچگونه موندی تشکیل نمی‌شود، در این مدل به پارامترهای مهم دیگر مثل شوری، اکسیژن، نور و انرژی آب که در تکوین ریفها و موندها مؤثرند، اشاره نشده است. در بررسی صحرایی موندهای موجود در محدوده مقطع مطالعه شده، عمده موندها ، موندهای اسکلتی با ابعاد حداکثر ۱۰-۱۵ متر و حداقل ۲-۳ متر شناسایی شدند.

یکی از بهترین مدل‌های ارئه شده برای تخمین عمق حوضه به کمک فرامینیفرها و جلبکها در ژوراسیک بالایی توسط Dragastan و همکاران (۲۰۱۱) ارائه شده است (شکل ۶). بر اساس این مدل با هم یافتی اسفنجها، جلبکها و فرامینیفرها در رسوبات می توان عمق محیط رسوبی را بهتر تفسیر نمود. مدل تخمین عمق ارائه شده برای پلاتفرم آهکی سازند اسفندیار با مدل‌های ارائه شده توسط سایر محققین تطابق بسیار زیادی دارد.

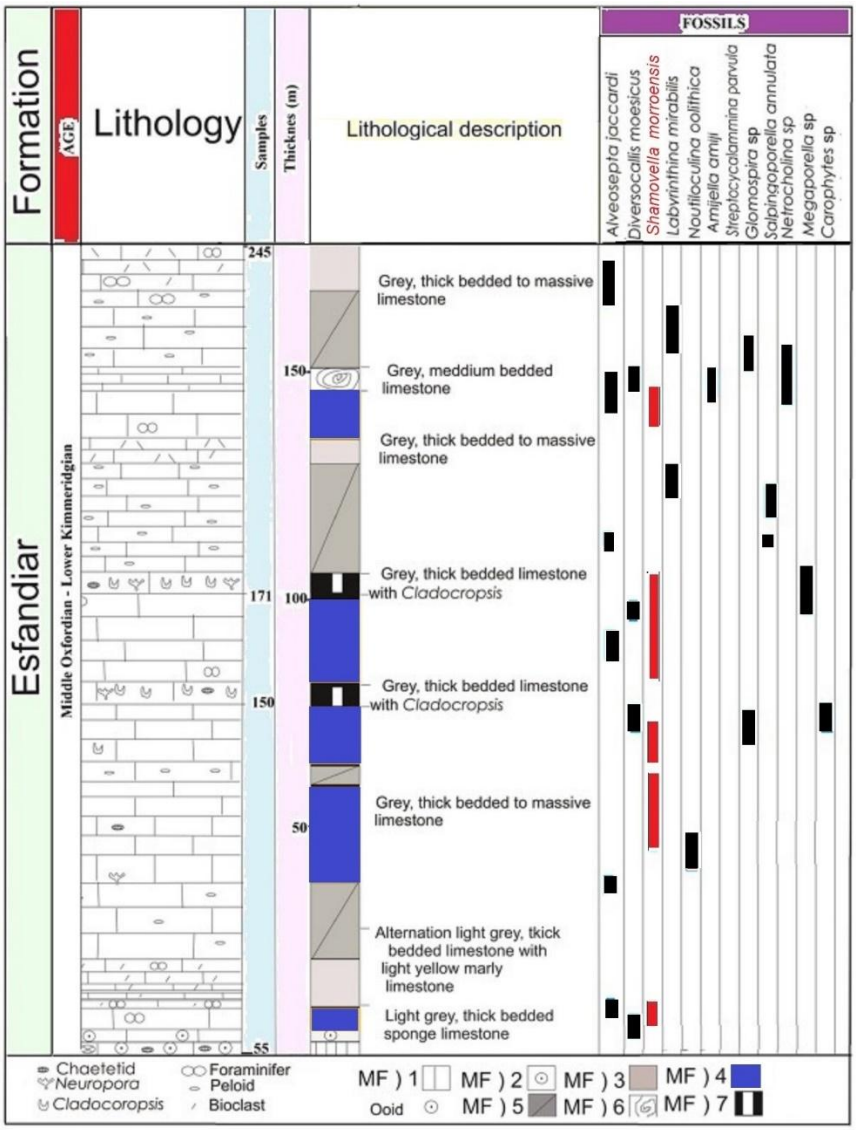
Alveosepta jaccardi یکی از مهمترین روزنه‌داران بزرگ که نقش کلیدی در تعیین سن رسوبات ژوراسیک بالایی دارد و به طور پراکنده در این سازند مشاهده شده است، از نظر ریز رخساره‌ای سازند اسفندیار عمدتا مدستون یا وکستون تشکیل شده اما به صورت جزیی می‌توان ریز رخساره‌های مطالعه شده را به صورت زیر نام برد:

MF1: Oolithic grainstone, MF2; Bioclastic grainestone, MF3; Bio floatstone, MF4; Biowackestone, MF5; Mudstone, MF6; Peloid-Pack to grainestone, MF7; Peloid packstone، (شکل ۷). روزن‌داران شناسایی شده، نشانگر محیط پلاتفرمی نیمه حفاظت شده در سازند اسفندیار است (Bagi and Rashidi, 2024). با این وجود اگر این گون‌ها همزیست نوری داشته باشند (شکل۶) مجبورند در مناطقی که واجد نور باشند زندگی نمایند. بعضی از روزن‌داران در محیط لاگونی محدود یا بسته زندگی می‌نمایند و شاخص‌های اکولوژیکی مناسبی برای تفسیر محیط دیرینه هستند (Bagi et al., 2023).



شکل ۶- مدل تخمینی عمق برای پلاتفرم سازند آهکی اسفندیار

Fig. 6. Depth estimation model for the Esfandiar Limestone Formation platform



شکل ۷- ستون چینه شناسی منطقه مورد مطالعه ، همراه با گسترش *Shamovella*

Fig. 8. Stratigraphic column of the study area, with the distribution of *Shamovella*

۶- نتیجه گیری

گونه Shamovella morroensis از نظر گسترش در تتیس مرکزی و در محدوده سنی اکسفردین میانی- کیمرجین زیرین در سازند اسفندیار مشاهده شده است. این ویژگی بر اساس وجود فرامینیفر Alveosepta jaccardi در رسوبات سازند اسفندیار تایید می‌گردد.این گونه همزیست شاخص بسیار مناسبی برای تفسیر محیط‌های دیرینه می‌باشد و نشان میدهد این پلاتفرم در دوره دوام عمقی بین چند متر تا حداکثر ۳۰ متر داشته است. با توجه به گزارش‌های محدود این گونه در تتیس، هنوز نمی‌توان محدودیت دقیق سنی آن را مشخص نمود.

موندها یا تپه‌های کوچک کروی با ابعاد ۴ تا ۱۲ متر به صورت پراکنده و بسیار محدود در رسوبات سازند اسفندیار در منطقه مطالعه شده یافت می‌شوند. این تپه‌های رسوبی غالبا از نوع اسکلتی- مرجانی می‌باشند و عمدتا توسط رخساره‌های مدستون-وکستون فراگرفته شده‌اند

وجود شرایط یوتروفی، وفور مواد مغذی و حجم عظیم کارخانه کربنات‌سازی در طول تکوین و تداوم پلاتفرم کربناته سازند اسفندیار (در طی زمانی حدودا سه میلیون ساله) در زمان ژوراسیک بالایی مانع ظهور ریف‌های گسترده در سازند اسفندیار شده است.

تشکر وقدردانی:

لازم می‌دانیم از قای پروفسور یوآن بوکور Ioan Bucur از دانشگاه بابیس بولویا رومانی که نظرات ارزنده‌ای برای بهبود این مقاله داشته‌اند، تشکر و قدردانی نمایم. همچنین یاد مرحوم پروفسور بابا صنوبری-داریان (ارلانگن-آلمان) که در این پژوهش به ما کمک نموده‌اند، را همیشه گرامی می‌داریم.

مراجع

Bagi, H., Rashidi, K., 2024. Importance of microfacies and Paleoecological of calcareous alge and larger benthic foraminifera of Esfandiar Formation in central Tethys. Paleontology 2(1), 22-42. https://doi:10.30470/zpaleo.2024.2037106.1017

Bagi, H., Rashidi, K., 2023. Significance of paleoecological calcified sponges (Neuropora lusitanica, Cladocoropsis mirabilis) in Esafandiar carbonate platform in Gazu area (East Central Iran). Advanced Applied Geology 13(2), 483-501. https://doi:10.22055/AAG.2022.40590.2294

Bagi, H., Tasli, K. Hamedani, A., 2006. Microfacies and paleoenvironmental interpretation of the Upper Jurassic Esfandiar Formation (east-central Iran). Carbonates and evaporates 21, 115-123. https://doi.org/10.1007/BF03175661

Bagi, H., West, R.R., 2015. Microfacies and environmental significance of hypercalcified demosponges of the Upper Jurassic Esfandiar platform (Shotori Mountains, Tabas Block, east central Iran). Carbonates Evaporates 30, 483-493. https://doi:10.1007/s13146-015-0269-y

Barnier, B., 1984, Influence of a mid-ocean ridge on wid-driven barotropic Rossby waves. Journal of Physical Oceanography 14(12), 1930-1936.

Crescenti, U., 1969. Biostratigrafia delle facies mezoiche dell Appennino centrale: Correlazioni. Geologia Romana 8, 15-40.

Dragastan, O., 1969. Micro-oncolithes' dans le Jurassique superieur de la vallee du Bicaz (Carpates orientales, Roumanie). Bulletin de la Société Géologique de France 7(5), 655-659.

Dragastam, O., Misik, M., 2001, Non-marin lower Cretaceous algae and cyanobacteria from the Czorsztyn unit, Western Carpathians. Geologica Carpathica 52(4), 229-237

Echevarría, J., Harguindeguy, F.M., Manceñido, M.O., Carignano, A.P., Damborenea, S.E., 2024. Early Jurassic coral reef development outside Tethys: an example from western Argentina. Lethaia 57(3), 1-27. https://doi.org/10.18261/let.57.3.1

Fleix, S., Han, G., 2003. The Plassen formation (Kimmeridgian) of the karstian and its basement: New data of facies. Gmunder Geo-Studienz Erkudok C. institute museum Gmunden, 1-21.

Flügel, E., 1966. Algen aus dem Perm der Karnischen Alpen. Carinthia II, special issue 25, 1-76.

Flügel, E., 1981. Lower Permian Tubiphytes/Archaeolithoporella buildups in the southern Alps (Austria and Italy).

Fürsich, F.T., Wilmsen, M., Seyed-Emami, K., Majidifard, M.R., 2009. Lithostratigraphy of the Upper Triassic–Middle Jurassic Shemshak Group of Northern Iran. Geological Society, London, Special Publications 312 (1), 129-160. https://doi.org/10.1144/sp312.6

Guiry, M.D., Guiry, G.M., 2025. Algae Base. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway (taxonomic information republished from Algae Base with permission of M.D. Guiry). Shamovella obscura (Maslov) Riding, 1993. Accessed through. Marine Species Traits editorial board (2025) Marine Species Traits at: https://marinespecies.org/traits/aphia.php?p=taxdetails & d=1733305 on 2025-09-30

James, N.P., Feary, D.A., Betzler, C., Bone, Y., Holbourn, A.E., Li, Q., Machiyama, H., Simo, J.T., Surlyk, F., 2004. Origin of late Pleistocene bryozoan reef mounds. Great Australian Bight. Journal of Sedimentary Research 74(1), 20-48. https://doi.org/10.1306/062303740020

Hongjun, W., Peijun, Z., Yuzhe, T., Siqi, W., Liangjie, Z., Chunqiu, G., Yuzhong, X., Jianxiong, D., Qiang, W., 2025. Reservoir Characteristics and Formation Mechanisms of the fault-fracture carbonate gas reservoir in the Middle-Upper Jurassic of the right bank of Amu Darya River. China Petroleum Exploration 30(1), 142-145. https://doi.org/10.11698/PED.2020.02.07

Kochansco, V., 1970. Middle Permian Calcisponge/Algal cement reef: Straza near Bled, Sloven. Facies 10, 179-256.

Leinfelder, R.R., Krautter, M., Nose, M., Ramalho, M.M., Werner, W., 1993. Siliceous sponge facies from the Upper Jurassic of Portugal. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen 189,199- 254. https://doi.org/10.1127/NJGPA/189/1993/199

Maslov, P., 1956. Fossil calcareous algae of the U.S.S.R. Trudy Instituta geologicheskikh nauk Akademii nauk SSSR 160, 258-264.

Mattei, M., Muttoni, G., Cifelli, F., 2014. A record of the Jurassic massive plate shift from the Garedu Formation of central Iran. Geology 42(6) 555-558. Doi:10.1130/G35467.1.

Misiki, M., 1979. Marine Micro blithe und Microinkustierer aus dem Oberjura. Profile 5, 101-251, Stuttgart

Newell, N. D., 1956. Depositional fabric in finally mountains, west Texas. American Association of Petroleum Geologists Bulletin 53(3), 494-502.

Notghi Moghaddam, M., Nedaei, M., Jalili, F., 2025. Nannostratigraphy and tectonic significance of the Central Iran lower Cretaceous deposits, Qaen region. Advanced Applied Geology 15(2), 254-275. https:// doi:10.22055/AAG.2025.49158.2500.

Raucer, D.M., 1951. Facies of the Upper Carboniferous and Artiniskian deposit in the Sterlitmak Region of the pre- Urals, based on a study of Fusulinids: Akademii Nauk SSSR, Izvestiya Kazanskogo Filiala. Serija Geologiceskich Nauk 119, 1-108.

Riding, R., 1993. Shamovella obscura: the correct name for Tubiphytes obscurus (Fossil). Taxon, 71-73.
https://doi.org/10.2307/1223304.

Reihold, R., Werner, W., Nose, M., 1996, Paleoecology growth parameters and dynamics of coral, sponge and microbiolith reefs feom the Late Jurassic: in Reitener, J., Neuweiler, F., Gunkel, F., eds., Global and region controls on biogenic sedimentation. I. Reef evolution. Research reports. Gottinger Arbeiten zur Geologie und Paläontologie Sb2, 227-248

Rigby, J.K. 1958. Two new Hydrozoans Journal of Paleontology 32(3), 583-586.

Ruban, D.A., Zorina, S.O., Nikashin, K.I., Muzafarov, R.N., 2025. The Central Western Caucasus at the Jurassic–Cretaceous Transition: A Synthesis with a Case Study. Journal of Marine Science and Engineering 13(7), 1257. https://doi.org/10.3390/jmse13071257

Salehi, M.A., Wilmsen, M., Zamanian, E., Baniasad, A., Heubeck, C., 2023. Depositional and thermal history of a continental, coal-bearing Middle Jurassic succession from Iran: Hojedk Formation, northern Tabas Block. Geological Magazine 160(2), 235-259. https://doi.org/10.1017/S0016756822000814.

Schairer G, Fürsich F.T, Wilmsen M, Seyed-Emami K, Majidifard M.R., 2003. Stratigraphy and ammonite fauna of Upper Jurassic basinal sediments at the eastern margin of the Tabas Block (East-Central Iran). Geobios 36, 195–222. https://doi.org/10.1016/S0016-6995(03)00006-8.

Schafer Jr, E.W., Bowles Jr, W.A., Hurlbut, J., 1983. The acute oral toxicity, repellency, and hazard potential of 998 chemicals to one or more species of wild and domestic birds. Archives of environmental contamination and toxicology 12(3), 355-382. https://doi.org/10.1007/BF01059413

Schmid, D.V.N., 1995, Tubiphytes morronensiseine facultative indrustierende formainifere mit endo symbiontiscen algen. Profil, 8, 305-317.

Schmid, D.U., Leinfelder, R.R., Nose, M., 2001. Growth dynamics and ecology of Upper Jurassic mounds, with comparisons to Mid-Palaeozoic mounds. Sedimentary Geology 145(3-4), 343-376. https://doi.org/10.1016/j.geobios. 2012.05.002.

Senowbari-Daryan, B., 2013. Tubiphytes Maslov, 1956 and description of similar organisms from Triassic reefs of the Tethys. Facies 59(1), 75-112. https://doi.org/10.1007/s10347-012-0353-x

Senowbari-Daryan, B., Flügel, E., 1993, Tubiphytes Maslov an enigmatic fossil classification fossil record and significance through time. In Barattolo, B., De Castro, P., Parente, M. (eds.). Bollettino della Società Paleontologica Italiana, Special 1, 353-382.

Shen, J.W, Webb, G.E., 2008. The role of microbes in reef-building communities of the Cannindah limestone (Mississippian), Monto region, Queensland, Australia. Facies 54(1), 89-105.

Senowbari-Daryan, B., Zühlke, R., Bechstädt, T., Flügel, E., 1993. Anisian (Middle Triassic) buildups of the Northern Dolomites (Italy): the recovery of reef communities after the Permian/Triassic crisis. Facies 28(1), 181-256. https://doi.org/10.18814/epiiugs/2003/v26i3/005.

Soffel, H.C., Forster, H.G., 1984, Polar wander path of the central-east Iran microplate including new results. Neues Jaharbuch fur Geologie und Paläontologie -Abhandlungen 168, 165-172. https://doi:.orj/10.1127/njgpa/168/1984/165.

Stampfli, G.M., Borel, G.D., Marchant, R., Mosar, J., 2002. Western Alps geological constraints on western Tethyan reconstructions. Journal of the Virtual Explorer 8, 77-106. https://doi.org/10.3809/jvirtex.2002.00057

West, R.R., 2011. Treatise Online, no. 21: Part E, Revised, Volume 4, Chapter 2B: Functional morphology of the fossil hypercalcified chaetetid-type Porifera (Demospongiae). Treatise Online. https://doi.org/10.17161/to.v0i0.4138

Wilmsen, M., Fürsich, F.T., Seyed-Emami, K., 2003. Revised lithostratigraphy of the Middle and Upper Jurassic Magu Group of the northern Tabas Block, east-central Iran. Newsletters on Stratigraphy 39, 143-156. https://doi.org/10.1127/nos/39/2003/143

Wilmsen, M., Fürsich, F.T., Seyed-Emami, K., Majidifard, M.R., 2021. The Upper Jurassic Garedu Red Bed Formation of the northern Tabas Block: elucidating Late Cimmerian tectonics in east-Central Iran. International Journal of Earth Sciences 110(3), 767-790. https://doi.org/10.1007/s00531-021-01988-z.