

Biozonation of Foraminifera and Oligosteginids of Late Albian-Middle Turonian at south flank of Khumi Anticline (East of Izeh Zone)

Mahtab Dousti Mohajer¹, Massih Afghah^{2*}, Mohammadsadeh Dehghanian³, Seyed Jamalaldin Sheikh Zakariaii¹

1- Department of Geology, Science and Research Branch of Tehran, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Department of Geology, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran

3- Department of Geology, Bandar Abbas Branch, Islamic Azad University, Bandar Abbas, Iran

Keywords: Sarvak Formation, Albian - Turonian, Izeh Zone, Khumi Anticline

1- Introduction

The Zagros Mountain Ranges is in the northeastern margin of the Arabian Plate (Takin, 1972; Farhudi, 1978; Berberian, 1995). This orogenic belt consists of three distinctive parallel tectonic zones: 1- Urumieh–Dokhtar Magmatic Assemblage (UDMA), 2- The Zagros Imbricate Zone (ZIZ), and 3- The Zagros Fold-Thrust Belt (ZFTB; Alavi, 2004). The Sarvak Formation has been a well-known oil reservoir in the Zagros area. The type section of Sarvak (limestone) Formation in Tang-e Sarvak, located at the south flank of the Kuh-e Bangesatan Anticline in the northwest of Khuzestan Province, has been measured (James and Wynd, 1965). The lower contact of Sarvak Formation in the type section is transitional and conformable with the Kazhdumi Formation, and the upper contact of Sarvak Formation is sharp and clear with marls and shales of the Gurpi Formation (Khosrow Tehrani and Foonooni, 1994; Afghah and Dehghanian, 2007; Afghah et al., 2011; Afghah et al., 2014; Afghah and Fadaei, 2015; Senemari and Afghah, 2020).

2- Material and methods

One hundred sixty-six samples were collected from the selected stratigraphic section of the Sarvak Formation, and thin sections were prepared. Laboratory studies were then conducted, including the preparation of microscopic sections and the microfossils' analysis in prepared thin sections. According to Postuma (1971); Caron (1985); Sliter (1989); Robaszynski and Caron (1995); Tur et al. (2001); Permoli Silva and Verga (2004); Afghah et al. (2011); Afghah and Fadaei (2011); Afghah et al. (2014); Afghah and Fadaei (2015); Coccioni and Premoli Silva (2015), the foraminifers were identified, and determination of oligosteginids were carried out by Adams et al. (1967); Noël et al. (1995); Dias-Brito (2000); Wendler et al. (2013); Omaña et al. (2014); Omaña et al. (2019).

3- Results and discussion

The studied section of Sarvak Formation is a fossiliferous stratigraphic section (80 genera and 39 species) carrying both plankton and benthic foraminifers and oligosteginids:

Plankton foraminifers: *Ticinella madecassiana*, *Ticinella praeticinensis*, *Ticinella primula*, *Ticinella raynaudi*, *Ticinella roberti*, *Ticinella* sp., *Microhedbergella rischi*, *Muricohedbergella delrioensis*, *Muricohedbergella planispira*, *Muricohedbergella rischi*, *Muricohedbergella simplex*, *Muricohedbergella* sp., *Favusella washitensis*, *Macroglobigerinelloides bentonensis*, *Macroglobigerinelloides caseyi*, *Macroglobigerinelloides ultramicrus*, *Macroglobigerinelloides bentonensis*, *Globigerinelloides bentonensis*, *Globigerinelloides* sp., *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix moremani*, *Heterohelix reussi*, *Clavihedbergella moremani*, *Clavihedbergella simplex*, *Paracostellagerina libyca*, *Planomalina bouxtorfi*, *Praeglobotruncana gibba*, *Schackoina bicornis*, *Dicarinella hagni*, *Dicarinella imbricata*, *Dicarinella* sp., *Marginotruncana renzi*, *Helvetoglobotruncana helvetica*, *Rotalipora cushmani*, *Rotalipora micheli*, *Rotalipora montsalvensis*, *Rotalipora* sp., *Pseudothalmanninella subticinensis* (*Rotalipora subticinensis*), *Pseudothalmanninella ticinensis* (*Rotalipora ticinensis*), *Thalmanninella appenninica* (*Rotalipora appenninica*), *Thalmanninella globotruncanoides* (*Rotalipora globotruncanoides*), *Thalmanninella reicheli* (*Rotalipora reicheli*), *Thalmanninella gandolfii* (*Rotalipora gandolfii*), *Whiteinella*

*Corresponding author: massihafg2002@yahoo.com

DOI: 10.22055/AAG.2020.34912.2160

Received 2020-09-06

Accepted 2020-10-05

aprica, *Whiteinella archaeocretacea*, *Whiteinella aumalensis*, *Whiteinella baltica*, *Whiteinella brittonensis*, *Whiteinella paradubia*, *Whiteinella praealpetica*, *Guembeltria cenomana*.

Benthic foraminifers: *Nezzazata gyra*, *Nezzazata simplex*, *Nezzazata* sp., *Nezzazatinella picardi*, *Pseudolituonella reicheli*, *Biconcava bentori*, *Chrysalidina gradata*, *Daxia cenomana*, *Marsonella trochus*, *Marsonella turris*, *Minouxia* sp., *Murgeina apula*, *Nummuloculina regularis*, *Peneroplis parvus*, *Peneroplis turonicus*, *Spiroloculina cenomana*, *Spiroloculina cretacea*, *Moncharmontia appenninica*, *Gavinella* sp., *Lenticulina* sp., *Belorussiella* sp., *Miliolid*.

Oligosteginids: *Bonetocardiella conoidea*, *Calcisphaerula innominata*, *Pithonella ovalis*, *Pithonella perlonga*, *Pithonella sphaerica*, *Pithonella trejoi*, *Stomiosphaera conoidea*, *Stomiosphaera sphaerica*.

Based on the stratigraphic distribution of diagnosed foraminifers, 8 biozones and 2 subzones are established:

- *Pseudothalmanninella subticinensis* Partial range Zone (Late Albian)
- *Pseudothalmanninella ticinensis* Interval Zone (Late Albian)
- *Thalmanninella appenninica* Interval Zone (Latest Albian)
- *Rotalipora globotruncanoides* Interval Zone (Early Cenomanian)
- *Thalmanninella reicheli* Total range Zone (Early to Middle Cenomanian)
- *Rotalipora cushmani* Total range Zone (Middle to Late Cenomanian)
- *Whiteinella archaeocretacea* Partial range Zone (Latest Cenomanian to Early Turonian)
- *Whiteinella archaeocretacea* Interval subzone (Latest Cenomanian)
- *Dicarinella hagni* Interval subzone (Early Turonian)
- *Helvetoglobotruncana helvetica* Interval range Zone (Early Turonian- Middle Turonian).

The age of the Sarvak Formation in this section is Late Albian to Middle Turonian, while in Arsanjan (Afghah et al., 2014) and Bavan sections (Afghah and Fadaei, 2015), is Late Albian-Early Cenomanian. In Kherameh (Afghah and Fadaei, 2015), Samghan, Doroodzan, and Nour Abad sections (Afghah et al., 2014) is Cenomanian. Cenomanian determines the age of this formation in Dezful Embayment (Ahvaz, Marun, Ab-Teymour, Rage Sefid, Gachsaran oilfields) to Turonian (Omidvar et al., 2014). In contrast, Khosrow Tehrani and Fonooni (1994) confirmed that the Cenomanian age for the Sarvak Formation in the Izeh zone (Kuh-e Bangestan) is Cenomanian. The age determination of the Sarvak Formation was referred to as Mid Albian-Cenomanian in the Lurestan area (Kabir Kuh) (Daneshian et al., 2015).

The variation of biostratigraphic limits of the mentioned regions is referred to as sedimentary basin condition during the deposition of clean carbonate of Sarvak Formation, which is caused by basement fault (Qatar, Kazerun and Nezam Abad faults in the interior Fars, Hendijan-Bahregansar, MFF, and Balarud faults in Khuzestan). Sepehr and Cosgrove (2004) maintain that the movements of Zagros faults in the middle Cretaceous have caused the variety of the thickness, facies, and the age of different Formations before.

4- Conclusion

In this study, 213m. Sarvak Formation Kuh-e-Khumi (Marin) stratigraphic section as Cenomanian strata has been investigated. The lower contact of Sarvak Formation in the type section is conformable with Kazhdumi Formation, and the upper contact of Sarvak Formation with Gurpi Formation is unconformable. Eight biozones and two subzones are established based on the stratigraphic distribution of diagnosed foraminifers. The age of this formation in the Marin section is Late Albian to Middle Turonian. Much of the Marin section's foraminifera are planktonic. The too-high ratio of planktonic foraminifera compared with benthonic foraminifera (P/B ratio) suggests the deepness of the sedimentary environment compared with that of Fars and Kuh-e-Bangestan and Pyun sections. The sedimentation of the Sarvak Formation in this section, compared to the previous biostratigraphic data (zones of Izeh and some of Interior Fars sections like the Arsanjan section), has started earlier and ends later. The variation of the age of the Sarvak Formation which caused by a basement fault. The movements of Zagros faults in the middle Cretaceous have caused the variety of the thickness, facies, and the age of different Formations.

References

- Adams, T.D., Khalili, M., Khosravi Said, A., 1967. Stratigraphic significance of some oligosteginids from Lurestan province; Palaeontological Department. Iranian Oil Operating Company 13(1), 55-67.
- Afghah, M., Ahmadi, V., Damori, GH., 2011. Biostratigraphy of Sarvak Formation in Arsanjan and Doshman ziyari sections, First National Geology and Mining Exploration Symposium, Shiraz, pp. 1-7.
- Afghah, M., Dehghanian, M.S., 2007. Qualitative and quantitative study of the microfacies of the Sarvak Formation Kuh-e Khane-Kat and Kuh-e Shah-Neshin Sections in Fars province. *Journal of Applied Geology* 3(1), 7-16.
- Afghah, M., Fadaei, H.R., 2015. Biostratigraphy of Cenomanian succession in Zagros area (southwest of Iran). *Geosciences Journal* 19(2), 257-271.
- Afghah, M., Yousefzadeh, A., Shirdel, S., 2014. Biostratigraphic Revision of Middle Cretaceous Succession in South Zagros Basin (SW of Iran). *Journal of Earth Science & Climatic Change* 5, 1-10.
- Alavi, M., 2004. Regional stratigraphy of the Zagros fold-and-thrust belt of Iran and its proforland evolution. *American Journal of Science* 304, 1–20.
- Berberian, M., 1995. Master “blind” thrust faults hidden under the Zagros folds: active basement tectonics and surface morphotectonics. *Tectonophysics* 241, 193-224.
- Bolli, H.M., 1966. Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on Planktonic foraminifera. *Boletín informativo dela Asociacion Venezolanade Geología, Mineríay Petroleo* 9, 1-34.
- Caron, M., 1985. Cretaceous planktic foraminifers. In Bolli, H. M., Saunders, J. B., and Perch-Nielsen, K. (Eds.), *Plankton Stratigraphy: Cambridge* (Cambridge Univ. Press), pp. 17-86.
- Coccioni, R., Premoli Silva, I., 2015. Revised Upper Albian–Maastrichtian planktonic foraminiferal biostratigraphy and magneto-stratigraphy of the classical Tethyan Gubbio section (Italy). *Newsletter Stratigraphy* 48, 47–90.
- Dias-Brito, D., 2000. Global stratigraphy, palaeobiogeography and palaeo- ecology of Albian – Maastrichtian pithonellid calcispheres: Impact on Tethys configuration. *Cretaceous Research* 21, 315-349.
- Farhudi, G., 1978. A comparison of Zagros geology to island arcs. *The Journal of Geology* 86, 323-334.
- James, G.A., Wynd, J.G., 1965. Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 49, 2182–2245.
- Khosrow Tehrani, K., Fonooni, B., 1994. New Investigations in Microbiostratigraphy of Sarvak formation in Fars and Khuzestan region. *Geological Survey of Iran, Geoscience Journal* 3, 2–15.
- Nöel, D., Busson, G., Mangin, A.M., Cornée, A., 1995. La distribution des Pithonelles dans le Cénomanién inférieur et moyen du Boulonnais (Nord de la France): liaison avec les alternances craies/craies marneuses et implications environnementales et historiques. *Revue de Micropaléontologie* 38, 245-255.
- Omaña, L., López-Doncel, R., Ramón Torres, J., Alencaster, G., López-Caballero, I., 2019. Mid–late Cenomanian larger benthic foraminifers from the El Abra Formation W Valles-San Luis Potosi Platform, central–eastern Mexico: Taxonomy, biostratigraphy and paleoenvironmental implications. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 71(3), 691-725.
- Omaña, L., Torres, J.R., Doncel, R.L., Alencáster, G., Caballero, I.L., 2014. A pithonellid bloom in the Cenomanian-Turonian boundary interval from Cerritos in the western Valles–San Luis Potosi platform, Mexico: Paleoenvironmental significance. *Revista Mexicana De Ciencias Geológicas* 31(1), 28-44.
- Omidvar, M., Mehrabi, H., Sajjadi, F., Bahramizadeh-Sajjadi, H., Rahimpour-Bonab, H., Ashrafzadeh, A.R., 2014. Revision of the foraminiferal biozonation scheme in Upper Cretaceous carbonates of the Dezful Embayment, Zagros, Iran: Integrated palaeontological, sedimentological and geochemical investigation. *Revue de micropaléontologie* 57, 97-116.
- Postuma, J.A., 1971. *Manual of planktonic foraminifera*, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, London, New York, 419p.
- Premoli Silva, I., Verga, D., 2004. Practical manual of Cretaceous planktonic foraminifera. In D. Verga, R. Rettori (Eds.), *International School on Planktonic Foraminifera: Perugia, Italy*, Tipografia Ponte Felcino, Universities of Perugia and Milan, 3rd Course, 283p.
- Robaszynski, F., Caron, M., 1995. Foraminifères planctoniques du Crétacé: commentaire de la zonation Europe-Méditerranée. *Bulletin de la Société géologique de France* 166, 681-692.
- Senemari, S., Afghah, M., 2020. Biostratigraphic correlation of Santonian-Maastrichtian calcareous nanofossil biozones with planktonic foraminifera zonation, Interior Fars region of the Zagros, southwest Iran. *Carbonates Evaporites* 35(2), 1-12.

- Sepehr, M., Cosgrove, J.W., 2004. Structural framework of the Zagros Fold–Thrust Belt, Iran. *Marine and Petroleum Geology* 21(7), 829-843.
- Sliter, V.W., 1989. Biostratigraphic zonation for Cretaceous planktonic foraminifers examined in thin section. *Journal of Foraminiferal Research* 19(1), 1-19.
- Takin, M., 1972. Iranian geology and continental drift in the Middle East. *Nature* 235, 147-150.
- Tur, N.A., Smirnov, J.P., Huber, B.T., 2001. Late Albian–Coniacian planktonic oraminifera biostratigraphy of the northeastern Caucasus. *Cretaceous Research* 22, 719-734.
- Wendler, J.E., Bown, P., 2013. Exceptionally well-preserved Cretaceous microfossils reveal new biomineralization styles. *Nature Communications* 4.

HOW TO CITE THIS ARTICLE:

Dousti Mohajer, M., Afhgah, M., Dehghanian, M., Sheikh Zakariaii, S.M., 2022. Biozonation of Foraminifera and Oligosteginids of Late Albian-Middle Turonian at south flank of Khumi Anticline (East of Izeh Zone). *Adv. Appl. Geol.* 11(4), 877- 902.

DOI: 10.22055/AAG.2020.34912.2160

url: https://aag.scu.ac.ir/article_16263.html?lang=en

بایوزوناسیون فرامینیفرها و الیگوستژینیدهای آلبین پسین - تورونین میانی در یال جنوبی تاقدیس خامی (شرق زون ایزده)

مهتاب دوستی مهاجر

گروه زمین شناسی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

مسیح افقه*

گروه زمین شناسی، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران

محمد صادق دهقانیان

گروه زمین شناسی، واحد بندرعباس، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرعباس، ایران

سید جمال الدین شیخ ذکریایی

گروه زمین شناسی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۵/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۹/۷

*massihafg2002@gmail.com

چکیده

در این پژوهش فرامینیفرها و الیگوستژینیدهای سازند سروک در تاقدیس خامی (شرق زون ایزده) با نام برش مارین، مورد مطالعه قرار گرفته است. در این برش سازند سروک با ضخامتی در حدود ۲۱۳ متر با مرزی پیوسته روی سازند کژدمی و با ناپیوستگی فرسایشی، در زیر سازند گورپی قرار گرفته است. در مجموع ۸۰ گونه و ۳۹ جنس در این برش شناسایی شدند که از این میان ۴۹ گونه و ۱۹ جنس از فرامینیفرهای پلانکتون، ۸ گونه و ۴ جنس از الیگوستژینیدها و نیز ۲۲ گونه و ۱۷ جنس از فرامینیفرهای بنتیک شناسایی گردید. بر اساس ظهور و افول گونه‌های شاخص شناسایی شده در این برش، ۸ بیوزون و ۲ ساب زون معرفی شدند که از قدیم به جدید به شرح زیر می‌باشند: *Pseudothalmaninella subticinensis* Partial range Zone (Late Albian), *Pseudothalmaninella ticinensis* Interval Zone (Late Albian), *Thalmaninella appenninica* Interval Zone (Early Cenomanian), *Thalmaninella reicheli* Zone (Latest Albian), *Rotalipora globotruncanoides* to Middle Cenomanian), *Rotalipora cushmani* Total range Zone (Middle to Late Total range Zone (Early Cenomanian), *Whiteinella archaeocretacea* Partial range Zone (Latest Cenomanian to Early Turonian), *Whiteinella* subzone (Early Turonian), Interval subzone (Latest Cenomanian), *Dicarinella hagni archaeocretacea* Interval range Zone (Early Turonian- Middle Turonian) با توجه به بیوزون‌های شناسایی شده، سن سازند سروک در این برش، آلبین بالایی تا تورونین میانی می‌باشد.

کلمات کلیدی: آلبین، تورونین، سازند سروک، زون ایزده، تاقدیس خامی

مقدمه

زاگرس می‌باشد (Alavi, 2004). برش مورد مطالعه در تاقدیس خامی واقع زون زاگرس چین خورده (ساب زون ایزده) قرار گرفته است. سازند سروک یکی از مهم‌ترین مخازن نفتی کرتاسه در زاگرس می‌باشد. برش نمونه سازند آهکی سروک در تنگ سروک واقع در یال جنوبی تاقدیس کوه بنگستان در شمال غربی بهبهان در استان خوزستان به مختصات "N 30° 58' 29" و "E 50° 07' 11" اندازه‌گیری شده است (James and Wynd, 1965). این سازند در برش نمونه ۸۲۱/۵ متر سنگ‌آهک می‌باشد. مرز پایینی سازند سروک سازند کژدمی تدریجی و پیوسته و مرز بالایی آن با مارن‌ها و شیل‌های سازند گورپی، به وضوح قابل تشخیص است (Khosrow Tehrani and Fonooni, 1994; Afghah and Dehghanian, 2007; Afghah et al., 2011; Afghah et al., 2014; Afghah and Fadaei, 2015; Senemari and Afghah, 2020).

کمر بند کوهزایی زاگرس در بخش میانی کمر بند کوهزایی آلمپی جای گرفته و از نگاه زمین‌ساخت ورقه‌ای این کمر بند کوهزایی به‌عنوان لبه پرتکاپوی ژئودینامیکی صفحه عربی در نظر گرفته می‌شود. به همین دلیل این کمر بند چین خورده - رانده را نتیجه برخورد صفحه لیتوسفری عربی به بلوک لیتوسفری ایران (لبه جنوبی ابرقاره اوراسیا) در پایان کرتاسه یا در آغاز پالئوسن می‌دانند (Takin; 1972; Farhudi, 1978; Berberian, 1981). کوهزاد زاگرس دربردارنده سه زون تکتونیکی با صفت‌های مشخص است: از شمال شرق کمان ماگمایی ارومیه - دختر UDMA، زون فلسی زاگرس ZIZ که شامل زون‌های سندانج - سیرجان و زون راندگی زاگرس و نهایتاً کمر بند چین و راندگی

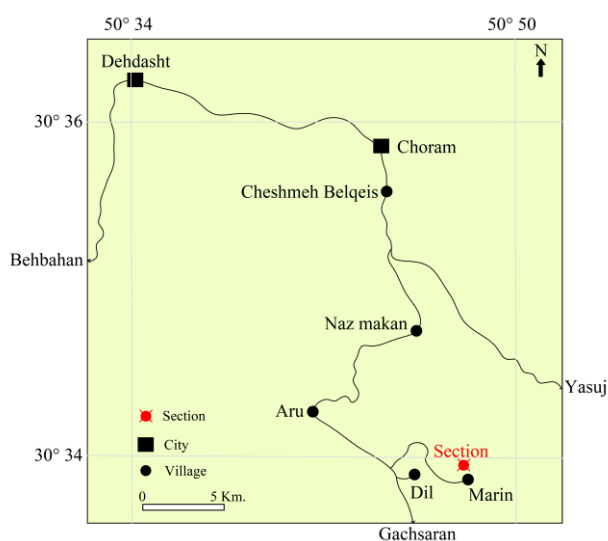
موقعیت جغرافیایی برش مورد مطالعه

این برش در استان کهگیلویه و بویراحمد، جنوب شرق شهر دهدشت، شمال شهر گچساران و در شمال روستای مارین واقع شده است. مختصات جغرافیایی قاعده برش مارین، عرض $33^{\circ} 33' 16''$ و شمالی و طول $50^{\circ} 48' 06''$ شرقی می باشد. برش مارین، در یال جنوبی تاقدیس خامی قرار گرفته است. فاصله برش مارین تا چرام $33/5$ کیلومتر و تا دهدشت، $52/5$ کیلومتر می باشد. محل این برش در نقشه ۱ نشان داده شده است.

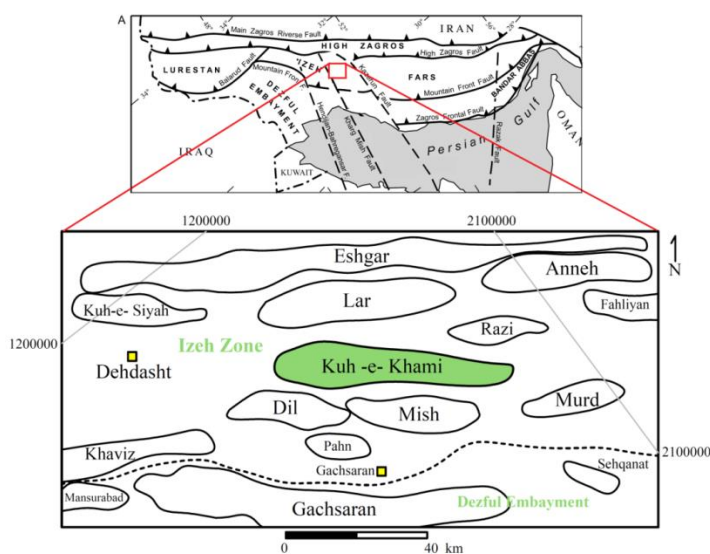
زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه

تاقدیس خامی در ۱۵ کیلومتری شمال شرقی شهرستان گچساران (دوگنبدان) در استان کهگیلویه و بویر احمد قرار گرفته است. این

تاقدیس روندی شمال غربی - جنوب شرقی دارد و در شرق زون ایذه (ساب زون خامی) واقع شده است. طول آن در حدود ۴۷ و عرض آن حدوداً ۶ تا ۷ کیلومتر می باشد و بین تاقدیس لار، در شمال و تاقدیس های میش و دیل، در جنوب قرار دارد (شکل ۱). یال جنوبی این تاقدیس که برش مورد مطالعه در آن قرار دارد، برگشته است. در محل برش، شیب لایه های ۶۲ درجه و جهت شیب شمال شرقی می باشد. قدیمی ترین سازند موجود در این تاقدیس، سازند فهلیان می باشد که روی آن سازندهای گدوان، داریان، کزدمی، سروک، گورپی، پابده، آسماری و گچساران قرار می گیرند.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی برش چینه شناسی مارین.
Fig. 1. Location map of the Marin section.



شکل ۱- موقعیت زمین شناسی تاقدیس خامی در شرق زون ایذه (تقسیمات زاگرس در شکل بالا از Sherkati and Letouzey, 2004).
Fig. 1. Geological setting of the Khumi Anticline in east Izeh Zone (main structural subdivisions of the Zagros fold and thrust belt from Sherkati and Letouzey, 2004).

روش کار

در مجموع تعداد ۱۶۶ نمونه از ۲۱۳/۲ متر از رسوبات سازند سروک در برش مارین، برداشت شد و مقطع نازک از نمونه‌ها تهیه گردید. سپس مطالعات آزمایشگاهی شامل تهیه مقاطع میکروسکوپی در کارگاه مقطع گیری، مطالعه و تشخیص میکروفسیل‌های موجود در مقاطع جهت تعیین سن و بیوزوناسیون و عکس برداری از مقاطع میکروسکوپی انجام گرفته است. در مرحله انتهایی ستون‌های لیتواستراتیگرافی و بایواستراتیگرافی ترسیم گردید. جهت شناسایی گونه‌های مختلف فرامینیفر، از منابعی چون Postuma (1971); Caron (1985); Sliter (1989); Robaszynski and Caron (1995); Tur et al. (2001); Permoli Silva and Verga (2004); Afghah et al. (2011); Afghah and Fadaei (2011); Afghah et al. (2014); Afghah and Fadaei (2015); Coccioni and Premoli Silva (2015) و نیز جهت شناسایی الیگوسترژینیدا از منابعی همچون Adams et al. (1967); Noël et al. (1995); Dias-Brito (2000); Wendler et al. (2013); Omaña et al (2019); Omaña et al (2014) استفاده گردیده است.

چینه نگاری سازند سروک در برش یال جنوبی خامی

در این برش، با توجه به برگشتگی لایه‌ها، توالی معکوس دیده می‌شود، به گونه‌ای که سازندهای قدیمی‌تر، روی سازندهای جدیدتر قرار گرفته اند. به این دلیل، سازند کژدمی، روی سروک و سروک روی گورپی، قرار گرفته است. سازند کژدمی در این برش، به صورت آهک‌های نازک و متوسط لایه خاکستری روشن تا سفید، در تناوب با شیل نازک لایه دیده می‌شود. از لایه‌های انتهایی این سازند، ۶ نمونه با پیشوند MK اخذ شد که در مجموع ضخامتی در حدود ۱۳ متر دارند. مرز این دو سازند با توجه عدم وجود شواهد خروج از آب، پیوسته و تدریجی می‌باشد (شکل ۲). سازند گورپی در یال جنوبی خامی از شیل زیتونی و آهک شیلی کرم تشکیل شده است و با مرزی ناپیوسته روی سازند سروک قرار گرفته است (شکل ۳). به منظور بررسی دقیق مرز این دو سازند، ۴ نمونه با پیشوند MG اخذ گردید که ضخامتی در حدود ۵ متر را پوشش می‌دهند.

سازند سروک در این برش از ۲۱۳/۲ متر آهک و اندکی شیل تشکیل شده است. به صورت محلی می‌توان سازند سروک را در این برش، به سه واحد زیر تقسیم کرد (شکل ۴):

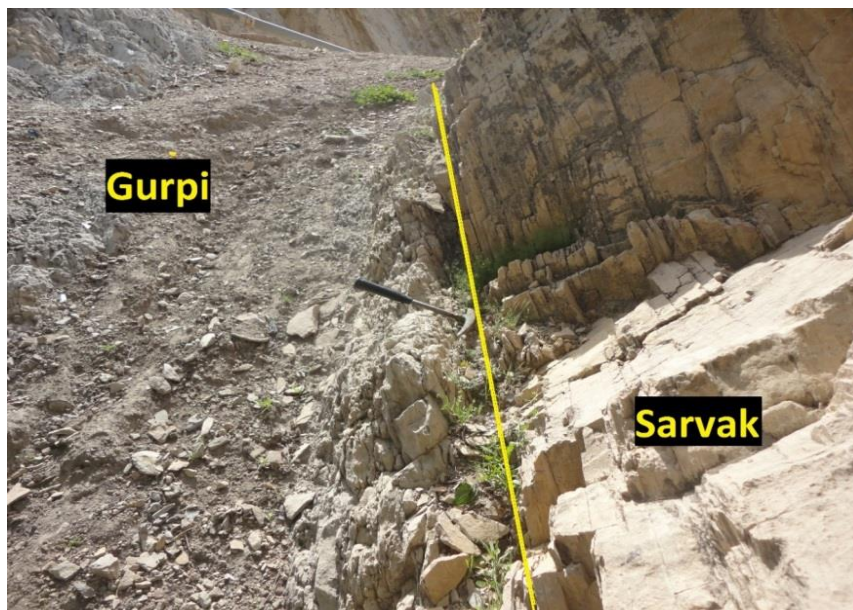
واحد زیرین: سنگ‌آهک‌های نازک لایه خاکستری تشکیل دهنده اصلی این واحد می‌باشند که در میان آن‌ها، میان لایه های شیل خاکستری نازک لایه نیز دیده می‌شود و ضخامت این واحد در حدود ۳۷ متر می‌باشد. سن واحد زیرین، آلبین پسین می‌باشد. رخساره‌های این واحد در محیط حوضه و شلف بیرونی تشکیل شده‌اند و بایوکلاست‌هایی چون فرامینیفرهای پلانکتون و الیگوسترژینیدا، دانه های اصلی رخساره‌ها می‌باشند.

واحد میانی: لیتولوژی غالب این واحد، سنگ‌آهک‌های متوسط لایه خاکستری و کرم رنگ می‌باشند و دارای میان لایه‌های سنگ‌آهک نازک لایه خاکستری می‌باشند. در بخش‌های ابتدایی این واحد، لایه‌ی حاوی نودول‌های آهن دیده می‌شود که به نظر می‌رسد در اثر پایین‌افتادگی خط ساحلی در آلبین پسین، به صورت محلی تشکیل شده است. ضخامت این واحد ۱۳۸ متر می‌باشد که طی انتهای آلبین پسین تا میانه سنومانین پسین تشکیل شده است. رخساره غالب در این واحد، رخساره‌های شلف بیرونی، سرایشب قاره و اندکی حوضه هستند که حاوی میزان فراوانی بایوکلاست‌های پلانکتون، چون فرامینیفرهای پلانکتون و الیگوسترژینیدا می‌باشند.

واحد بالایی: قسمت زیرین این واحد از سنگ‌آهک ای ضخیم لایه خاکستری و کرم رنگ و قسمت بالایی آن از سنگ‌آهک‌های توده‌ای خاکستری و کرم رنگ تشکیل شده است. ضخامت این واحد ۳۸ متر می‌باشد و رسوبات آن در طی سنومانین پسین تا تورونین پیشین ته‌نشست شده‌اند. در انتهای این واحد حدود ۱/۵ متر سنگ‌آهک نازک لایه و آهک شیلی نازک لایه متورق دیده می‌شود که با سایر رخساره‌های واحد تفاوت آشکار لیتولوژیکی دارد. رخساره‌های واحد بالایی، متعلق به رمپ درونی، میانی و بیرونی می‌باشند و به مانند واحد قبل، فرامینیفرهای پلانکتون و الیگوسترژینیدا، دانه های اصلی می‌باشند.



شکل ۲- نمایی از مرز سازند های داریان، کژدمی و سروک در برش مارین.
Fig. 2. The contact of Sarvak- Kazhdumi-Dariyan Formations.



شکل ۳- نمایی از مرز سازندهای سروک و گورپی در برش مارین.

Fig. 3. The disconformable contact of Sarvak-Gurpi Formations.

Pseudothalmaninella ticinensis (*Rotalipora ticinensis*), *Thalmaninella appenninica* (*Rotalipora appenninica*), *Thalmaninella globotruncanoides* (*Rotalipora globotruncanoides*), *Thalmaninella reicheli* (*Rotalipora reicheli*), *Thalmaninella gandolfii* (*Rotalipora gandolfii*), *Whiteinella aprica*, *Whiteinella archaeocretacea*, *Whiteinella aumalensis*, *Whiteinella baltica*, *Whiteinella brittonensis*, *Whiteinella paradubia*, *Whiteinella prae-helvetica*, *Guembelitra cenomana*.

همچنین ۸ گونه و ۴ جنس از الیگوستژیئیندها شناسایی شدند که

عبارت‌اند از:

Bonetocardiella conoidea, *Calcisphaerula innominata*, *Pithonella ovalis*, *Pithonella perlonga*, *Pithonella sphaerica*, *Pithonella trejoi*, *Stomiosphaera conoidea*, *Stomiosphaera sphaerica*.

علاوه بر این ۲۲ گونه و ۱۷ جنس از فرامینیفرهای بنتیک شناسایی

گردید:

Nezzazata gyra, *Nezzazata simplex*, *Nezzazata* sp., *Nezzazatinella picardi*, *Pseudolituonella reicheli*, *Biconcava bentori*, *Chrysalidina gradata*, *Daxia cenomana*, *Marsonella trochus*, *Marsonella turris*, *Minouxia* sp., *Murgeina apula*, *Nummoloculina regularis*, *Peneroplis parvus*, *Peneroplis tunicus*, *Spiroloculina cenomana*, *Spiroloculina cretacea*, *Moncharmontia appenninica*, *Gavinella* sp., *Lenticulina* sp., *Belorussiella* sp., *Miliolid*.

بر اساس ظهور و افول گونه‌های شاخص شناسایی شده در این برش،

۸ بیوزون و ۲ ساب زون معرفی شدند که از قدیم به جدید به شرح زیر

می‌باشند:

بیواستراتیگرافی و بایوزوناسیون سازند سروک در برش

مارین

رسوبات سازند سروک در این برش، حاوی میکروفسیل‌های پلانکتون (فرامینیفرهای پلانکتون، الیگوستژیئیندها و رادیولرها)، متنوعی هستند. علاوه بر این، تعدادی فرامینیفرهای بنتیک، خصوصاً در بخش‌های میانی و در مجموع ۸۰ گونه و ۳۹ جنس در این برش شناسایی گردید.

فرامینیفرهای پلانکتون شناسایی شده، شامل ۴۹ گونه و ۱۹ جنس،

به شرح زیر می‌باشند:

Ticinella madecassiana, *Ticinella praeticinensis*, *Ticinella primula*, *Ticinella raynaudi*, *Ticinella roberti*, *Ticinella* sp., *Microhedbergella rischi*, *Muricohedbergella delrioensis*, *Muricohedbergella planispira*, *Muricohedbergella rischi*, *Muricohedbergella simplex*, *Muricohedbergella* sp., *Favusella washitensis*, *Macroglobigerinelloides bentonensis*, *Macroglobigerinelloides caseyi*, *Macroglobigerinelloides ultramicrus*, *Macroglobigerinelloides bentonensis*, *Globigerinelloides bentonensis*, *Globigerinelloides* sp., *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix moremani*, *Heterohelix reussi*, *Clavihedbergella moremani*, *Clavihedbergella simplex*, *Paracostellagerina libyca*, *Planomalina bouxtorfi*, *Praeglobotruncana gibba*, *Schackoina bicornis*, *Dicarinella hagni*, *Dicarinella imbricata*, *Dicarinella* sp., *Marginotruncana renzi*, *Helvetoglobotruncana helvetica*, *Rotalipora cushmani*, *Rotalipora micheli*, *Rotalipora montsalvensis*, *Rotalipora* sp., *Pseudothalmaninella subticinensis* (*Rotalipora subticinensis*),

Muricohedbergella delrioensis, *Muricohedbergella simplex*, *Muricohedbergella planispira*, *Macroglobigerinelloides ultramicrus*, *Rotalipora micheli*, *Rotalipora sp.*

الیگوسترینیدها: *Stomiosphaera sphaerica*

این بیوزون معادل *Rotalipora Zone ticinensis* معرفی شده توسط (Dalbiez (1955); Wonders (1980); Caron (1985); Sliter (1989); Hardenbol et al. (1998); Premoli Silva and Verga (2004) و نیز بخش بالایی *Biticinella breggiensis Zone* ارائه شده توسط (Postuma (1971) می‌باشد. با توجه به شرح فوق و با عنایت به بایوزوناسیون‌های یادشده، سن این بیوزون، آلبین پسین می‌باشد.

Biozone No. 3- *Thalmanninella appenninica* Interval Zone

Author: Bronnimann (1952)- Age: Latest Albian
از منظر سنگ چینه نگاری، این بیوزون در ابتدا از تناوب سنگ‌آهک نازک تا متوسط لایه با شیل نازک و سپس سنگ‌آهک متوسط لایه با میان لایه‌های نازک که در لایه‌های انتهایی دارای نودول آهن می‌باشند، تشکیل شده و ضخامتی برابر ۵۲ متر دارد. این بیوزون با ظهور *Thalmanninella appenninica* در نمونه MS-10 مشخص می‌شود و انتهایی آن، منطبق بر ظهور گونه *Thalmanninella globotruncanoides* در نمونه MS-43 می‌باشد که نشانگر شروع سنومانین است.

میکرو فسیل‌های شناسایی شده در این بیوزون، به شرح ذیل می‌باشند:

فرامینیفرهای پلانکتون: *Thalmanninella appenninica*, *Thalmanninella gandolfii*, *Pseudothalmanninella subticinensis*, *Pseudothalmanninella ticinensis*, *Rotalipora micheli*, *Rotalipora montsalvensis*, *Rotalipora sp.*, *Ticinella madecassiana*, *Ticinella praeticinensis*, *Ticinella primula*, *Ticinella roberti*, *Ticinella sp.*, *Clavihedbergella simplex*, *Clavihedbergella moremani*, *Favusella washitensis*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix moremani*, *Heterohelix reussi*, *Macroglobigerinelloides bentonensis*, *Macroglobigerinelloides caseyi*, *Macroglobigerinelloides ultramicrus*, *Macroglobigerinelloides sp.*, *Globigerinelloides bentonensis*, *Globigerinelloides sp.*, *Microhedbergella rischi*, *Muricohedbergella delrioensis*, *Muricohedbergella planispira*, *Muricohedbergella rischi*, *Muricohedbergella simplex*, *Muricohedbergella sp.*, *Planomalina bouxtorfi*, *Schackoina bicornis*.

الیگوسترینیدها: *Bonetocardiella conoidea*,

Calcisphaerula innominata, *Pithonella ovalis*, *Pithonella sphaerica*, *Stomiosphaera sphaerica*
فرامینیفرهای بنتیک: *Nezzazata simplex*, *Nezzazata sp.*, *Nezzazatinella picardi*, *Peneroplis parvus*,

Biozone No. 1- *Pseudothalmanninella subticinensis*
Partial range Zone

Author: Postuma (1971)- Age: Late Albian

این بیوزون در قاعده سازند سروک و در سنگ‌آهک نازک تا متوسط لایه که در تناوب با شیل نازک لایه متورق به رنگ خاکستری است، دیده می‌شود. ضخامت آن ۲۱ متر بوده و با نخستین ظهور (FO) گونه *Pseudothalmanninella subticinensis* در نمونه MS-1 شروع و به نخستین ظهور گونه *Pseudothalmanninella ticinensis* در نمونه MS-9 ختم می‌شود.

گونه‌های شناسایی شده در این برش عبارت‌اند از:

فرامینیفرهای پلانکتون: *Ticinella madecassiana*, *Ticinella primula*, *Ticinella roberti*, *Ticinella raynaudi*, *Ticinella sp.*, *Microhedbergella rischi*, *Muricohedbergella rischi*, *Muricohedbergella sp.*, *Muricohedbergella planispira*, *Muricohedbergella delrioensis*, *Muricohedbergella simplex*, *Favusella washitensis*, *Clavihedbergella simplex*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix moremani*, *Heterohelix reussi*, *Pseudothalmanninella subticinensis*, *Rotalipora micheli*, *Rotalipora sp.*

الیگوسترینیدها: *Pithonella trejoi*, *Pithonella sphaerica*, *Bonetocardiella conoidea*, *Calcisphaerula innominata*, *Stomiosphaera sphaerica*.
فرامینیفرهای بنتیک: *Nezzazata sp.*, *Marsonella trochus*, *Lenticulina sp.*, *Minouxia sp.*, *Belorussiella sp.*, *Gavinella sp.*

این بیوزون معادل *Rotalipora subticinensis Zone* معرفی شده توسط (Postuma (1971); Wonders (1980); Caron (1985); Hardenbol et al. (1998) و نیز معادل *Rotalipora subticinensis Subzone* Sliter (1989); Premoli Silva and Verga (2004) می‌باشد که در بایوزوناسیون بالایی بیوزون *Biticinella breggiensis Zone* گزارش شده است. بر اساس گونه‌های شاخص مذکور در این بیوزون و نیز با توجه به منابع ذکر شده، سن این بیوزون آلبین پسین می‌باشد.

Biozone No. 2- *Pseudothalmanninella ticinensis* Interval Zone

Author: Dalbiez (1955) - Age: Late Albian

مانند بیوزون قبل، این بیوزون نیز در تناوب سنگ‌آهک نازک تا متوسط لایه با شیل نازک لایه متورق به رنگ خاکستری، مشاهده می‌شود. ضخامت آن بسیار کم و در حدود ۲ متر است. بیوزون فوق با ظهور *Pseudothalmanninella ticinensis* در نمونه MS-9 شروع شده و با نخستین حضور گونه *Thalmanninella appenninica* در نمونه MS-10 خاتمه می‌یابد.

گونه‌های شناسایی شده در این بیوزون، عبارت‌اند از:

فرامینیفرهای پلانکتون: *Pseudothalmanninella ticinensis*, *Pseudothalmanninella subticinensis*, *Ticinella madecassiana*, *Muricohedbergella rischi*,

Paracostellagerina libyca تا به حال در از سازند سروک در زون ایزه معرفی نشده است.

گونه‌های شناسایی شده در این بیوزون، به شرح زیر می‌باشند:

فرامینیفرهای پلانکتون: *Thalmanninella globotruncanoides*, *Whiteinella brittonensis*, *Rotalipora* sp., *Favusella washitensis*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix moremani*, *Heterohelix reussi*, *Macroglobigerinelloides bentonensis*, *Macroglobigerinelloides caseyi*, *Macroglobigerinelloides ultramicrus*, *Macroglobigerinelloides* sp., *Globigerinelloides bentonensis*, *Globigerinelloides* sp., *Muricohedbergella delrioensis*, *Muricohedbergella planispira*, *Muricohedbergella simplex*, *Paracostellagerina libyca*, *Planomalina bouxtorfi*, *Whiteinella praehelvetica*.

لیگوستژینیدها: *Calcisphaerula innominata*, *Pithonella ovalis*, *Pithonella perlonga*, *Pithonella sphaerica*, *Pithonella trejoi*, *Stomiosphaera sphaerica*.

فرامینیفرهای بنتیک: *Pseudolituonella reicheli*, *Spiroloculina cretacea*, *Nezzazata simplex*, *Nezzazata* sp., *Nezzazatinella picardi*, *Peneroplis tunicus*, *Biconcava bentori*, *Gavinella* sp., *Lenticulina* sp., *Marsonella trochus*, *Marsonella turris*, *Belorussiella* sp., *Minouxia* sp., *Miliolid*

این بیوزون معادل بیوزون *Rotalipora Zone* *globotruncanoides* Lehmann (1966) توسط Premoli Silva and Verga Robaszynsky (1998); (2004); Kennedy et al. (2004); Ghanem et al. (2012); Ghanem and Kuss (2013); Coccioni and Premoli *Rotalipora* Zone و نیز Silva (2015); Ogg et al. (2016) *brotzeni* Zone Caron (1985); Sliter (1989); Bralower et al. (1997); Robaszynski and Caron (1995) می‌باشد. با توجه به گونه‌های شناسایی شده و نیز بر اساس بیوزوناسیون های مذکور، سن این بیوزون، سنومانین پیشین می‌باشد.

Biozone No. 5- *Thalmanninella reicheli* Total range Zone

Author: Bolli (1966) - Age: Early to Middle Cenomanian

این بیوزون در سنگ‌آهک‌های متوسط لایه با میان لایه‌های نازک دیده می‌شود و ضخامتی برابر ۱۸ متر دارد. بیوزون مذکور دربردارنده محدوده ظهور تا انقراض گونه *Thalmanninella reicheli* بوده و به این دلیل یک Total range Zone محسوب می‌شود (از نمونه MS-69 تا MS-86). انقراض گونه یاد شده در این بیوزون، منطبق بر ظهور گونه *Rotalipora cushmani* می‌باشد. این هم‌زمانی توسط Caron (1985); Sliter (1989); Robaszynsky (1998); Luciani and Cobianchi (1999); Premoli Silva and Verga (2004) نیز مطرح شده است.

Pseudolituonella reicheli, *Murgeina apula*, *Biconcava bentori*, *Gavinella* sp., *Lenticulina* sp., *Marsonella trochus*, *Minouxia* sp., *Belorussiella* sp., *Miliolid*

چنانچه مشاهده شد، تنوع گونه‌های بنتیک در این بیوزون زیاد است. اگرچه در نگاه اول، گونه‌های بنتیک یاد شده، سنی معادل سنومانین دارند اما در برخی مناطق، از انتهای آلبین گزارش شده‌اند و حضور آن‌ها در این بیوزون، غیرعادی نیست. برای مثال گونه *Nezzazata simplex* از رسوبات آلبین تا تورونین پیشین در نقاط مختلف جهان گزارش شده است (Omaña et al., 2019). همچنین این گونه از آلبین تا سنومانین سوریه توسط Ghanem and Kuss (2013); Ghanem et al. (2012) شناسایی شده است. *reicheli* از انتهای آلبین، در مدیترانه توسط Saint-Marc (1974) و از آلبین تا سنومانین در سوریه توسط Ghanem and Kuss (2012); Ghanem et al. (2012) گونه *Biconcava bentori* از انتهای آلبین توسط Schroeder and Neumann (1985) و *Peneroplis parvus* از انتهای آلبین، در مدیترانه توسط Schroeder and Neumann (1985) و آلبین پسین- سنومانین در سوریه (Ghanem and Kuss, 2013; Ghanem et al. 2012)، گزارش شده‌اند. بیوزون فوق قابل‌مقایسه با بیوزون *Rotalipora appenninica* Zone Bronnimann (1952); Caron (1985); Sliter (1989); Robaszynski and Caron (1995); Hardenbol et al. (1998); Premoli Silva and Verga (2004); Ogg and Ogg, (2008); Tur et al. (2010); Ghanem and Kuss (2013) می‌باشد. با توجه گونه‌های شناسایی شده و شرح فوق، سن این بیوزون، انتهای آلبین پسین می‌باشد.

Biozone No. 4- *Rotalipora globotruncanoides* Interval Zone

Author: Lehmann (1966)- Age: Early Cenomanian

این بیوزون از منظر سنگ چینه‌ای از سنگ‌آهک متوسط لایه با میان لایه‌های نازک تشکیل شده و ۲۶ متر ضخامت دارد. بیوزون مذکور با ظهور گونه *Rotalipora globotruncanoides* در نمونه MS-43 شروع و با اولین حضور *Thalmanninella reicheli* در نمونه MS-69 خاتمه می‌پذیرد. هم‌زمان با ظهور گونه *Thalmanninella globotruncanoides* که نشانگر شروع سنومانین پیشین است (Robaszynski and Caron, 1995; Tur et al., 2001; Kennedy et al., 2004; Premoli Silva and Verga, 2004; Coccioni and Premoli Silva, 2015; Ogg et al., 2016) گونه *Paracostellagerina libyca* نیز ظاهر می‌شود. این گونه که برای اولین بار در ایران، در حوضه لرستان، توسط دانشیان و همکاران (۱۳۹۳) شناسایی گردید، نیز معرف شروع سنومانین در آن حوضه است (با این تفاوت که در برش‌های مذکور، *Thalmanninella globotruncanoides* شناسایی نشده است).

Whiteinella Rotalipora cushmani نزدیک به اولین حضور *archaeocretacea* گزارش شده است.

میکروفسیل‌های شناسایی شده در این بیوزون، عبارت‌اند از:

Rotalipora cushmani, *Rotalipora micheli*, *Favusella washitensis*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix reussi*, *Macroglobigerinelloides bentonensis*, *Macroglobigerinelloides sp.*, *Globigerinelloides bentonensis*, *Globigerinelloides sp.*, *Muricohedbergella delrioensis*, *Muricohedbergella planispira*, *Muricohedbergella simplex*, *Praeglobotruncana gibba*, *Whiteinella baltica*, *Whiteinella paradubia*.

Pithonella trejoi, *Pithonella perlonga*: الیگوستژینیدها.

فرامینیفرهای بنتیک: *Daxia cenomana*, *Marsonella trochus*, *Minouxia sp.*, *Nezzazata sp.*, *Nezzazatinella picardi*, *Pseudolituonella reicheli*.

در این بیوزون، دو ساب زون *Rotalipora greenhornensis* و *Rotalipora Subzone* *Dicarinella algeriana* توسط (Keller et al., 2003) معرفی شده است که این ساب زون‌ها در این برش شناسایی نشدند. از گونه‌های بنتیک مهم این بیوزون، *Daxia cenomana* می‌باشد که از سنومانین میانی تا پسین توسط (Cuvillier and Szakall (1949); Neumann (1965); Moreau (1996); Afghah et al. (2014); Omaña et al, (2019) گزارش شده است و مؤید سن سنومانین میانی-پسین برای این بیوزون می‌باشد. بیوزون فوق قابل قیاس با *Rotalipora Zone* *cushmani* معرفی شده توسط (Borsetti (1962); Caron (1985); Sliter (1989); Robaszynsky (1998); Luciani and Cobianch (1999); Premoli Silva and Verga (2004); Ghanem and Kuss (2013); Coccioni and Premoli Silva (2015) می‌باشد. سن این بیوزون با توجه موارد یاد شده و نیز بر اساس بیوزوناسیون‌های فوق، سنومانین میانی تا پسین می‌باشد.

Biozone No. 7- *Whiteinella archaeocretacea* Partial range Zone

Author: Bolli (1966) - Age: Latest Cenomanian to Early Turonian

سنگ‌شناسی این بیوزون از زیر به بالا شامل سنگ‌آهک‌های متوسط لایه با میان لایه‌های نازک، سنگ‌آهک ضخیم لایه و در نهایت سنگ‌آهک ضخیم لایه و توده‌ای بوده و ضخامت آن، ۲۶ متر می‌باشد. بیوزون یاد شده با انقراض گونه *Rotalipora cushmani* شروع و با ظهور گونه *Helvetoglobotruncana helvetica* در نمونه MS-124 خاتمه می‌یابد. همان‌گونه که ذکر شد، گونه *Rotalipora cushmani* در نمونه شماره MS-97 منقرض می‌شود و در نمونه MS-99، گونه *Whiteinella archaeocretacea* ظاهر می‌شود. (Caron (1985); Sliter (1989); Robaszynsky (2004); Premoli Silva and Verga (1998); نیز به این نکته

میکرو فسیل‌های شناسایی شده در این بیوزون، عبارت‌اند از:

فرامینیفرهای پلانکتون: *Thalmanninella reicheli*, *Rotalipora montsalvensis*, *Rotalipora sp.*, *Clavhedbergella moremani*, *Favusella washitensis*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix moremani*, *Heterohelix reussi*, *Macroglobigerinelloides bentonensis*, *Macroglobigerinelloides sp.*, *Globigerinelloides bentonensis*, *Globigerinelloides sp.*, *Muricohedbergella delrioensis*, *Muricohedbergella planispira*, *Muricohedbergella rischi*, *Praeglobotruncana gibba*, *Whiteinella aprica*, *Whiteinella baltica*, *Whiteinella paradubia*, *Whiteinella praehelvetica*.

الیگوستژینیدها: *Stomiosphaera conoidea*, *Stomiosphaera sphaerica*, *Pithonella ovalis*.

فرامینیفرهای بنتیک: *Chrysalidina gradata*, *Lenticulina sp.*, *Minouxia sp.*, *Nezzazatinella picardi*, *Peneroplis turonicus*, *Pseudolituonella reicheli*.

این بیوزون قابل قیاس با بیوزون *Rotalipora reicheli* Zone می‌باشد که توسط (Bolli (1966); Caron (1985); Sliter (1989); Robaszynsky (1998); Luciani and Cobianch (1999); Premoli Silva and Verga (2004); Ogg and Ogg (2008); Ghanem and Kuss (2013); Coccioni and Premoli Silva (2015) معرفی شده است.

در مجموع با توجه به شواهد فوق، سن این بیوزون انتهای سنومانین پیشین تا ابتدای سنومانین میانی می‌باشد. گونه *Chrysalidina gradata* در انتهای این بیوزون (نمونه MS-82) ظاهر می‌شود. ظهور این گونه نشانگر شروع سنومانین میانی است (Gušić et al. 1988; Fuček et al. 1990; Gušić and Jelaska, 1990; Velić and Vlahović, 1994; Husinec et al. 2000; Velić, 2007; Korbar et al. 2001; Ghanem et al. 2012; Piuz et al. (2014) و نشان می‌دهد که از MS-82، سنومانین میانی شروع می‌شود. بدیهی است از شروع بیوزون (MS-69) تا این نمونه، مربوط به انتهای سنومانین پیشین می‌باشد.

Biozone No. 6- *Rotalipora cushmani* Total range Zone

Author: Borsetti (1962) - Age: Middle to Late Cenomanian

مشابه بیوزون قبل، این بیوزون نیز در سنگ‌آهک‌های متوسط لایه با میان لایه‌های نازک مشاهده شده و ضخامت آن ۱۵ متر می‌باشد. این بیوزون شامل تمام محدوده ظهور تا افول گونه *Rotalipora cushmani* بوده (از نمونه MS-86 تا MS-97) و در واقع یک Total range Zone می‌باشد. اندکی پس از انقراض *Rotalipora cushmani* در MS-97، گونه *Whiteinella archaeocretacea* در نمونه MS-99، ظاهر می‌شود. در انگلیس (Keller et al., 2001)، شمال اسپانیا (Lamold et al., 1997) و شمال ایتالیا (Luciani and Cobianchi, 199) و نیز آخرین حضور

ضخامت ساب زون یاد شده، در حدود ۹ متر است. این ساب زون در گروزنی، توسط Tur et al. (2001) نیز معرفی شده است. ساب زون *Dicarinella imbricata* قابل تطابق با دو ساب زون *Dicarinella hagni* و *Dicarinella hagni* در تورونین پیشین تونس می‌باشد که توسط Salaj (1996) معرفی شده‌اند.

Biozone No. 8- *Helvetoglobotruncana helvetica* Interval range Zone

Author: Dalhier (1955) - Age: Early Turonian-Middle Turonian

سنگ‌شناسی این بیوزون از زیر به بالا شامل سنگ‌آهک ضخیم لایه و توده‌ای، سنگ‌آهک ضخیم لایه و در نهایت سنگ‌آهک نازک لایه و سنگ‌آهک شیلی نازک لایه متورق می‌باشد. از نظر ضخامت، این بیوزون در میان سایر بیوزون ها، با ۶۶ متر، بیشترین گسترش را در طول ستون چینه‌شناسی دارد. بیوزون مذکور، از ظهور گونه *Helvetoglobotruncana helvetica* در نمونه MS-124 شروع شده و تا انتهای سازند، ادامه می‌یابد.

گونه‌های شناسایی شده در این بیوزون، به شرح زیر می‌باشند:

فرامینیفرهای پلانکتون: *Helvetoglobotruncana helvetica*, *Whiteinella archaeocretacea*, *Marginotruncana renzi*, *Dicarinella hagni*, *Dicarinella imbricata*, *Dicarinella sp.*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix reussi*, *Clavhedbergella simplex*, *Muricohedbergella delrioensis*, *Muricohedbergella planispira*, *Guembeltria cenomana*.

الیگوسترژینیدها: *Pithonella ovalis*, *Pithonella sphaerica*, *Pithonella trejoi*, *Stomiosphaera sphaerica*.

فرامینیفرهای بنتیک: *Moncharmontia appenninica*, *Nezzazata sp.*, *Nezzazatinella picardi*, *Nummoloculina regularis*, *Pseudolituonella reicheli*, *Spiroloculina cenomana*, *Lenticulina sp.*, *Miliolid*.

طبق تعریف، قاعدتاً در بالای این بیوزون باید گونه‌های *Dicarinella primitive* و *Marginotruncana sigali* که متعلق به تورونین پسین هستند، حضور داشته باشند. در این برش، به دلیل خاتمه رسوب‌گذاری سازند سروک در انتهای این بیوزون، خروج از آب و به تبع آن ناپیوستگی میان این سازند و سازند گورپی، این گونه‌ها مشاهده نشدند. این بیوزون قابل تطابق به بیوزون *Helvetoglobotruncana helvetica* Zone Dalhier (1955); Caron (1985); Sliter (1989); Luciani and Cobianch (1999); Premoli Silva and Verga (2004); Ogg and Ogg (2008); Ghanem and Kuss (2013); Coccioni and Premoli Silva (2015); Huber et al. (2017) معرفی شده است. با توجه به گونه‌های ذکر شده، سن این بیوزون، تورونین پیشین - میانی می‌باشد.

اشاره دارند که اندکی پس از انقراض *Rotalipora cushmani* گونه *Whiteinella archaeocretacea* ظاهر می‌شود.

در این بیوزون، تنوع گونه‌ای اندک است. گونه‌های شناسایی شده در آن، عبارت‌اند از:

فرامینیفرهای پلانکتون: *Whiteinella archaeocretacea*, *Whiteinella baltica*, *Whiteinella paradubia*, *Whiteinella prae-helvetica*, *Macroglobigerinelloides bentonensis*, *Praeglobotruncana gibba*, *Dicarinella hagni*, *Marginotruncana renzi*, *Guembeltria cenomana*.

الیگوسترژینید: *Pithonella ovalis*.

فرامینیفرهای بنتیک: *Pseudolituonella reicheli*, *Nezzazatinella picardi*, *Lenticulina sp.*, *Nezzazata gyra*.

این بیوزون با *Whiteinella archaeocretacea* Zone توسط Bolli (1966); Caron (1985); Sliter (1989); Robaszynsky (1998); Luciani and Cobianch (1999); Premoli Silva and Verga (2004); Ghanem and Kuss (2013); Coccioni and Premoli Silva (2015); Ogg et al. (2016); Huber et al. (2017) معرفی شده است، قابل قیاس است. با توجه به موارد یاد شده، سن این بیوزون انتهای سنومانین پسین تا ابتدای تورونین پیشین می‌باشد.

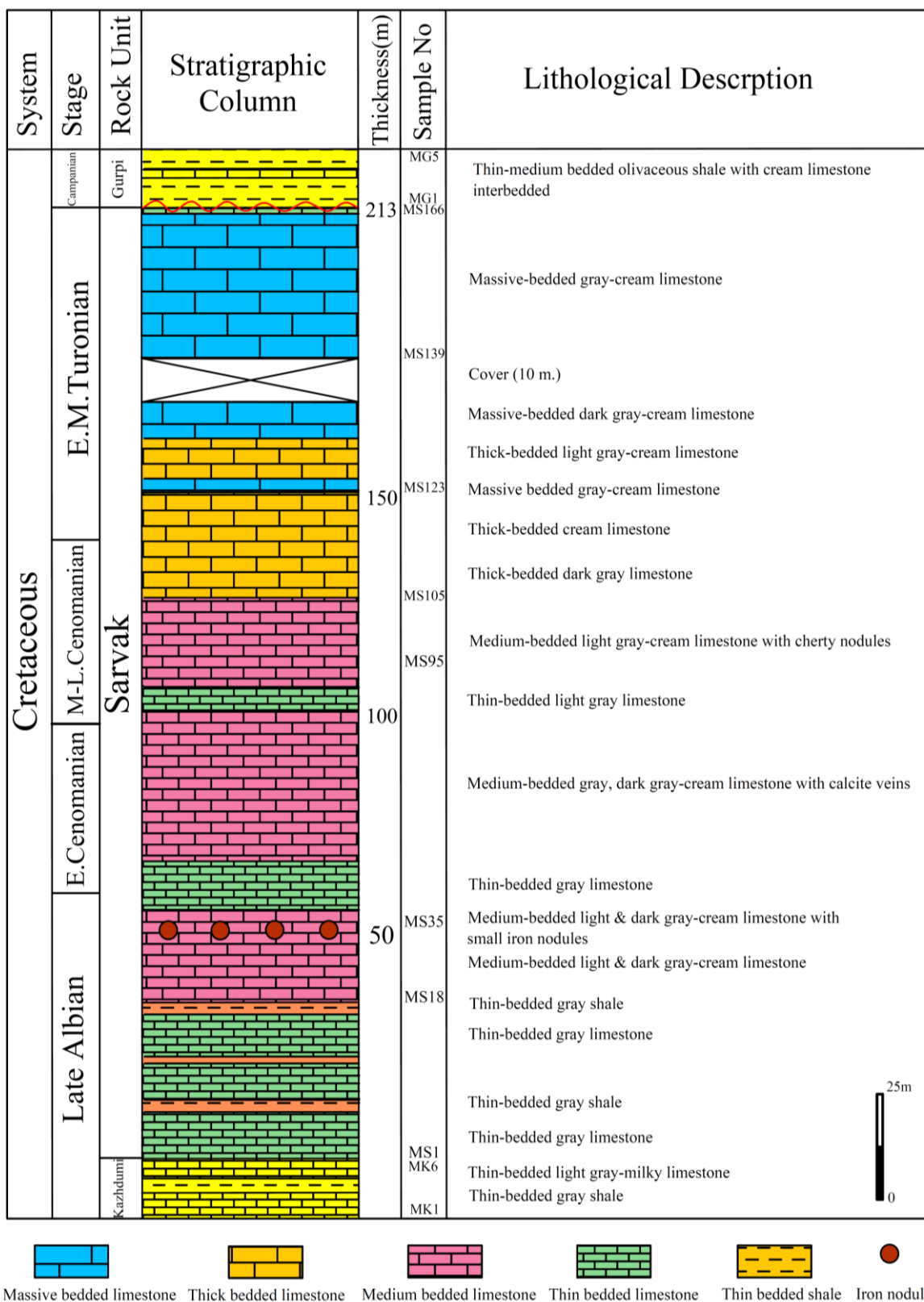
Wonders (1980) مرز سنومانین - تورونین را در قاعده این بیوزون معرفی می‌کند، درحالی‌که Caron (1985); Robaszynski and Caron, 1995; Robaszynski, 1998; Caron et al., 2006 این مرز را درون این بیوزون تعریف می‌کنند. در این پژوهش، جهت تفکیک این مرز، برای اولین بار در زاگرس، دو ساب زون زیر معرفی شوند:

Biozone No. 7-2- *Whiteinella archaeocretacea* Interval subzone

Author: Tur et al. (2001) - Age: Latest Cenomanian
از محل انقراض *Rotalipora cushmani* در نمونه شماره MS-97 شروع و تا اولین ظهور *Dicarinella hagni* در نمونه MS-114 ادامه داشته و سنی معادل انتهای سنومانین پسین دارد. ضخامت این ساب زون در حدود ۱۷ متر است. این ساب زون در گروزنی، توسط Tur et al. (2001) نیز معرفی شده است. این ساب زون معادل *Whiteinella gigantea* Subzone Salaj (1996) می‌باشد که توسط Salaj (1996) در انتهای ترین بخش سنومانین پسین در تونس معرفی شده است.

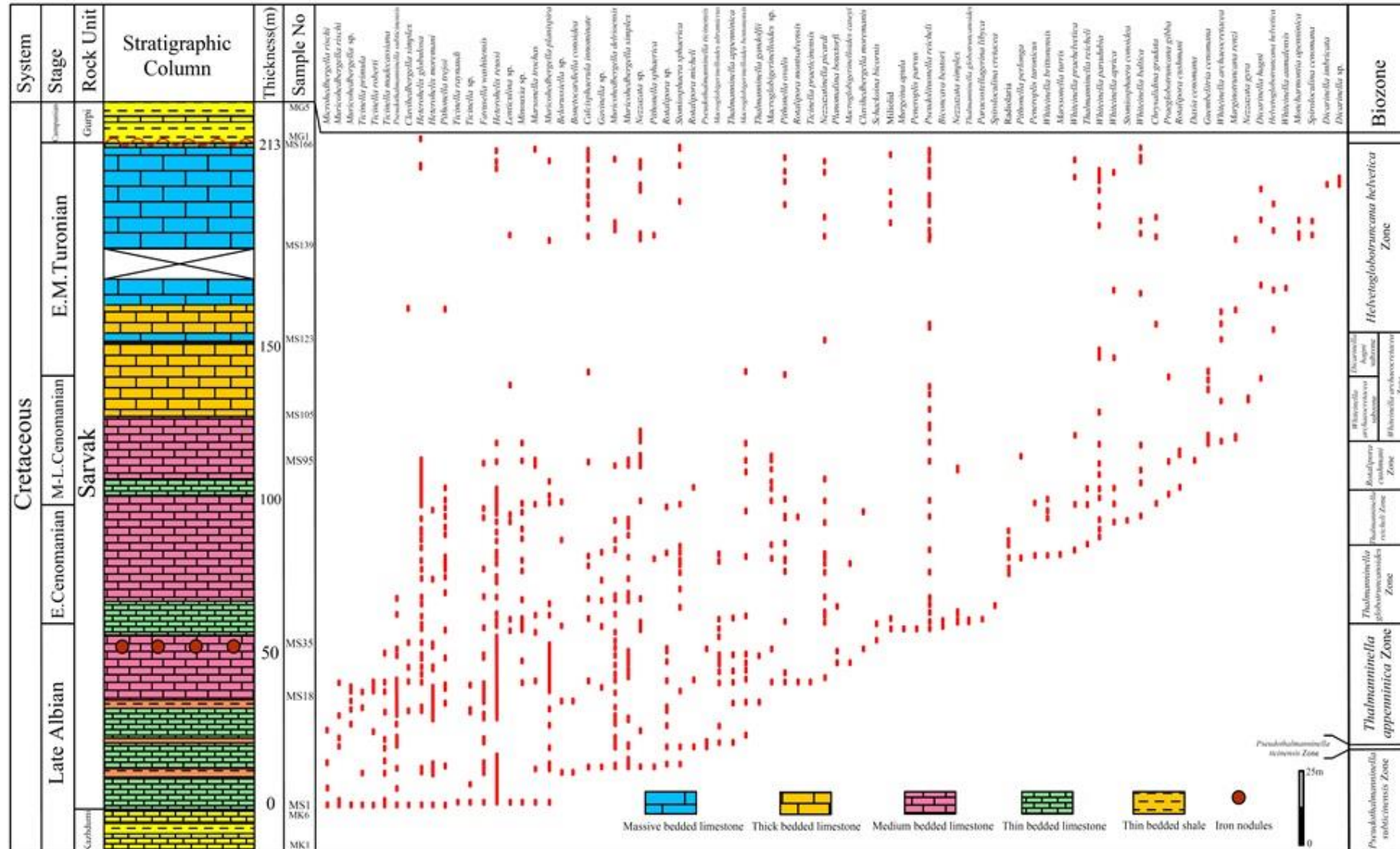
Biozone No. 7-2- *Dicarinella hagni* Interval subzone
Author: Tur et al. (2001) - Age: Early Turonian

از اولین ظهور *Dicarinella hagni* در نمونه MS-114 تا اولین حضور *Helvetoglobotruncana helvetica* در MS-124 شامل می‌شود و نشانگر ابتدایی ترین لایه‌های تورونین پیشین است.



شکل ۴- ستون سنگ چینه نگاری سازند سروک در برش مارین.

Fig. 4. Lithostratigraphy column of Sarvak Formation in Marin section.



شکل ۵- ستون زیست چینه‌ای سازند سروک در برش مارین.

Fig. 5. Microbiostratigraphy column of Sarvak Formation in Marin section.

بحث

Whiteinella range Zone و بخش زیرین بیوزون *Whiteinella archaeocretacea* Partial range Zone (*Whiteinella archaeocretacea* interval subzone) تورونین پیشین با بخش بالایی بیوزون *Whiteinella archaeocretacea* Partial range Zone (*Dicarinella hagni* interval subzone) و بخش زیرین بیوزون *Helvetoglobotruncana helvetica* Interval range Zone و تورونین پسین با بخش بالایی بیوزون *Helvetoglobotruncana helvetica* Interval range Zone مشخص می‌شود (جدول ۱).

در مجموع، سن سازند سروک در برش مارین، آلبین پسین تا تورونین میانی می‌باشد. در فارس، سن این سازند در برش‌های بوان (Afghah and Fadaei, 2015)، سنومانین پسین، در برش ارستان (Afghah et al., 2014)، آلبین پسین - سنومانین پیشین و در برش‌های خرامه (Afghah and Fadaei, 2015)، درودزن، سفقان و نورآباد، (Afghah et al., 2014)، سنومانین می‌باشد. سن این سازند در میدان‌های نفتی اهواز، رگ سفید، آب تیمور و گچساران، واقع در فروافتادگی دزفول، سنومانین تا تورونین می‌باشد (Omidvar et al., 2014). سن سازند سروک در زون ایزه، در کوه بنگستان (Khosrow Tehrani and Fonooni, 1994)، آلبین پسین - سنومانین گزارش شده است. در برش‌های بولک و چنارباشی در کبیرکوه پهنه لرستان (Daneshian et al., 2015)، سن این سازند آلبین میانی تا سنومانین می‌باشد.

دلیل این تغییرات سنی و نیز تنوع فسیلی، عملکرد گسل‌های موجود در مناطق یادشده است (مانند گسل‌های قطر - کازرون، زاگرس مرتفع و نظام‌آباد در فارس داخلی، گسل‌های هندیمان - بهرگانسر، فروبار دزفول، ایزه، پیش بوم زاگرس و بالارود در خوزستان). (Motiei (1995); Sepehr and Cosgrove (2004); Sherkati and Letouzey (2004) اظهار می‌دارند تحرکات گسل‌های زاگرس در کرتاسه میانی سبب تنوع ضخامت، رخساره و سن سازندهای مختلف شده است. این حرکات منجر به تغییر عمق حوضه رسوبی در برش‌های مختلف شده که به تبع آن، شرایط پالئوآکولوژیکی نیز تغییر پیدا کرده و پراکنش گونه‌ها نیز دستخوش تفاوت‌هایی شده است.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، حدود ۲۱۳ متر از رسوبات سازند سروک در برش مارین، واقع در یال جنوبی تاقدیس خامی در حوضه زاگرس، مورد بررسی قرار گرفت. سازند سروک در این برش با مرزی تدریجی و پیوسته، روی سازند کژدمی و با مرزی ناپیوسته، زیر سازند گورپی قرار گرفته است. بر اساس گونه‌های شناسایی شده، ۸ بیوزون و ۲ ساب زون شناسایی شدند که با توجه فونای موجود، محدوده سنی سازند سروک، آلبین پسین تا تورونین میانی پیشنهاد می‌شود. در برش مارین، تنوع گونه‌ای در میان فرامینیفراهای پلانکتون بسیار زیاد بود. این مسئله نشانگر نسبت بسیار بالای فرامینیفراهای پلانکتونیک به بنتونیک (P/B) ratio می‌باشد که به نوبه‌ی خود بیانگر محیط رسوبی عمیق برای برش

در این برش، مرز زیرین سازند سروک، با سازند کژدمی به صورت پیوسته و تدریجی و مرز فوقانی سروک با گورپی، به صورت ناپیوسته می‌باشد. در کوه بنگستان (Khosrow Tehrani and Fonooni, 1994)، در یال‌های شمالی و جنوبی کوه میش و در تاقدیس آنه (Asadi Mehmandosti et al., 2013) که همگی در زون ایزه قرار گرفته، مرز زیرین سروک، با کژدمی پیوسته و مرز فوقانی آن، با گورپی، ناپیوسته گزارش شده است. مرز فوقانی سازند سروک در برخی مناطق متفاوت می‌باشد، برای مثال در برش یال جنوبی منگشت (Zargar Moradi, 2014)، تنگ بولفارس و تنگ دوزخ (Ghabeishavi, 2008) در زون ایزه و در برش درودزن (Afghah et al., 2014)، واقع در فارس، سازند ایلام به صورت ناپیوسته روی سازند سروک قرار گرفته است.

ضخامت این سازند در برش خامی ۲۱۳/۲ متر می‌باشد. سازند سروک در زاگرس و خصوصاً در زون ایزه، دارای تغییرات ضخامت و رخساره‌ی فراوانی است. برای مثال در کوه بنگستان، ضخامت سازند سروک برابر ۸۳۰ متر (Khosrow Tehrani and Fonooni, 1994)، در یال شمالی کوه منگشت این سازند ۴۲۶ متر (Asadi Mehmandosti et al., 2013)، در یال جنوبی کوه منگشت، ۶۴۸ متر (Zargar Moradi, 2014)، در یال شمالی کوه میش، ۲۵۲ متر (Asadi Mehmandosti et al., 2013)، در یال جنوبی کوه میش، ۳۴۸ متر (Asadi Mehmandosti et al., 2013) و در تاقدیس آنه، ۲۴۵ متر (Asadi Mehmandosti et al., 2013) می‌باشد. این تغییر ضخامت در زون ایزه توسط Motiei (2013); Sepehr and Cosgrove (2004); Sherkati and Letouzey (2004); Molinaro et al. (2005); Sherkati et al. (2005); Farzipour saein et al. (2009a); Farzipour saein et al. (2009b) نیز ذکر شده است. این تغییرات ناشی از گسل‌های پی سنگی موجود در زون ایزه (مانند گسل‌های هندیمان - ایزه) می‌باشد. به باور Sherkati and Letouzey (2004) و با توجه به اطلاعات موجود از تغییرات ستبر و رخساره سازندهای مختلف در راستای این گسل، کهن‌ترین فعالیت پهنه گسلی ایزه مربوط به زمان آلبین - سنومانین بوده است.

آلبین پسین در برش مارین، با سه بیوزون *Pseudothalmanninella subticinensis* Partial range Zone، *Pseudothalmanninella ticinensis* Interval Zone و *Thalmanninella appenninica* Interval Zone و سنومانین پیشین با بیوزون *Rotalipora globotruncanoides* Interval Zone و بخش زیرین بیوزون *Thalmanninella reicheli* Total range Zone مشخص می‌شود. سنومانین میانی در این برش با بخش بالایی بیوزون *Thalmanninella reicheli* Total range Zone و بخش زیرین *Rotalipora cushmani* Total range Zone و سنومانین پسین با بخش بالایی *Rotalipora cushmani* Total

گونه‌ای بسیار زیادی با برش‌های ایلام مانند تنگ باولک و چنارباشی در کبیرکوه دارد. در این برش، رسوب‌گذاری این سازند، نسبت به سایر برش‌های زون ایذه، زودتر شروع شده و دیرتر خاتمه یافته است. علاوه بر این ضخامت سازند، کمتر از برش‌های دیگر می‌باشد. دلیل این تغییرات، عملکرد گسل‌های موجود در مناطق یاد شده می‌باشد که در کرتاسه میانی سبب تنوع ضخامت، رخساره و سن این سازند شده است.

مارین می‌باشد. درحالی‌که در برخی برش‌های زون ایذه مانند برش کوه بنگستان و برش پیون و برخی برش‌های فارس داخلی مانند کوه زنا، این نسبت پایین بوده، فرامینفرهای بنتیک بیشتر هستند و حوضه، کم‌عمق‌تر می‌باشد. نبود جلبک‌های آهکی و Alveolinids، Orbitolinids ها از ویژگی‌های بارز این برش می‌باشد. در مجموع از منظر زیست‌چینه‌نگاری، سازند سروک در این برش شباهت سنی و

Biozonation		Age						This Study	
		Permoli Silva & Verga (2005)	Sliter (1999)	Robaszynski and Caron (1995)	Caron (1985)	Postuma (1971)	Marin		
93.9m.y.	Turonian	Early	<i>H. helvetica</i>		<i>H. helvetica</i>	<i>H. helvetica</i>	<i>H. helvetica</i>	<i>H. helvetica</i>	
			<i>W. archaeocretacea</i>		<i>W. archaeocretacea</i>	<i>W. archaeocretacea</i>	<i>W. archaeocretacea</i>	<i>W. archaeocretacea</i>	<i>D. algeriana</i> subzone <i>W. archaeocretacea</i> subzone
100.5m.y.	Cenomanian	Late	<i>R. cushmani</i>	<i>R. cushmani</i> <i>D. algeriana</i> <i>R. greenhornensis</i>	<i>R. cushmani</i>	<i>R. cushmani</i>	<i>R. cushmani</i>	<i>R. cushmani</i>	
		Middle	<i>D. algeriana</i>						
		Early	<i>R. reicheli</i>	<i>R. reicheli</i>	<i>R. reicheli</i>	<i>R. reicheli</i>	<i>R. appenninica</i>	<i>R. reicheli</i>	
Late Albian			<i>R. globotruncanoides</i>	<i>R. brotzeni</i>	<i>R. globotruncanoides</i>	<i>R. brotzeni</i>	<i>P. buxtorfi</i>	<i>R. globotruncanoides</i>	
			<i>R. appenninica</i>	<i>R. appenninica</i>	<i>R. appenninica</i>	<i>R. appenninica</i>	<i>R. appenninica</i>		
			<i>R. ticinensis</i>	<i>R. ticinensis</i>	<i>R. ticinensis</i>	<i>R. ticinensis</i>	<i>R. ticinensis</i>		
			<i>Biticinella breggiensis</i>	<i>Biticinella breggiensis</i>	<i>R. subticinensis</i>	<i>R. subticinensis</i>	<i>Biticinella breggiensis</i>	<i>R. subticinensis</i>	
		<i>T. praeticinensis</i>	<i>T. praeticinensis</i>	<i>T. praeticinensis</i>	<i>Biticinella breggiensis</i>	<i>R. subticinensis</i>			

جدول ۱- مقایسه بیوزون‌های شناسایی‌شده در برش مارین با بیوزوناسیون استاندارد فرامینفرهای پلانکتون در جهان.

Table. 1. Correlation of biostratigraphic zones from the Marin section with standard planktonic foraminiferal biozonation.

Plate 1

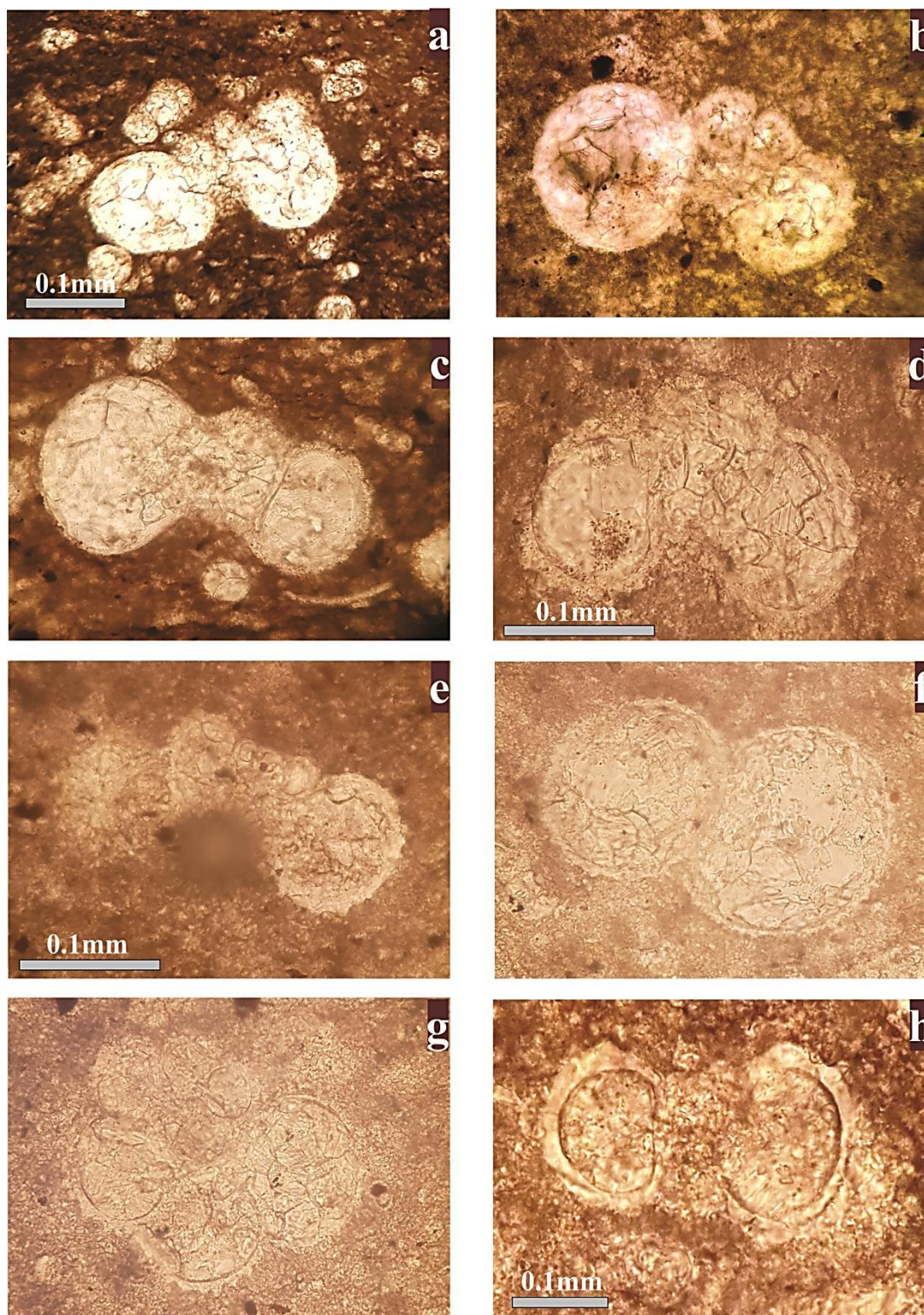


Plate 1: (a) *Ticinella praeticinensis*, axial section, sample: MS-21, (b) *Ticinella madecassiana*, axial section, sample: MS-2, (c) *Ticinella madecassiana*, axial section, sample: MS-21, (d) *Ticinella roberti*, axial section, sample: MS-19, (e) *Ticinella primula*, axial section, sample: MS-17, (f) *Favusella washitensis*, sub axial section, sample: MS-11, (g) *Favusella washitensis*, equatorial section, sample: MS-31, and (h) *Paracostellagerina libyca*, axial section, sample: MS-43.

Plate 2

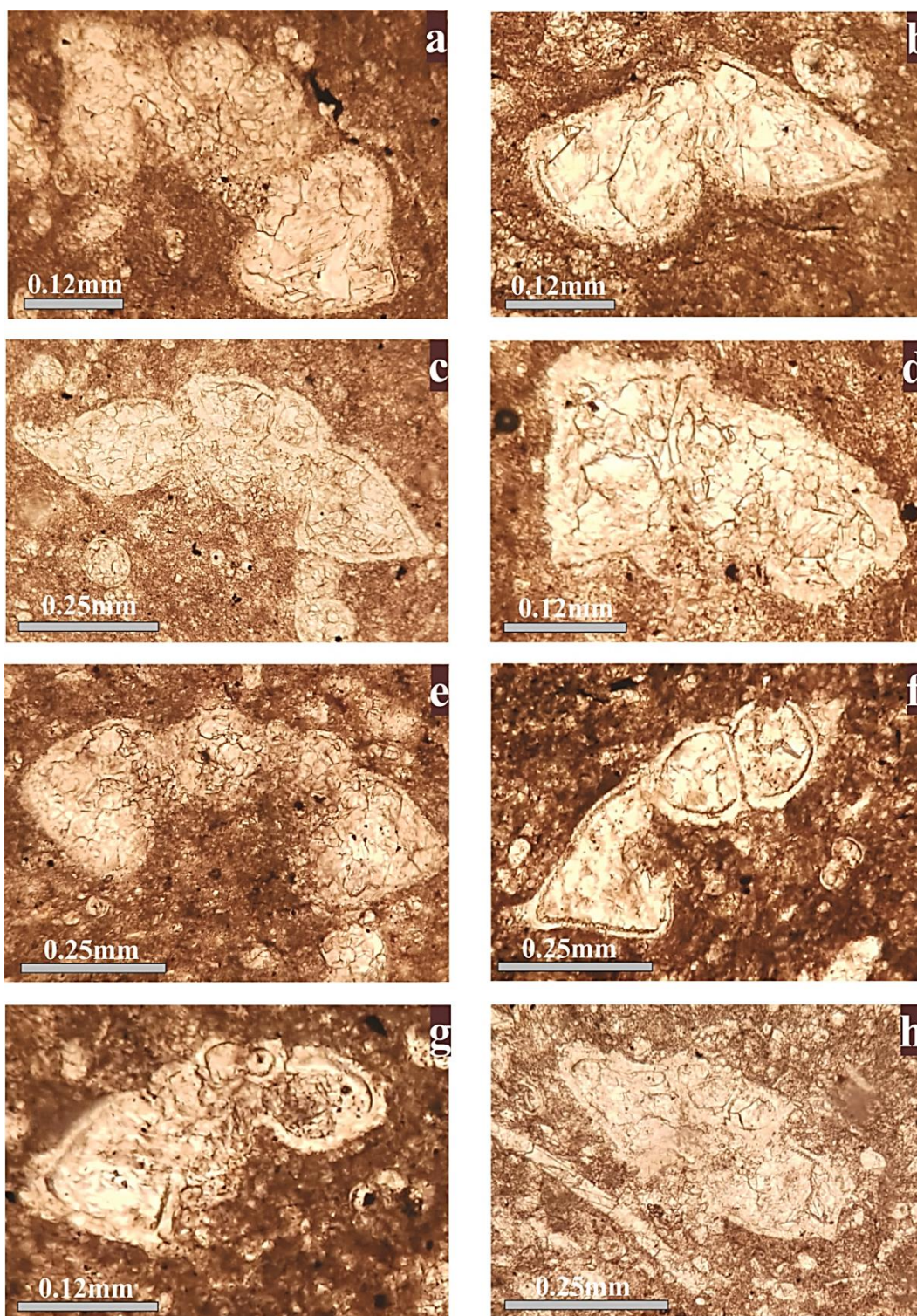


Plate 2- (a) *Pseudothalmaninella ticinensis*, axial section, sample: MS-33, (b) *Rotalipora micheli*, section, axial sample: MS-9, (c) *Thalmaninella appenninica*, axial section, sample: MS-10 (d) *Thalmaninella gandolfii*, axial section, sample: MS-17, (e) *Pseudothalmaninella subticinensis*, axial section, sample: MS-34, (f) *Thalmaninella globotruncanoides*, axial section, sample: MS-43, (g) *Pseudothalmaninella subticinensis*, axial section, sample: MS-49, (h) *Rotaliapra cushmani*, axial section, sample: MS-97.

Plate 3

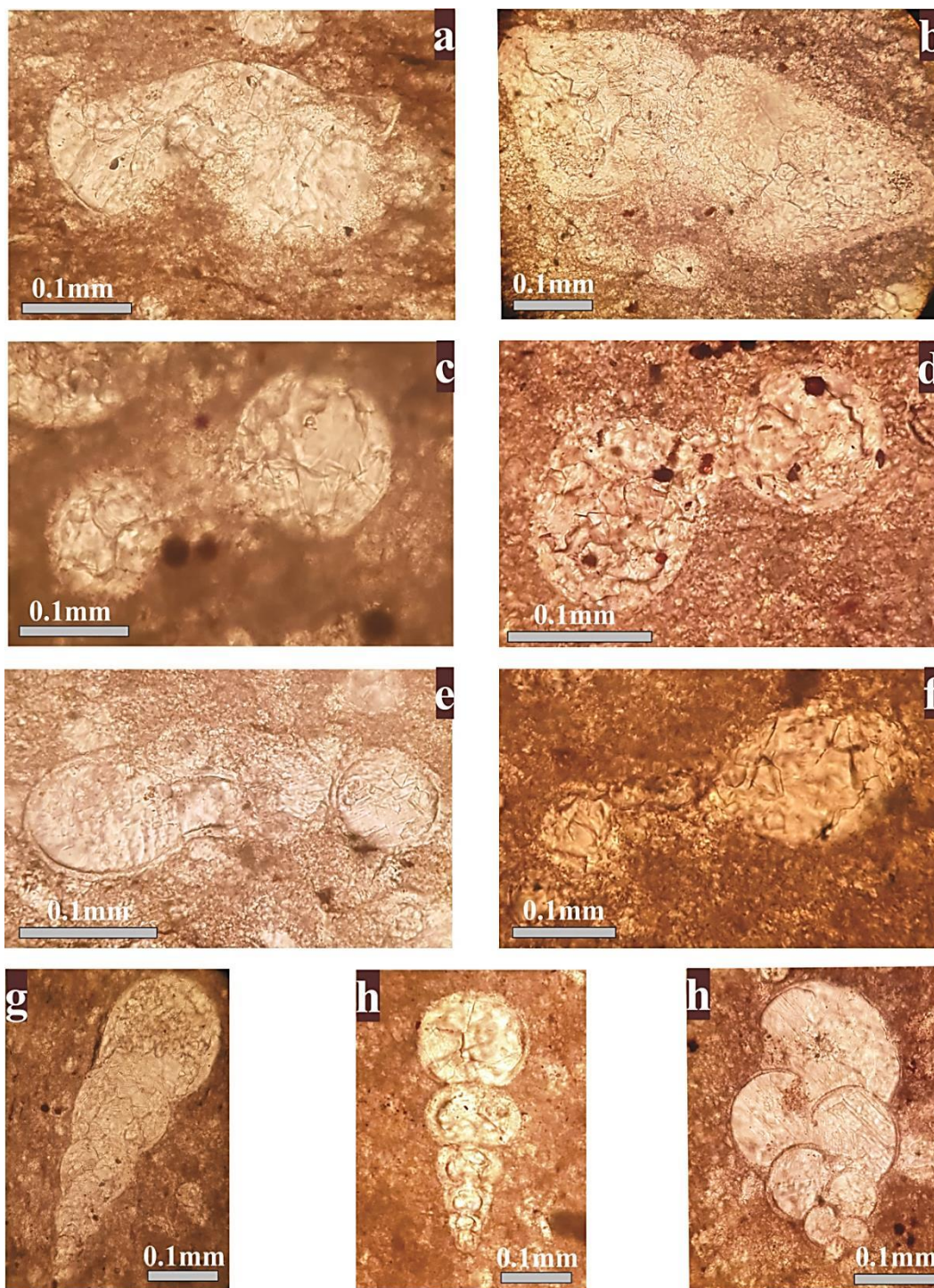


Plate 3- (a) *Rotalipora montsalvensis*, sub axial section, sample: MS-21, (b) *Thalmaninella reicheli*, axial section, sample: MS-69, (c) *Macroglobigerinelloides ultramicrus*, axial section, sample: MS-13, (d) *Macroglobigerinelloides ultramicrus*, axial section, sample: MS-35, (e) *Macroglobigerinelloides caseyi*, axial section, sample: MS-61, (f) *Planomalina bouxtorfi*, axial section, sample: MS-28, (g) *Heterohelix reussi*, transversal section, sample: MS-7, (h) *Heterohelix moremani*, transversal section, sample: MS-19, and (i) *Heterohelix globulosa*, transversal section, sample: MS-49.

Plate 4

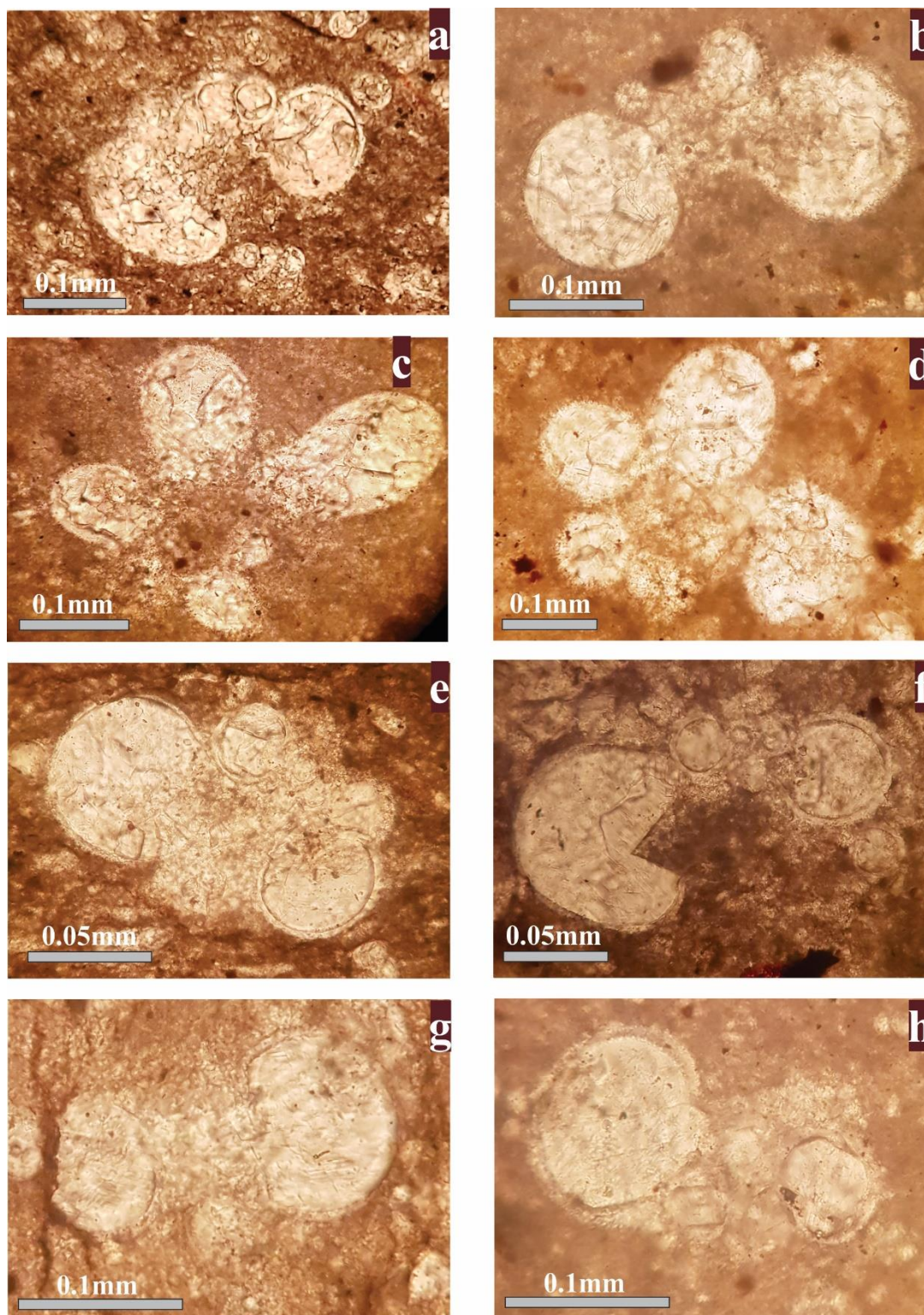


Plate 4- (a) *Muricohedbergella rischi*, axial section, sample: MS-7, (b) *Muricohedbergella delrioensis*, axial section, sample: MS-25, (c) *Muricohedbergella simplex*, equatorial section, sample: MS-23, (d) *Muricohedbergella simplex*, equatorial section, sample: MS-7, (e) *Muricohedbergella planispira*, axial section, sample: MS-21, (f) *Muricohedbergella planispira*, axial section, sample: MS-43, (g) *Globigerinelloides bentonensis*, axial section, sample: MS-22, and (h) *Globigerinelloides bentonensis*, axial section, sample: MS-116.

Plate 5

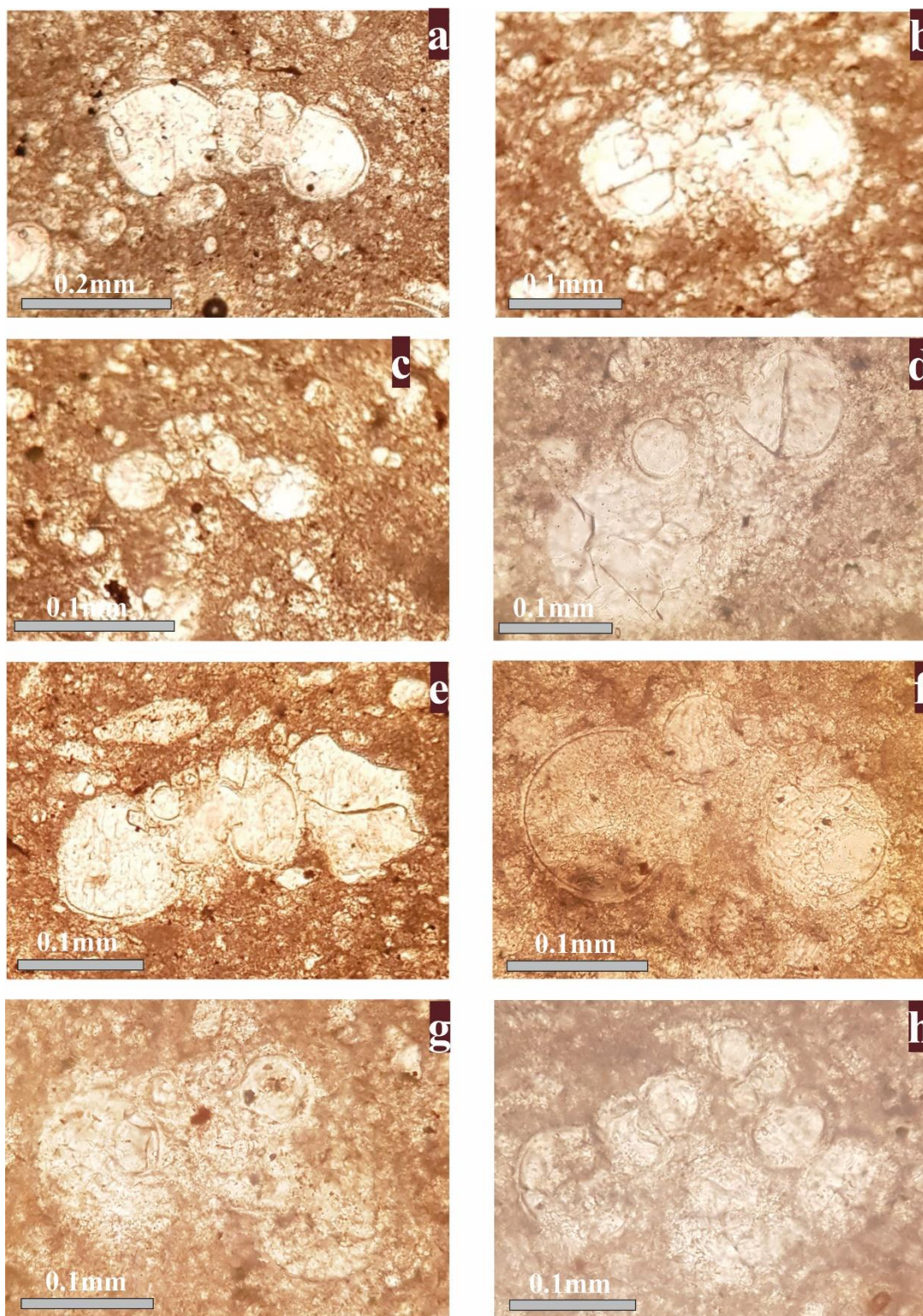


Plate 5- (a) *Whiteinella aprica*, axial section, sample: MS-86, (b) *Whiteinella aumalensis*, axial section, sample: MS-136, (c) *Whiteinella archaeocretacea*, axial section, sample: MS-126, (d) *Whiteinella baltica*, axial section, sample: MS-77, (e) *Whiteinella praehelvetica*, axial section, sample: MS-101, (f) *Whiteinella praehelvetica*, axial section, sample: MS-81, (g) *Whiteinella paradubia*, axial section, sample: MS-76, and (h) *Whiteinella brittonensis*, axial section, sample: MS-76

Plate 6

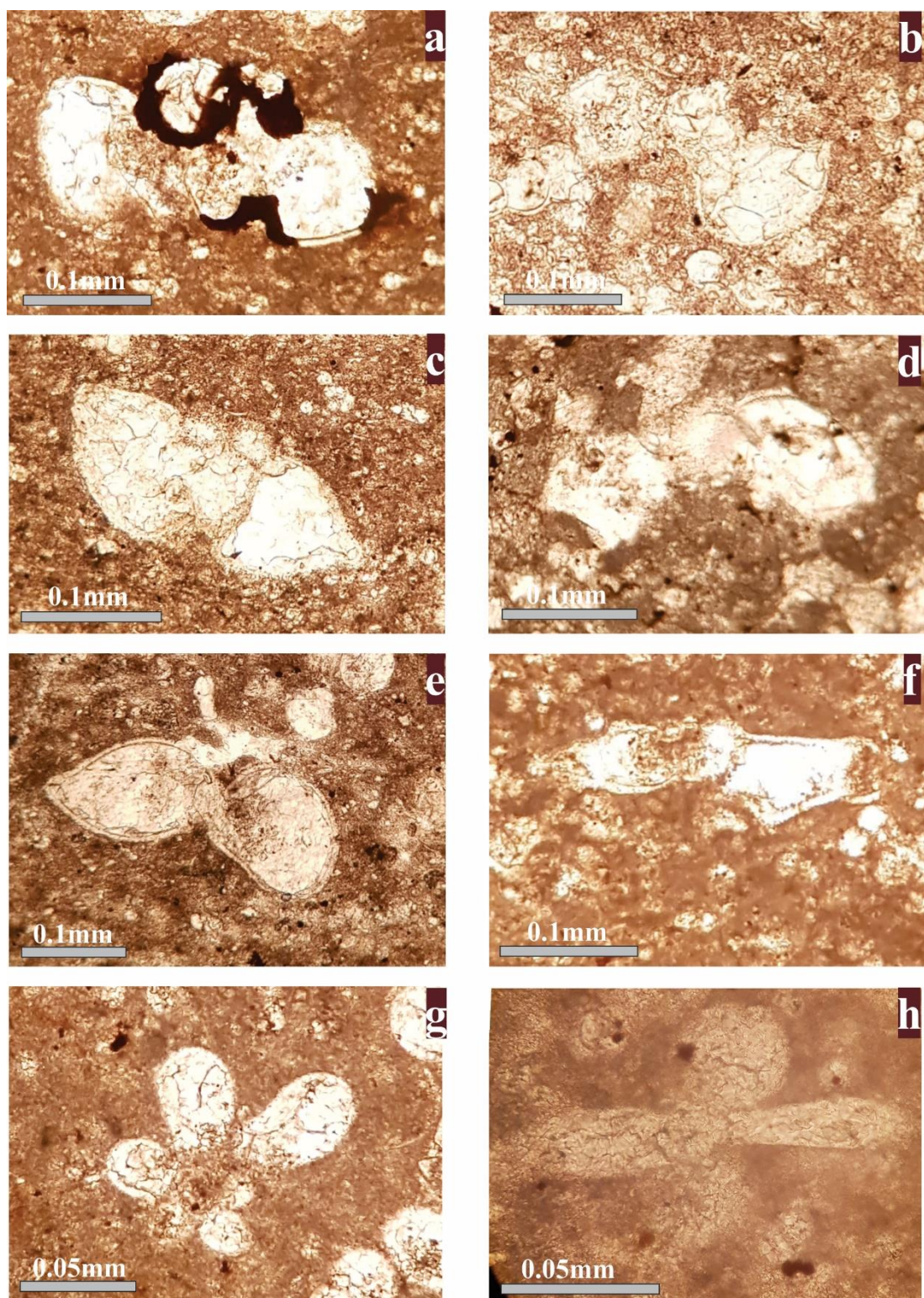


Plate 6- (a) *Helvetoglobotruncana helvetica*, axial section, sample: MS-136, (b) *Helvetoglobotruncana helvetica*, axial section, sample: MS-124, (c) *Dicarinella hagni*, axial section, sample: MS-137, (d) *Dicarinella imbricate*, axial section, sample: MS-155, (e) *Praeglobotruncana gibba*, sub axial section, sample: MS-114, (f) *Marginotruncana renzi*, axial section, sample: MS-102, (g) *Claviedbergella simplex*, equatorial section, sample: MS-23, and (h) *Claviedbergella moremani*, sub equatorial section, sample: MS-34.

Plate 7

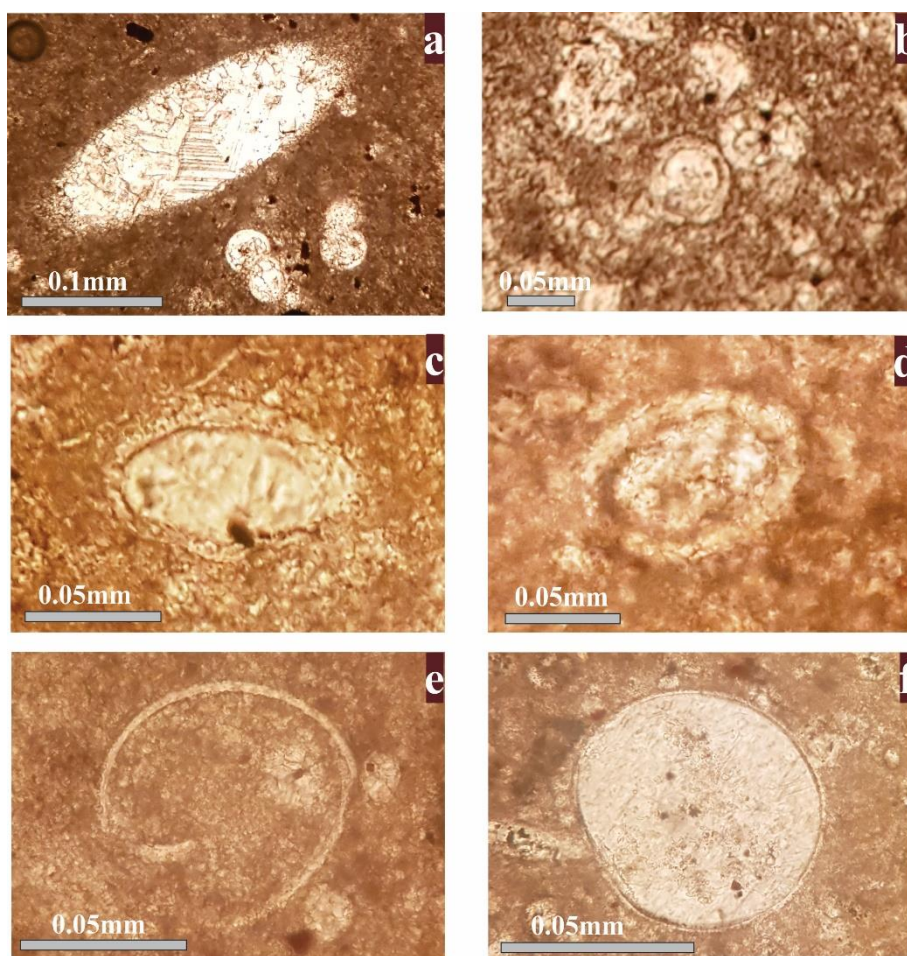


Plate 7- (a) *Pithonella trejoi*, axial section, sample: MS-38, (b) *Pithonella sphaerica*, equatorial section, sample: MS-6, (c) *Pithonella perlonga*, axial section, sample: MS-63, (d) *Pithonella ovalis*, section, axial sample: MS-58, (e) *Bonetocardiella conoidea*, equatorial section, sample: MS-17, and (f) *Stomiosphaera sphaerica*, equatorial section, sample: MS-63

منابع

- Adams, T.D., Khalili, M., Khosravi Said, A., 1967. Stratigraphic significance of some oligosteginids from Lurestan province; Palaeontological Department. Iranian Oil Operating Company 13(1), 55-67.
- Afghah, M., Ahmadi, V., Damori, GH., 2011. Biostratigraphy of Sarvak Formation in Arsanjan and Doshman ziyari sections, First National Geology and Mining Exploration Symposium, Shiraz, pp. 1-7.
- Afghah, M., Dehghanian, M.S., 2007. Qualitative and quantitative study of the microfacies of the Sarvak Formation Kuh-e Khane-Kat and Kuh-e Shah-Neshin Sections in Fars province. Journal of Applied Geology 3(1), 7-16.
- Afghah, M., Fadaei, H.R., 2015. Biostratigraphy of Cenomanian succession in Zagros area (southwest of Iran). Geosciences Journal 19(2), 257-271.
- Afghah, M., Yousefzadeh, A., Shirdel, S., 2014. Biostratigraphic Revision of Middle Cretaceous Succession in South Zagros Basin (SW of Iran). Journal of Earth Science & Climatic Change 5, 1-10.
- Alavi, M., 2004. Regional stratigraphy of the Zagros fold-and-thrust belt of Iran and its proforland evolution. American Journal of Science 304, 1-20.
- Asadi Mehmandosti, E., Adabi, M.H., Woods, A.D., 2013. Microfacies and geochemistry of the Middle Cretaceous Sarvak Formation in Zagros Basin, Izeh Zone, SW Iran. Sedimentary Geology 293, 9-20.

- Berberian, M., 1995. Master “blind” thrust faults hidden under the Zagros folds: active basement tectonics and surface morphotectonics. *Tectonophysics* 241, 193-224.
- Bolli, H.M., 1966. Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on Planktonic foraminifera. *Boletín informativo de la Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo* 9, 1-34.
- Borsetti, A.M., 1962. Foraminiferi planctonici di una serie cretacea dei Dintorni di Piobbico (Prov. di Pesaro). *G. Geol. Ser.* 29, 19-75.
- Bralower, T.J., Fullagar, P.D., Paull, C.K., Dwyer, G.S., Leckie, R.M., 1997. Mid-Cretaceous strontium-isotope stratigraphy of deep-sea sections, *Geological Society of America Bulletin* 109, 1421-1442.
- Bronnimann, P., 1952. Globigerinidae from the upper Cretaceous (Cenomanian- Maestrichtian) of Trinidad, *B.W.I. Bulletin of America Paleontology* 34, 5-71.
- Bronnimann, P., 1952. Globigerinidae from the upper Cretaceous (Cenomanian-Maestrichtian) of Trinidad, *B, W, I. Bulletin of America Paleontology* 34, 5-71.
- Caron, M., 1985. Cretaceous planktic foraminifers. In Bolli, H. M., Saunders, J. B., and Perch-Nielsen, K. (Eds.), *Plankton Stratigraphy: Cambridge* (Cambridge Univ. Press), pp. 17-86.
- Coccioni, R., Premoli Silva, I., 2015. Revised Upper Albian–Maestrichtian planktonic foraminiferal biostratigraphy and magneto-stratigraphy of the classical Tethyan Gubbio section (Italy). *Newsletter Stratigraphy* 48, 47–90.
- Dalhier, F. 1955. The genus *Globotruncana* in Tunisia. *Micropaleontology* 1, 61-71.
- Daneshalian, J., Younesi, K., Azad, A., Moallemi, S.A., 2015. Planktonic Foraminiferal biostratigraphy of middle Albian to cenomana strata in Kabir Kuh Anticline, Southeast of Iran. *Geoscience* 24(94), 155-164.
- Dias-Brito, D., 2000. Global stratigraphy, palaeobiogeography and palaeo- ecology of Albian – Maestrichtian pithonellid calcispheres: Impact on Tethys configuration. *Cretaceous Research* 21, 315-349.
- Farhudi, G., 1978. A comparison of Zagros geology to island arcs. *The Journal of Geology* 86, 323-334.
- Farzipour saein, A., Yassagi, A., Sherkati, S., Koyi, H., 2009a. Basin evolution of the Lurestan region in the zagros fold-and-thrust belt, Iran. *Journal of Petroleum Geology* 36, 5-20.
- Farzipour saein, A., Yassagi, A., Sherkati, S., Koyi, H., 2009b. Mechanical stratigraphy and folding style of the Lurestan region in the Zagros Fold-Thrust Belt, Iran. *Journal of Geological Society* 166, 1101-1115.
- Fuček, L., Gušić, I., Jelaska, V., Korolija, B., Oštrić, N., 1990. Stratigrafija gornjokrednih naslaga jugoistočnog dijela Dugog otoka i njihova korelacija s istovremenim naslagama otoka Brača (Upper Cretaceous stratigraphy of the SE part of the Dugi otok Island and its correlation with the corresponding deposits of the Brač Island, Adriatic Carbonate Platform), *Geology Vjesnik* 43, 23–33.
- Ghabeishavi, A., 2008. Stratigraphy of Sarvak Formation in Bangestan anticline and Parsi oilfield, Thesis, University of Isfahan, Iran, 223p.
- Ghanem, H., Kuss, J., 2013. Stratigraphic control of the Aptian–early Turonian sequences of the Levant, coastal range northwest Syria. *GeoArabia* 18(4), 85–132.
- Ghanem, H., Mouty, M., Kuss, J., 2012. Biostratigraphy and carbon-isotope stratigraphy of the uppermost Aptian to upper Cenomanian strata of the south Palmyrides, Syria. *GeoArabia* 17(2), 155–184.
- Gušić, I., Jelaska, V., 1990. Stratigrafija gornjokrednih naslaga otoka Brača – Upper Cretaceous stratigraphy of the Island of Brač, *Jugoslavenska akademija znanosti I umjetnosti* 69, 160p.
- Gušić, I., Jelaska, V., Velic, I., 1988. Foraminiferal assemblages, facies, and environments in the Upper Cretaceous of the Island of Brač, Yugoslavia. *Revue de Paléobiologie Special 2 (Benthos '86)*, pp. 447-456.
- Hardenbol, J., Thierry, J., Farley, M.B., Jacquin, T., de Graciansky, P.C., Vail, P., 1998. Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European Basins, in P.C. Graciansky, et al. (eds) *Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European basins, SEPM Special Publication* 60, 3-13.
- Huber, B.T., Petrizzo, M.R., Watkins, D.K., Haynes, S.J., MacLeod, K.G., 2017. Correlation of Turonian continental margin and deep-sea sequences in the subtropical Indian Ocean sediments by integrated planktonic foraminiferal and calcareous nannofossil biostratigraphy. *Newsletter Stratigraphy* 50, 141–185.
- Husinec, A., Velić, I., Fuček, L., Vlahović, I., Maticeč, D., Oštrić, N., Korbar, T., 2000. Mid–Cretaceous orbitolinid (Foraminiferida) record from the islands of Cres and Lošinj (Croatia) and its regional stratigraphic correlation. *Cretaceous Research* 21(1), 155–171.
- James, G.A., Wynd, J.G., 1965. Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 49, 2182–2245.
- Keller, G., Han, Q., Adatte, T., Burns, S., 2001. Paleoenvironment of the Cenomanian-Turonian transition at Eastbourne, England. *Cretaceous Research* 22, 391–422.
- Keller, G., Pardo, A., 2003. Age and paleoenvironment of the Cenomanian–Turonian global stratotype section and point at Pueblo, Colorado. *Marine Micro-Paleontology* 51, 95-128.

- Kennedy, W.J., Gale, A.S., Lees, J.A., Caron, M., 2004. The Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) for the base of the Cenomanian Stage, Mont Risou, Hautes-Alpes, France. Institut de Géologie, Université de Fribourg.
- Khosrow Tehrani, K., Fonooni, B., 1994. New Investigations in Microbiostratigraphy of Sarvak formation in Fars and Khuzestan region. Geological Survey of Iran. Geoscience Journal 3, 2–15.
- Korbar, T., Fuček, L., Husinec, A., Vlahović, I., Oštrić, N., Matičec, D., Jelaska, V., 2001. Cenomanian carbonate facies and rudists along shallow intraplatform basin margin – the island of Cres (Adriatic Sea, Croatia). Facies 45, 39–58.
- Lamolda, M.A., Gorostidi, A., Martinez, R., Lopez, G., Peryt, D., 1997. Fossil occurrences in the upper Cenomanian-lower Turonian at Ganuza, northern Spain: an approach to Cenomanian/Turonian boundary chronostratigraphy. Cretaceous Research 18, 331-353.
- Luciani, V., Cobianchi, M., 1999. The Bonarelli level and other black shales in the Cenomanian–Turonian of the northeastern dolomites (Italy): calcareous nannofossil and foraminiferal data. Cretaceous Research 20, 135–167.
- Molinaro, M., Leturmy, P., Guezou, J.C., Frizon de Lamotte, D., Eshraghi, S.A., 2005. The structure and kinematics of the south-eastern Zagros fold-thrust belt, Iran: from thin skinned to thick skinned tectonics. Tectonics 24, Tc3007.
- Moreau, P., 1996. Analyse de la transgression cenomanienne du Bassin de l'Aquitaine, Géologie de la France, 1:3–16.
- Motiei, H., 1992. Stratigraphy of Iran, Zagros stratigraphy. Geology and Mineral exploration Organization, 583p.
- Neumann, M., Fourcade, E., 1985. Les grands Foraminifères du Crétacé moyen de la région méditerranéenne. Geobios, Lyon, mémoire spécial n° 7, 160 p.
- Nöel, D., Busson, G., Mangin, A.M., Cornée, A., 1995. La distribution des Pithonelles dans le Cénomanien inférieur et moyen du Boulonnais (Nord de la France): liaison avec les alternances craies/craies marneuses et implications environnementales et historiques. Revue de Micropaléontologie 38, 245-255.
- Ogg, J.G., Ogg, G., Gradstein, F.M., 2016. A concise geologic time scale: 2016. Elsevier.
- Parente, M., Frijia, G., Di Lucia, M., 2007. Carbon-isotope stratigraphy of Cenomanian-Turonian platform carbonates from the southern Apennines (Italy): a chemostratigraphic approach to the problem of correlation between shallow-water and deep water successions. Journal of Geological Society 164, 609–620.
- Ogg, J.G., Ogg, G.M., Gradstein, F.M., 2008. The Concise Geological Timescale. Cambridge University Press, Cambridge, 177p.
- Omaña, L., López-Doncel, R., Ramón Torres, J., Alencaster, G., López-Caballero, I., 2019. Mid-late Cenomanian larger benthic foraminifers from the El Abra Formation W Valles-San Luis Potosi Platform, central-eastern Mexico: Taxonomy, biostratigraphy and paleoenvironmental implications. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana 71(3), 691-725.
- Omaña, L., Torres, J.R., Doncel, R.L., Alencáster, G., Caballero, I.L., 2014. A pithonellid bloom in the Cenomanian-Turonian boundary interval from Cerritos in the western Valles–San Luis Potosi platform, Mexico: Paleoenvironmental significance. Revista Mexicana De Ciencias Geológicas 31(1), 28-44.
- Omidvar, M., Mehrabi, H., Sajjadi, F., Bahramzadeh-Sajjadi, H., Rahimpour-Bonab, H., Ashrafzadeh, A.R., 2014. Revision of the foraminiferal biozonation scheme in Upper Cretaceous carbonates of the Dezful Embayment, Zagros, Iran: Integrated palaeontological, sedimentological and geochemical investigation. Revue de micropaléontologie 57, 97-116.
- Piuz, A., Meister, C., Vicedo, V., 2014. New Alveolinoidea (Foraminifera) from the Cenomanian of Oman. Cretaceous Research 50, 344–360.
- Postuma, J.A., 1971. Manual of planktonic foraminifera, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, London, New York, 419p.
- Premoli Silva, I., Verga, D., 2004. Practical manual of Cretaceous planktonic foraminifera. In D. Verga, R. Rettori (Eds.), International School on Planktonic Foraminifera: Perugia, Italy, Tipografia Ponte Felcino, Universities of Perugia and Milan, 3rd Course, 283p.
- Robaszynski, F., Caron, M., 1995. Foraminifères planctoniques du Crétacé: commentaire de la zonation Europe-Méditerranée. Bulletin de la Société géologique de France 166, 681-692.
- Saint-Marc, P., 1974. Études stratigraphique et micropaléontologique de l'Albien, du Cénomanien et du Turonien du Liban. Notes Mémoires du Moyen Orient, Paris-Beirut, 342p.
- Salaj, J., 1996. Tunisian Upper Cretaceous hypostratotypes as possible candidates of Tethyan stratotypes including stratotype boundaries. Zemni' Plyn a Nafta 40, 245–307.

- Schroeder, R., Neumann, M., 1985. Les Grands foraminifères du Crétacé moyen de la région méditerranéenne. *Géobios Mémoire special* 7, 1-161.
- Senemari, S., Afghah, M., 2020. Biostratigraphic correlation of Santonian-Maastrichtian calcareous nanofossil biozones with planktonic foraminifera zonation, Interior Fars region of the Zagros, southwest Iran. *Carbonates Evaporites* 35(2), 1-12.
- Sepehr, M., Cosgrove, J.W., 2004. Structural framework of the Zagros Fold–Thrust Belt, Iran, *Marine and Petroleum Geology* 21(7) 829-843.
- Sherkati S., Letouzey, J., 2004. Variation of structural style and basin evolution in the central Zagros (Izeh zone). *Marine Petroleum Geology* 21, 829–843.
- Sherkati, S., Molinaro, M., Frizon de Lamotte, D., Letouzey, J., 2005. Detachment folding in the central and eastern Zagros folded-belt (Iran): salt mobility, multiple detachments and late basement control. *Journal of Structural Geology* 27, 1680–1696.
- Sliter, V.W., 1989. Biostratigraphic zonation for Cretaceous planktonic foraminifers examined in thin section. *Journal of Foraminiferal Research* 19(1),1-19.
- Takin, M., 1972. Iranian geology and continental drift in the Middle East. *Nature* 235, 147-150.
- Tur, N.A., Smirnov, J.P., Huber, B.T., 2001. Late Albian–Coniacian planktonic oraminifera biostratigraphy of the northeastern Caucasus. *Cretaceous Research* 22, 719-734.
- Velić, I., 2007. Stratigraphy and Palaeobiogeography of Mesozoic Benthic Foraminifera of the Karst Dinarides (SE Europe). *Geologica Croatica* 60, 1–113.
- Velic´, I., Vlahovic´, I., 1994. Foraminiferal assemblages in the Cenomanian of the Buzet-Savudrija area (northwestern Istria, Croatia). *Geologia Croatica* 47, 25–43.
- Wendler, J.E., Bown, P., 2013. Exceptionally well-preserved Cretaceous microfossils reveal new biomineralization styles. *Nature Communications* 4.
- Wonders, A.A., 1980. Middle-Late Cretaceous Planktonic Foraminifera of the western Mediterranean area. *Utrecht Micropalaeontology Bulletin* 24, 158p.
- Zargar Moradi, S.I., 2014. Lithostratigraphy, Biostratigraphy and Sequence stratigraphy of Sarvak Formation in the Izeh zone, M.A. Thesis, Islamic Azad University, Khorram Abad Branch, 140p.

