

Research Article

## Foraminiferal biozonation and paleoenvironment of Early-Middle Cretaceous carbonate platform deposits in the Gezeresh section, NE Rafsanjan

Tayebeh Ahmadi<sup>1\*</sup>, Hossein Khonchaman<sup>1</sup>, Taherinia, Hamid<sup>2</sup>

1- Department of Geology, Payame Noor University, Tehran, Iran

2- Department of Geology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

**Keywords:** *Foraminifera, Barremian-Cenomanian, Central Iran, Biostratigraphy, Rafsanjan.*

### 1-Introduction

During the Early to Middle Cretaceous, the northern Tethyan area was covered by a shallow sea, resulting in the deposition of the carbonate Urganian-type sediments. Urganian carbonate platforms contain valuable information about biotic crises, climatic events, sea level fluctuations, and sedimentological changes (Simo et al. 1993). They provide valid evidence of the growth or destruction of the carbonate platform in the Tethyan margin. Lower Cretaceous rocks are outstanding in Iran from the stratigraphic and paleontological points of view. Due to their extensive outcrops and rich fossil content, these rocks allow for detailed studies of their fauna. Outcrops of Early to Middle Cretaceous marine sediments are well-exposed in the Kerman region of Central Iran and have been the subject of stratigraphic and paleontological studies (e.g., Ahmadi et al., 2010; Asghari, 2015). No evidence of planktonic Foraminifera has been reported in all previous studies. The microfossils herein studied are interesting because planktonic foraminifers are reported for the first time in the early Cretaceous Kerman region.

### 2-Material and methods

The material of this study comes from one section located in a 40 km northeastern Rafsanjan city, named Gezeresh section. Access to the studied stratigraphic section is possible through the asphaltic road of Rafsanjan-Ouderj-Gezeresh. This stratigraphic section is located at a distance of approximately 2.3 km northwest of Gezeresh village.

The samples were collected at an average interval of 1 to 3 m. Both benthic and planktonic Foraminifera described here were extracted from harder lithologies. The 100 thin sections were prepared for the foraminiferal examination. The faunal preservation is good, which permits precise identification; the biostratigraphic scheme is based on the benthic and planktonic foraminiferal stratigraphic ranges.

Determinations of Foraminifera are recognized using Loeblich and Tappan, 1988; Premoli Silva and Verga, 2004; Velić, 2007; Schroeder et al., 2010; Ghanem et al., 2012, 2013. The biozone concepts correlated with those from other Tethyan areas the authors mentioned above proposed.

### 3-Results and discussions

The Cretaceous succession of the Gezeresh section disconformably overlies Jurassic limestones (Vahdati Daneshmand, 1995). The studied stratigraphic section mainly comprises two informal units: The lower and upper units. The lower unit is composed of a 53 m thick succession of colored marls, shales, and siltstones intercalated with a few limestone intercalations (mudstone and wackestone with planktonic Foraminifera, oligosteginid and radiolarian). The upper unit is predominantly composed of fossiliferous limestones with

\* Corresponding author: t.ahmadi@pnu.ac.ir

DOI: 10.22055/AAG.2023.43343.2355

Received: 2023-03-31

Accepted: 2023-10-6

intercalation of marls that form cliff walls. Benthonic Foraminifera (especially orbitolinids) include the common fossils, while peloids are the most critical non-skeletal grains.

### 3-1- Biostratigraphy

According to the studies of thin-sections and identified taxa, six foraminifera biozones, including one planktonic biozone, "*Hedbergella* spp. Assemblage Zone," and five benthonic biozones, "*Palorbitolina lenticularis* Zone," "*Praeorbitolina* spp. Assemblage Zone," "*Mesorbitolina parva* Zone," "*Mesorbitolina texana* Zone," and "*Mesorbitolina subconcava* Zone" are determined and described as follows:

#### 1) *Hedbergella* spp. Assemblage Zone

This biozone is defined by the first occurrence (FO) of *Hedbergella similis* to the first occurrence (FO) of *Palorbitolina lenticularis*. This biozone has a regional value and represents the early Barremian age. In this interval, the *Hedbergella* spp. are frequent. Common foraminifers of this biozone include:

*Hedbergella similis*, *Hedbergella sigali*, *Hedbergella aptiana*, *Hedbergella occulta*, *Hedbergella* sp.

The first occurrence of *Hedbergella similis* is recorded as early Barremian taxa (Premoli Silva and Verga, 2004; Omana et al., 2005). Also, *Hedbergella occulta*, *H. sigali*, and *H. aptiana* were recorded from Barremian successions of Southwestern Mexico (Omana et al., 2005), Central Italy (Coccioni et al., 1992) and Iran (Zolfaghari et al., 2016).

#### 2) *Palorbitolina lenticularis* Zone

This biozone is described by *Palorbitolina lenticularis*'s first appearance to *Praeorbitolina cormyi*'s first appearance. It is a global biozone and is reported from the late Barremian-early Aptian of southeastern Europe (Velić 2007), eastern Arabian Plate (Schroeder et al. 2010), east Syria (Bachmann and Hirsch, 2006), and Iran (Buccur et al., 2013; Taherpour Khalil Abad et al., 2015). The measured thickness of this biozone is about 13 m. Lithologically, it is characterized mainly by medium to thick-bedded fossiliferous cream and grey limestone .

#### 3) *Praeorbitolina* spp. Assemblage Zone:

The concurrent ranges of *Praeorbitolina cormyi*, *Praeorbitolina claveli*, and *Praeorbitolina wienandsi* characterize the biozone. *Praeorbitolina cormyi* is a widespread taxon in the late early Aptian of the Tethyan realm (Schroeder et al., 2010; Schlagintweit et al., 2013). According to Schlagintweit et al. (2013), the age range of *Praeorbitolina claveli* coincides with *Praeorbitolina cormyi*.

#### 4) *Mesorbitolina parva* Zone

This biozone is described by the interval between the first appearance of *Mesorbitolina parva* and the first occurrence (FO) of *Mesorbitolina texana*. Lithologically, it is characterized mainly by medium to thick-bedded grey limestone. This biozone is located in the middle part of the section and suggests an early Late Aptian age.

#### 5) *Mesorbitolina texana* Zone

This biozone is defined by the FO of *M. texana*. to the FO of *M. subconcava*. This biozone spans the latest Aptian-late Albian stratigraphic interval. Benthic foraminiferal taxa (particularly orbitolinids) are well distributed in this biozone. The biozone is mainly composed of 36 m cream to massive grey limestone. *M. texana* exhibits a stratigraphic range as uppermost Aptian-Upper Albian in the Tethyan and Adriatic realms (Arnaud-Vanneau, 1998), late Late Aptian in the southeastern European Karst Dinarides (Velić, 2007, Loeblich and Tappan, 1988) and late Late Aptian in the Syria and Arabian Plate (Schroeder et al. 2010).

#### 6) *Mesorbitolina subconcava* Zone

This biozone is defined by the first occurrence (FO) of *Mesorbitolina subconcava* to the first occurrence (FO) of *Mesorbitolina aperta*. The thickness of this interval in the studied stratigraphic section is about 69

m and is mainly composed of fossiliferous limestones and thin marls at the top. This biozone has a regional value and represents the late Late Aptian- Middle Albian age for the studied deposits. It is also presented by Schröder et al. (2010) from Lower Cretaceous successions in the Arabian plate and Ghanem et al. (2012, 2013) from Early Albian of Syria and Iran.

### 3-2- Paleocology

Foraminifers are one of the most widely used groups of organisms for studying marine environments and reconstructing paleoenvironments (Alperin et al., 2011). In modern environments, the distribution of Foraminifera is related to the physical, chemical, and biotic variables, such as depth of water, substrate, temperature, dissolved oxygen concentration, salinity, carbonate saturation, nutrient supply (both biotic and abiotic), substrate, and wave and current activity. There were probably similar conditions in the Mesozoic and Cenozoic periods (Hohenegger, 2004).

Foraminifera and calcareous algae are very abundant and diversified in the studied section. The lower unit is characterized by having radiolarian, calcisphaerulids, and r-selected hedbergellids, reflecting nutrient-rich/eutrophic marine environments (Leckie et al., 2002; Luciani et al., 2006; Kump et al., 2009). At the upper unit, benthonic Foraminifera (mostly cone-shaped orbitolinid) and calcareous algae are the most frequent fossils, and peloids are the most critical non-skeletal grains. The fossil assemblage indicates precipitation in a shallow marine environment above the normal wave base, with normal salinity, stable temperature conditions, and good seawater oxygenation within the euphotic zone in the open marine platform.

### 4- Conclusion

The deposits of the northeast of Rafsanjan preserved a rich and diverse association, mainly composed of planktonic Foraminifera at the lower part and larger benthic Foraminifera at the upper part, which are investigated and illustrated for the studied succession. The bio-associations in the Gezeresh succession made it possible to construct a composite biozonation based on benthic and planktonic Foraminifera. Six zones are proposed for the studied section: the *Hedbergella* spp. Assemblage Zone, *Palorbitolina lenticularis* interval Zone, *Praeorbitolina* spp. Assemblage Zone, *Mesorbitolina parva* Zone, *Mesorbitolina texana* Zone, and the *Mesorbitolina subconcava* Zone. A Barremian/? Early Cenomanian age suggests the studied succession based on the ranges of index species that are well-determined in the Tethyan area.

Well-developed pelagic foraminifers and oligosteginids support an open marine paleoenvironment for the lower unit of the investigated area. Whereas, based on the identified foraminifers and calcareous algae, the paleoenvironment of the upper unit is related to the shallow water platform.

### 5- References

- Ahmadi, T., Vaziri, M.R., Dastanpour, M., 2010. Biostratigraphy and paleoecology of the Lower Cretaceous deposits in the Ravar region, North of Kerman. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches* 25(2), 87-116. <https://doi.org/20.1001.1.20087888.1388.25.2.6.0>
- Alperin, M.I., Cusminsky, G.C., Bernasconi, E. 2011. Benthic foraminiferal morphogroups on the Argentine continental shelf. *Journal of Foraminiferal Research* 41(2), 155–166. <https://doi.org/10.2113/gsjfr.41.2.155>
- Arnaud-Vanneau, A. (Coordinator, Late Cretaceous), 1998. Larger benthic foraminifera. In: Hardenbol, J., Jacquin, T., Farley, M.B., de Graciansky, P.-C., Vail, P. (Eds.), *Cretaceous Biostratigraphy*. SEPM Special Publication 60, Chart 5
- Asghari, L., Arab, A., Vaziri, M. R., 2015. Introduction, taphonomy and paleoecology of Late Aptian- Early Cenomanian oysters (family Gryphaeidae), Basab Area, Northwest of Kerman. *Geosciences (Stratigraphy and Sedimentology)* 24 (94), 121-132. <https://doi.org/10.22071/gsj.2015.42588>
- Bachmann, M., Hirsch, F., 2006. Lower Cretaceous Carbonate Platform of the Eastern Levant (Galilee and Golan Heights): Stratigraphy and Second-Order Sea Level Change. *Cretaceous Research* 27, 487-512. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2005.09.003>

- Bucur, I.I., Majidifard, M.R., Senowbari-Daryan, B. 2013. Early Cretaceous calcareous benthic microfossils from the eastern Alborz and western Kopet Dagh (northern Iran) and their stratigraphic significance. *Acta Palaeontologica Romaniae* 9 (1), 23–37.
- Coccioni, R., Erba, E., Premoli Silva, I., 1992. Barremian–Aptian calcareous plankton biostratigraphy from the Gorgo a Cerbara section (Marche, Central Italy) and implications for plankton evolution. *Cretaceous Research* 13, 517–537. [https://doi.org/10.1016/0195-6671\(92\)90015-I](https://doi.org/10.1016/0195-6671(92)90015-I)
- Ghanem, H., M. Mouty and J. Kuss., 2012. Biostratigraphy and carbon-isotope stratigraphy of the uppermost Aptian to Late Cenomanian strata of the South Palmyrides, Syria. *Georabia* 17 (2), 155-184. <https://doi.org/10.2113/georabia1702155>
- Ghanem, H., Kuss, J., 2013. Stratigraphic control of the Aptian–Early Turonian sequences of the Levant Platform, Coastal Range, northwest Syria. *GeoArabia* 18 (4), 85-132. <https://doi.org/10.2113/georabia180485>
- Hohenegger, J., 2004. Depth Coenoclines and Environmental Considerations of Western Pacific Larger Foraminifera, *Journal of Foraminiferal Research* 34, 9–33. <https://doi.org/10.2113/0340009>
- Kump, L., Bralower, T., Ridgwell, A., 2009. Ocean acidification in deep time. *Oceanography* 22, 94-107. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2009.100>
- Leckie, R.M., Browler, T.J., Cashman, R., 2002. Oceanic anoxic events and planktonic evolution: Biotic response to tectonic forcing during the mid-Cretaceous, *Paleoceanography* 17, 13-29. <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.844873>
- Loeblich Jr, A.R. and Tappan, H. 1988. Foraminiferal genera and their classification. p. 969.
- Luiciani, V., Cobianchi, M., Lupi, C., 2006. Regional record of a global oceanic anoxic event: OAE1a on the Apulia Platform margin, Gargano Promontory, southern Italy. *Cretaceous Research* 27, 754-772. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2006.01.003>
- Omana, L., González-Arreola, C., Ramírez-Garza, B.M., 2005. Barremian planktonic foraminiferal events correlated with the Ammonite zones from the San Lucas Formation, Michoacán (SW Mexico). *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 22 (1), 88-96.
- Premoli-Silva, I., Verga, D. 2004. Practical Manual of Cretaceous Planktonic Foraminifera. In Verga, D., Rettori, R. (Eds), *International School on Planktonic Foraminifera: Perugia, Italy, Tipografia Ponte Felcino, Universities of Perugia and Milan, 3th Course, 283 p.*
- Schlagintweit, F., Bucur, I.I., Rashidi, K., Saberzadeh, B., 2013. *Praeorbitolina claveli* n. sp. (benthic Foraminifera) from the Lower Aptian sensu lato (Bedoulian) of Central Iran. *Carnets de Geologie-Notebooks on Geology*. <https://doi.org/10.4267/2042/51217>
- Schroeder R., van Buchem F.S.P., Cherchi A., Baghbani D., Vincent B., Immenhauser A., Granier B., 2010. Revised orbitolinid biostratigraphic zonation for the Barremian – Aptian of the eastern Arabian Plate and implications for regional stratigraphic correlations, *GeoArabia, Manama, Special Publication* 4(1), 49-96.
- Simo, J.A.T., Robert, S.W., Masse, J.P., 1993. Cretaceous carbonate platforms: an overview. In: Simo, J.A.T., Roberts, S.W., Masse, J.P. (Eds) *Cretaceous Carbonate Platforms*. American Association of Petroleum Geology, *Memoirs* 56, 1–23.
- Vahdati Daneshmand, 1995. Geological map of Iran, scale 1:100.000, Davaran sheet 7251. Geological Survey and Mineral Explorations of Iran.
- Velić, I. 2007. Stratigraphy and Palaeobiogeography of Mesozoic Benthic Foraminifera of the Karst Dinarides (SE Europe). *Geologia Croatica* 60(1), 1-113. <https://hrcak.srce.hr/21887>
- Zolfaghari, Z., Foroughi, F., Ghasemi-Nejad, E., Yazdi-Moghadam, M., 2016. Biostratigraphy and paleoenvironmental studies of the Garau Formation in Well A, Central Lurestan, Northwest of Zagros, *Sedimentary Facies* 9 (1), 91-106. <https://doi.org/10.22067/sed.facies.v9i1.46208>

HOW TO CITE THIS ARTICLE:

Ahmadi, T., Khonchaman, H., Taherinia, H., 2024. Foraminiferal biozonation and paleoenvironment of Early-Middle Cretaceous carbonate platform deposits in the Gezeresh section, NE Rafsanjan. Adv. Appl. Geol. 13(4), 996-1014.

DOI: 10.22055/AAG.2023.43343.2355

URL: [https://aag.scu.ac.ir/article\\_18650.html](https://aag.scu.ac.ir/article_18650.html)

©2023 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

## بیوزوناسیون روزنبران و بررسی محیط دیرینه نهشته‌های پلاتفرم کربناتی کرتاسه پیشین و میانی برش گزرش، شمال شرق رفسنجان

طیبه احمدی

گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

حسین خونچمن

گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

حمید طاهری نیا

گروه زمین شناسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

\* [t.ahmadi@pnu.ac.ir](mailto:t.ahmadi@pnu.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۱۴

### چکیده

نهشته‌های کربناتی کرتاسه پیشین و میانی در شمال شرقی شهرستان رفسنجان مجموعه‌ای فراوان و متنوع از روزنبران را دربردارند. یک برش چینه‌شناسی از این نهشته‌ها در نزدیکی روستای گزرش به منظور انجام مطالعات ریز دیرینه‌شناسی و محیط دیرینه نمونه برداری شده است. رسوبات کرتاسه در این ناحیه از نظر سنگ شناسی غالب به دو واحد زیرین و فوقانی قابل تفکیک هستند، به طوری که نهشته‌های بخش زیرین بیشتر از مارن، شیل و میان لایه‌های نازکی از سنگ آهک تشکیل شده‌اند در حالی که در بخش فوقانی به طور عمده شامل سنگ آهک فسیل دار، آهک‌های ریفی و معدود میان لایه‌هایی از مارن می‌باشند. در بخش پایینی برش روزنبران شناور و الیگوستژیئیدها و در بخش بالایی روزنبران کفزی و جلبک-ها در اکثریت هستند. روزنبران شناور اغلب شامل گونه‌های مختلف هدرگلید (r strategies) می‌باشند که نشان می‌دهد محیط دریایی غنی از مواد غذایی (اوتروفیک) بوده است. در بخش بالایی فزونی اربیتولین‌های مخروطی شکل و جلبک‌های سبز همراه با بی‌مهرگان (خارداران، نرم‌تنان و مرجان‌ها) نهشتگی در محیطی کم عمق با شرایط دمایی و شوری ثابت در منطقه نورانی پلاتفرم دریای باز را منعکس می‌کند. یک زیست زون بر مبنای روزنبران شناور و پنج زیست زون بر مبنای روزنبران کفزی بزرگ به ترتیب از قاعده به سمت راس برش به شرح زیر شناسایی شده است. *Mesorbitolina parva Zone*، *Mesorbitolina texana Zone* و *Mesorbitolina subconcava Zone*. سن برش مورد نظر بر مبنای مجموعه زیستی بارمین-سنومانین پیشین معرفی می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** روزنبران، بارمین-سنومانین، ایران مرکزی، زیست چینه نگاری، رفسنجان.

### ۱- مقدمه

نهشته‌های پلاتفرم‌های کربناته کرتاسه شواهد و اطلاعات مهمی در رابطه با تغییرات زیستی، رخساره‌های رسوبی، دیاژنز، رویدادهای اقلیمی، نوسانات سطح دریا و ورود رسوبات آواری در بر دارند و مدارک مهمی را در خصوص رشد و یا از بین رفتن پلاتفرم‌های کربناته حاشیه تئیس ارائه می‌دهند (Simo et al., 1993). در طی ژوراسیک پسین و کرتاسه پیشین پلاتفرم‌های کربناتی در حواشی شمالی و جنوبی تئیس نهشته شدند که

بقایای یک سیستم کربناته وسیع می‌باشند (Föllmi et al., 2006; Schlagintweit and Ebli, 1999; Rosenbaum et al., 2004; Masse et al., 2009; Stein et al., 2012). در ایران پلاتفرم‌های کربناتی کرتاسه پیشین و میانی در بسیاری از نواحی ایران از جمله زاگرس، البرز، کپه داغ و ایران مرکزی با ضخامت زیاد گسترده شده‌اند (Hosseini and Conrad, 2008; Bucur et al. 2012, 2013). از این بین، توالی‌هایی که در ایران مرکزی رخنمون دارند به عنوان بخشی از حاشیه شمالی تئیس در نظر گرفته می‌شوند (Stampfli and Borel, 2001).



و از نظر سنگ شناسی به دو بخش زیرین و فوقانی قابل تقسیم است (شکل ۲).

بخش زیرین: این بخش از برش به طور عمده از مارن‌های رنگین (سبز و زرد رنگ)، شیل و سیلت سنگ به ضخامت ۵۳ متر تشکیل شده است که در بین آنها لایه‌های نازکی از سنگ آهک وجود دارد. این نهشته‌های به طور ناپیوسته بر روی تشکیلات ژوراسیک قرار گرفته اند (Vahdati Daneshmand, 1995).

بخش فوقانی: این بخش از آهک‌های ستیغ ساز اربیتولین‌دار و آهک‌های ریفی (مرجانی - جلبکی - دوکفه‌ای) تشکیل شده که در برخی افق‌ها همراه با میان لایه‌های نازکی از مارن می‌باشد. ضخامت نهشته‌های کرتاسه در این بخش ۲۴۷ متر می‌باشد.

### ۳- روش مطالعه

به منظور این مطالعه یکصد نمونه سخت و ده نمونه نرم از نهشته‌های برش مذکور برداشت شد. نمونه برداری به صورت سیستماتیک و در جهت عمود بر امتداد لایه‌ها با فاصله تقریبی ۳ متر انجام شد. در برخی از بخش‌ها به علت تغییر رخساره فاصله نمونه برداری کمتر انتخاب شد. در طی نمونه برداری خصوصیات لایه‌ها از جمله سطوح لایه‌بندی، ساختمان‌های رسوبی، شیب و امتداد لایه‌ها، پروفیل هوازدگی یادداشت و توصیف گردید. نمونه‌های نرم جهت جدا کردن فرم‌های ایزوله تحت فرآیند گل شویی قرار گرفتند. متاسفانه از این رسوبات فسیل قابل شناسایی استخراج نشد. از نمونه‌های سخت و سنگی نیز مقاطع نازک تهیه شد. مقاطع نازک مورد مطالعه میکروسکوپی قرار گرفتند و محتوای زیستی آنها با استفاده از منابع مرتبط (Schroeder and Neumann, 1985; Caron, 1985; Loeblich and Tappan, 1988; Premoli Silva and Verga, 2004; Velić, 2007; Boudagher-Fadel, 2008; Ghanem et al., 2012, 2013) شناسایی گردید و زون‌های زیستی بر اساس بیوزون‌های معرفی شده در حوضه تتیس (Velic, 2007; Schroeder et al., 2010) تعیین گردیدند. پس از انجام مطالعات میکروسکوپی جدول انتشار روزنبران در مقابل ستون چینه شناسی ترسیم شد.

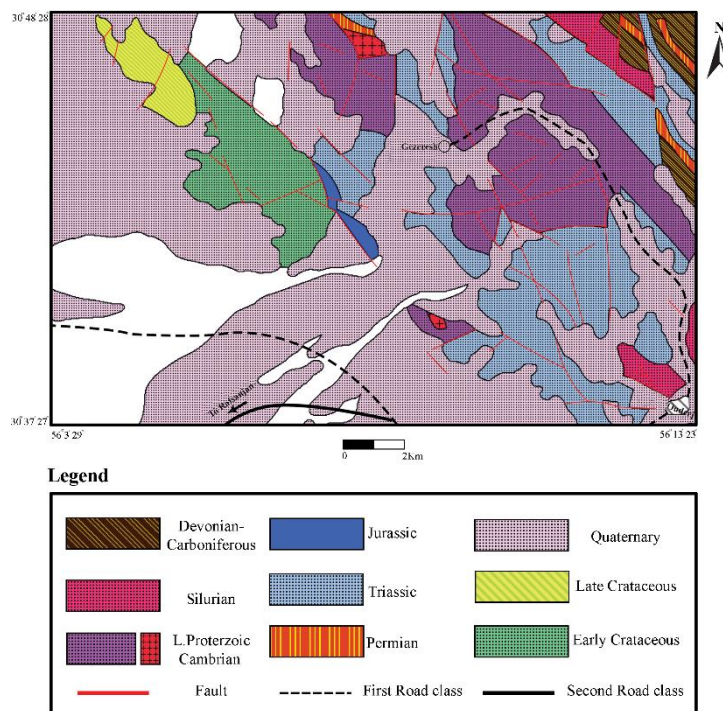
که اغلب شامل نهشته‌های کربناته کم عمق رخساره اورگونین (Urgonian-type) می‌باشند. رخساره اورگونین رخساره‌ای کربناته و کم عمق است که در زمان بارمین تا آلبین پسین در حاشیه شمالی تتیس نهشته است و حاوی سنگواره‌های دوکفه‌ای، مرجان، روزنبران (به ویژه اربیتولین‌ها) و جلبک‌ها می‌باشد (Carevic et al., 2010; Krobicki and Olszewskal, 2005). این نهشته‌ها به طور گسترده بر مبنای روزنبران مورد مطالعه قرار گرفته‌اند (مانند Arnaud and Arnaud-Vanneau, 1991; Bernaus et al., 2003; Masse and Fenerci-Masse, 2011).

در استان کرمان سنگ آهک‌های کم عمق تیپ اورگونین گسترش نسبتاً خوبی دارند و مطالعات متعددی نیز از نظر زیست‌چینه نگاری و بوم‌شناسی دیرینه بر مبنای محتوای فسیلی آنها انجام شده است (مانند Ahmadi et al., 2010; Asghari et al., 2015; Rami et al., 2012). از این نوع رخساره در شرق شهرستان رفسنجان نیز گسترده شده‌اند که حاوی مجموعه‌ای غنی از روزنبران و جلبک‌ها می‌باشند. در مطالعات قبلی بر روی توالی کرتاسه پیشین و میانی استان کرمان، روزنبران کفزی (به ویژه اربیتولینیدها) تنها روزنبران ذکر شده از این نهشته‌ها هستند و هیچ گزارشی از حضور روزنبران شناور در نهشته‌های ابتدای بارمین وجود ندارد. در این مقاله یک رخنمون چینه شناسی از این نهشته‌ها در شمال شرق شهرستان رفسنجان (استان کرمان) از دیدگاه زیست‌چینه نگاری مطالعه شده است و برای اولین بار روزنبران شناور از نهشته‌های کرتاسه پیشین گزارش می‌شوند.

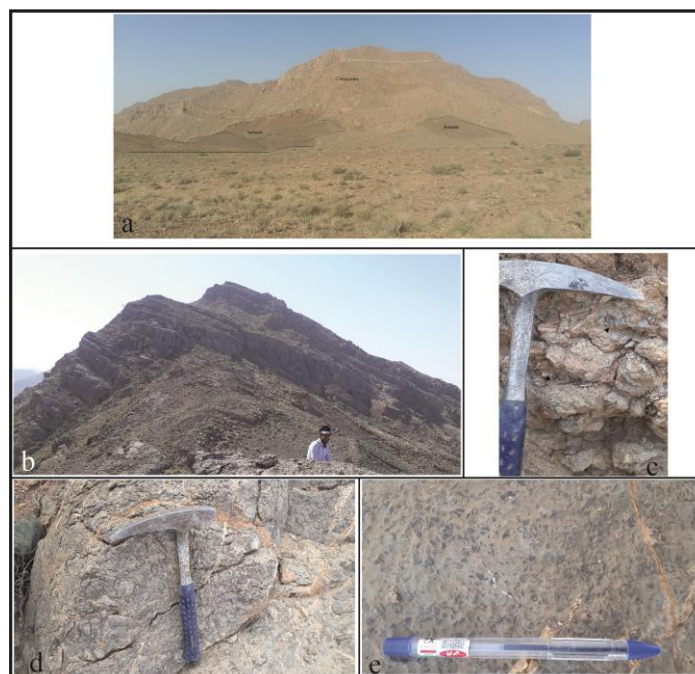
### ۲- چینه شناسی و موقعیت جغرافیایی برش مطالعه شده

برش گزرش در غرب روستای گزرش واقع در ۴۰ کیلومتری شمال شرق شهرستان رفسنجان با مختصات جغرافیایی  $30^{\circ} 39' 33.67''$  شمالی و  $69^{\circ} 56' 9.96''$  شرقی قرار دارد. راه دسترسی به برش مطالعه شده از طریق جاده آسفالت رفسنجان - اودرج و مسیر شوسه منتهی به روستای گزرش امکان پذیر می‌باشد (شکل ۱).

توالی کرتاسه پیشین و میانی در این ناحیه به طور عمده از مارن و آهک با ستبرای متفاوت در طول برش تشکیل شده‌اند



شکل ۱- نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه (اقتباس از Vahdati Daneshmand, 1995 با تغییرات).  
 Fig. 1. The simplified geological map of the studied area (After Vahdati Daneshmand, 1995 With minor changes).



شکل ۲- تصاویر صحرایی شامل (a) نمای گسترده از رخنمون مورد مطالعه، (b) آهک‌های ضخیم و متوسط لایه بخش بالایی، (c) و (d) آهک‌های ضخیم لایه فسیل دار حاوی صدف گاستروپودها و دوکفه‌ای‌ها و (e) نمای نزدیک از لایه آهکی اربیتولین دار.

Fig. 2. Field photographs showing: (a) panoramic view of the studied outcrop, (b) thick to medium-bedded limestones of upper unit, (c and d) Thick-bedded grey fossiliferous limestone including, gastropod and bivalve shells and (e) close-up view of the *orbitolina*-bearing limestone layer.



*Hedbergella similis*, *Hedbergella sigali*,  
*Hedbergella aptiana*, *Hedbergella occulta*,  
*Hedbergella* sp.

این زیست زون از قاعده برش تا ۵۳ متری برش را شامل می‌شود و فاصله بین ظهور گونه *Hedbergella similis* و ظهور گونه *Palorbitolina lenticularis* را در بر می‌گیرد. در واقع در این فاصله فقط روزنبران هدبرگلید حضور دارند. روزنبران شناور در این زیست زون اندازه‌ای تقریباً کوچک دارند. سن این زیست زون بر اساس مجموعه روزنبران آن بارمین پیشین می‌باشد.

بر اساس الگوی زون بندی Sliter (۱۹۸۹، ۱۹۹۹)، Coccioni و Premoli-Silva (۱۹۹۴)، Robaszynski و Caron (۱۹۹۵)، Omana و همکاران (۲۰۰۵) و Premoli-Silva و Verga (۲۰۰۴) اولین ظهور *Hedbergella similis* در بارمین پیشین است. گونه‌های *Hedbergella sigali*، *Hedbergella aptiana* و *Hedbergella occulta* نیز از نهشته‌های بارمین پیشین بسیاری از نقاط جهان از جمله جنوب غرب مکزیک (Omana et al., 2005)، ایتالیای مرکزی (Coccioni et al., 1992) و لرستان مرکزی (Zolfaghari et al., 2016) گزارش شده‌اند.

#### ۴-۲- زیست زون *Palorbitolina lenticularis* Zone

این زیست زون از ستبرای ۵۳ متری تا ستبرای ۶۵ متری برش ادامه دارد و از نظر سنگ‌شناسی از آهک‌های متوسط لایه فسیل‌دار به رنگ خاکستری تیره تشکیل شده است. این زیست زون یک زیست زون جهانی است و موید سن بارمین پسین تا آپتین پیشین حوضه‌های بسیاری از جمله جنوب شرق اروپا (Velic 2007)، سوئیس (Conrad and Peybernes 1976) و مشرق‌الپیت عربی و شمال شرق صفحه آفریقا (Schroeder et al. 2010)، شرق سوریه (Bachmann and Hirsch, 2006) است. در ایران نیز این زیست زون از ایران مرکزی (Yazdi-Moghadam and Amiri, 2010)، زاگرس مرتفع (Yavari et al., 2017) و کپه داغ (Taherpour Khalil et al., 2015a, b) گزارش شده است. این زیست زون با ظهور اربیتولین‌ها مشخص می‌گردد. از مهمترین میکروفسیل‌های این زیست زون گونه *Palorbitolina lenticularis* است که ظهور آن حد پایین این زیست زون را مشخص می‌نماید. این گونه در ایالت تتیس در اواسط بارمین پسین (middle Late Barremian) ظاهر می‌شود (Bachmann and Hirsch, 2006).

#### ۴- ریززیست چینه نگاری و زون‌های زیستی شناسایی

شده در برش مطالعه شده

نتایج حاصل از مطالعات میکروسکوپی بر روی مقاطع نازک به شناسایی ۵ جنس و ۸ گونه از روزن‌داران شناور، ۶۱ جنس و ۶۰ گونه از روزنبران کفزی و ۷ جنس و ۴ گونه از الیگوسترژینیدها منجر شد که برخی از فرم‌های شاخص آن، در پلیت‌های ۱ تا ۴ به تصویر کشیده شده‌اند. همچنین همراه با مجموعه مذکور جلبک‌های آهکی نیز در برخی از افق‌های برش از فراوانی و گستردگی خوبی برخوردارند که موضوع پژوهش جداگانه‌ای می‌باشند.

رادیولرها، انواعی از خرده‌های میکروسکوپی بی‌مهرگان (خارپوستان، گاستروپودها، بریوزوئرها، دوکفه‌ایها و مرجان‌ها) و میکروارگانسیم‌های قشرساز (*Lithocodium aggregatum*)، *Bacinella irregularis*) نیز از دیگر عناصر مجموعه هستند. بر اساس پخش و پراکندگی روزنبران کفزی و شناور شناسایی شده، یک زون زیستی بر مبنای روزنبران شناور و پنج زون زیستی بر مبنای روزنبران کفزی بزرگ (اربتولین‌ها) شناسایی شده است (شکل ۳). زیست زون معرفی شده بر اساس روزن‌داران شناور با الگوی ارائه شده توسط Premoli-Silva و Verga (۲۰۰۴) و زون‌های زیستی شناسایی شده بر مبنای روزن‌داران کفزی بزرگ با زیست زون‌های ارائه شده در قلمرو تتیس و خاورمیانه (Schroeder and Neumann, 1985; Simmons, 1994; Simmons et al., 2000; Schroeder et al., 2010; Velic, 2007) مقایسه شده‌اند. اربیتولین‌ها در گستره وسیعی از زیستگاه‌های پلاتفرمی کرتاسه میانی تتیس از نواحی لاگون تا محیط‌های عمیق پلاتفرم فراوان هستند (Pittet et al., 2002) و بنابراین برای زیست چینه نگاری چنین پلاتفرم‌هایی اهمیت دارند.

زیست‌زون‌های شناسایی شده به ترتیب از قاعده به سمت رأس عبارت‌اند از:

#### ۴-۱- زیست‌زون *Hedbergella* spp. Assemblage Zone

در قاعده برش مطالعه شده نهشته‌هایی از مارن‌های رنگین همراه با میان لایه‌های نازکی از آهک رخنمون دارند. در میان لایه‌های آهکی این نهشته‌ها روزنبران شناور هدبرگلید، رادیولر و الیگوسترژینیدها دیده می‌شوند. روزنبران شناور مشاهده شده در این بخش عبارتند از:

گارگاسین (Schroeder, 1965) معرفی شد اما غالباً در نهشته-های پسین‌ترین بخش بدولین (uppermost Bedoulian) و بدولین پسین-گارگاسین (late Bedoulian-Gargasian) دیده شده (Mancinelli and Chiocchini, 2006; Schlagintweit et al. 2013 a, b) و اخیراً نیز از نهشته‌های بارمین پیشین-بدولین (Yazdi-Moghadam et al., 2017) و اواخر بارمین - بدولین (Bucur et al., 2019) گزارش شده است. گونه *Debarina hahounerensis* نیز نشان‌گر سن بارمین پسین-آپتین (Late Barremian/Aptian) می‌باشد (Arnaud- Vanneau and Sliter, 1995).

#### ۳-۴ - زیست‌زون *Praeorbitolina* spp. Assemblage Zone

این زیست‌زون با سن اواخر آپتین پیشین (late Early Aptian) با ظهور گونه‌های جنس *Praeorbitolina* مشخص می‌گردد. در این زیست‌زون گونه‌های *Praeorbitolina claveli*, *Praeorbitolina cormyi* و *wienandsi* ظاهر می‌گردند. بر طبق نظر Schroeder (۱۹۷۵) جنس *Praeorbitolina* به بخش بالایی آپتین پیشین اختصاص دارد. گونه *Praeorbitolina cormyi* یک تاکسون با توزیع گسترده در ایالت تتیس است که گستره سنی آن محدود به بدولین پسین (late Bedoulian) است (Masse, 2003; Schroeder et al., 2010; Schlagintweit et al., 2013a). گستره سنی گونه *Praeorbitolina claveli* نیز با *Praeorbitolina cormyi* مطابقت دارد (Schlagintweit et al., 2013b).

سایر روزنبران هم زیست‌زون در این زون عبارتند از:

*Novalesia conucopia*, *Charentia cuvillieri*, *Vercorsella scarsellai*, *Haplophragmoides joukowskyi*, *Glomospira urgoniana*, *Derventina filipescui*, *Pseudocyclammina hedbergi*, *Rectodictyonus giganteus*, *Praechrysalidina infracretacea*, *Istriiloculina eliptica*, *Neotrocholina* sp., *Orbitolinopsis? simplex*, *Pseudolituonella recheli*, *Dictyoconus pachymarginalis*, *Cuneolina pavonia*, *Pseudolituonella gavonenis*, *Flabellamina* sp., *Falsogaudryinella tealbyensis*, *Mayncina bulgarica*, *Montseciella arabica*, *Palorbitolina lenticularis*, *Vercorsella arenata*.

مطالعات بر روی پلیت عربی نیز ظهور این گونه را اواسط بارمین پسین تایید می‌نماید (Simmons, 1994; Simmons et al., 2000). *Palorbitolina lenticularis* یک گونه بسیار مهم از نظر چینه‌شناسی و از گونه‌های بسیار رایج اربیتولین‌ها است. این گونه یکی از شاخص‌ترین روزنبران کفزی در زمان بارمین پسین تا آپتین زیرین (بدولین) در سرتاسر حوضه تتیس می‌باشد (Husinec 2001; Vilas et al. 2010; Schroeder et al. 1995). اگر چه مطالعات جدیدتر (Granier et al., 2013) اولین ثبت چینه‌شناسی این گونه را تا بارمین پیشین کاهش داده است. این گونه به دلیل ویژگی یوری توپیک (توانایی سازگاری در شرایط مختلف محیطی و دارای گستردگی جهانی)، به صورت گسترده در بازه زمانی بارمین پسین-آپتین پیشین در تمامی نقاط جهان یافت می‌شود (Taherpour Khalil Abad et al., 2015a, b). سن این زیست‌زون در برش مورد مطالعه بارمین پسین-آپتین پیشین در نظر گرفته شده است. مرز بالایی این زیست‌زون را ظهور گونه *Praeorbitolina cormyi* مشخص می‌نماید.

سایر روزنبران موجود در این زیست‌زون عبارتند از:

*Simplorbitolina* sp., *Orbitolinopsis simplex*, *Iraqia simplex*, *Pseudolituonella recheli*, *Marssonella trochus*, *Dictyoconus pachymarginalis*, *Pseudocyclammina* sp., *Mayncina bulgarica*, *Pseudolituonella* sp., *Montseciella arabica*, *Scythiloculina bancilai*, *Rumanoloculina pseudominima*.

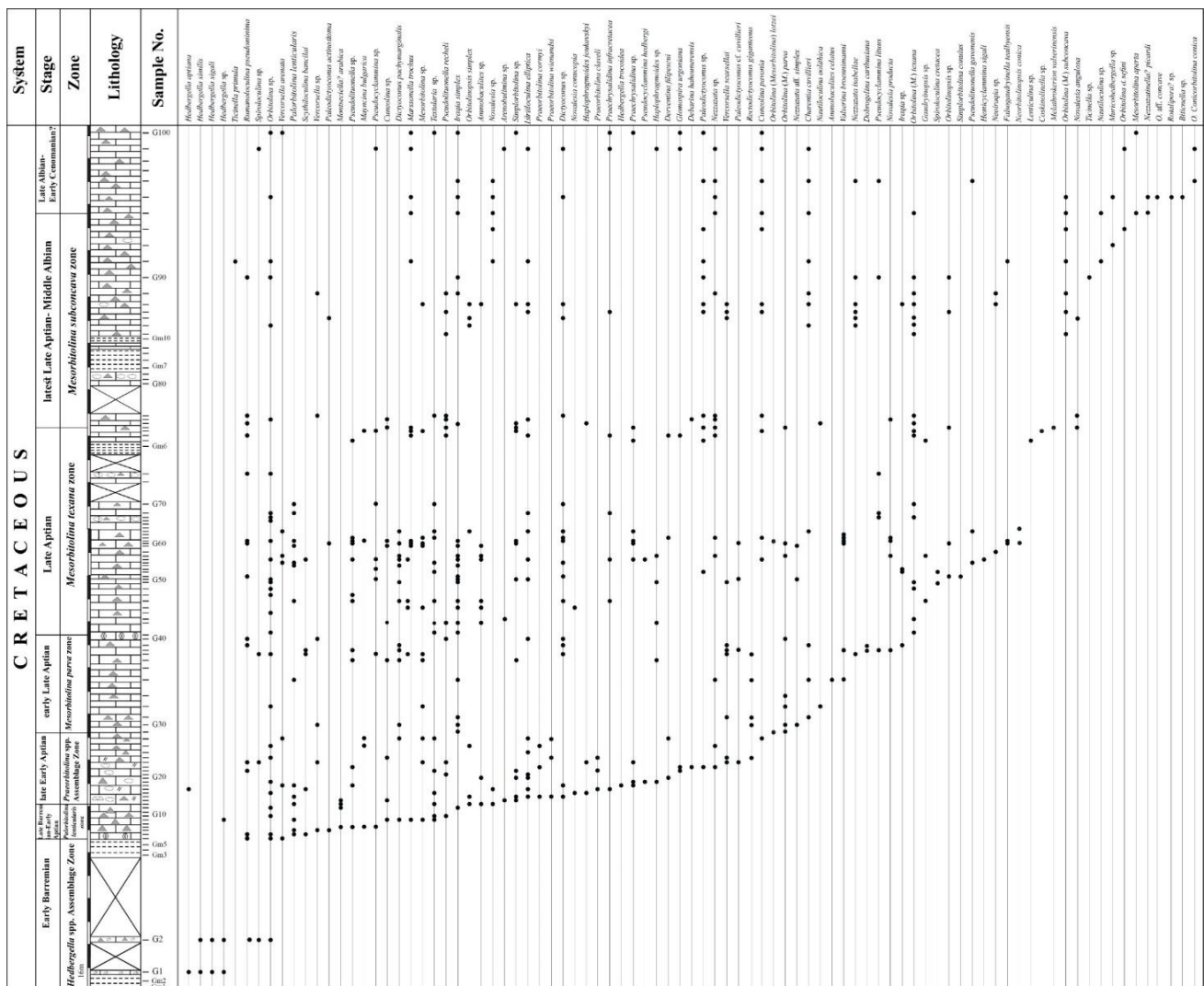
علاوه بر گونه *Palorbitolina lenticularis* برخی از گونه‌های نامبرده شده نیز اهمیت بیاواستراتیگرافی فراوانی در محدوده سنی ذکر شده دارند. گونه *Montseciella arabica* از گونه‌های شناخته شده نهشته‌های بارمین پسین تا ابتدای آپتین (late Barremian to lowermost Aptian) می‌باشد (Masse, 2003; Schroeder et al., 2010). گونه *Iraqia simplex* نیز در محدوده بدولین پسین (late Bedoulian) گسترش وسیعی دارد (Masse, 2003; Bucur et al., 2019). گونه *Paleodictyoconus actinostoma* از نهشته‌های آپتین پیشین توسط Arnaud-Vanneau and Schroeder (۱۹۷۶) گزارش شده و Schlagintweit و همکاران (2013a) این تاکسون را از نهشته‌های بدولین پسین (the late Bedoulian: upper part of the early Aptian) گزارش کرده‌اند. گونه *Dictyoconus pachymarginalis* نیز ابتدا از مرز بدولین-

*Palorbitolina lenticularis*, *Dictyoconus pachymarginalis*, *Nautiloculina oolithica*, *Pseudolituonella recheli*, *Pseudocyclammina* sp., *Scythiloculina bancilai*, *Ammobaculites celatus*, *Dobrogelina carthusiana*, *Nezazzata* aff. *Simplex*, *Marsonella trochus*, *Vercorsella* sp., *Pseudocyclammina lituus*, *Simplorbitolina conulus*, *Rumanoloculina pseudominima*, *Ammobaculites* sp., *Pseudochrysalidina* sp., *Falsogaudryinella tealbyensis*, *Valserina broennimanni*.

این زیست زون به سن ابتدای آپتین پسین (Early-Late Aptian) می باشد.

#### ۴-۴- زیست زون *Mesorbitolina parva*

این زون زیستی فاصله بین اولین ظهور گونه *Mesorbitolina parva* و اولین ظهور گونه *Mesorbitolina texana* را در بر می گیرد. نهشته های این زون شامل آهک های متوسط لایه تا ضخیم لایه فسیل دار به رنگ خاکستری است. این زیست زون قبلا توسط Schroeder و همکاران (۲۰۱۰) از نهشته های کرتاسه پیشین پلیت عربی معرفی شده و دارای ارزش ناحیه ای است. از گونه های دیگر این زیست زون می توان به روزنبران زیر اشاره نمود.



شکل ۳- ستون چینه شناسی، پراکندگی روزنبران و نمایش زیست زون های معرفی شده در برش مورد مطالعه.

Fig. 3. Biostratigraphy column, distribution of foraminifera and introduced biozones in studied section.

*Orbitolina (Mesorbitolina) texana* (Velić, 2007), Zone پلیت عربی (Schroeder et al. 2010)، پالمیرا سوریه (Ghanem et al., 2012) و بسیاری از نواحی ایران از جمله منطقه دیهوک (Hosseini et al., 2017) و سازند داریان در زاگرس مرتفع (Yavari et al., 2017) معادل می‌باشد. سن این زیست زون اواخر آپتین پسین (uppermost late Aptian) است (Schroeder et al. 2010, Ghanem et al., 2012).

#### ۴-۶- زیست‌زون *Mesorbitolina subconca* Zone

این زیست‌زون فاصله بین ظهور گونه شاخص *Mesorbitolina subconca* تا ظهور گونه *Mesorbitolina aperta* را در بر می‌گیرد. نهشته‌های این زیست‌زون از آهک‌های کرم و خاکستری رنگ متوسط تا ضخیم لایه همراه با لایه‌های نازکی از مارن‌هایی به رنگ زرد و قرمز و در قسمت‌های بالایی متمایل به قهوه‌ای به ضخامت ۷۴ متر تشکیل شده‌اند. روزنبران کفزی بویژه اربیتولین‌ها در این زیست‌زون به خوبی گسترش یافته‌اند.

Bucur و همکاران (۲۰۰۸) گونه *M. subconca* را از نهشته‌های آپتین پسین (Late Aptian) سازند وارسیوراگ در شمال غرب رومانی گزارش کردند. Velić (۲۰۰۷) سن این زیست‌زون را در پلاتفرم آدریاتیک آلبین پیشین و میانی تعیین نمود. Ghanem و همکاران (۲۰۱۲ و ۲۰۱۳) سن آلبین پیشین را برای آن در نهشته‌های جنوب پالمیرا و حوضه لیوانت سوریه در نظر گرفتند. در جنوب غرب اروپا نیز در پسین‌ترین بخش آپتین پسین ظاهر (Schroeder, 1975) و تا آلبین پسین (Peybernès, 1976) ادامه می‌یابد.

بر اساس زیست‌زون بندی Schroeder و همکاران (۲۰۱۰) این زیست‌زون در پلاتفرم عربی گستره‌ای معادل پسین‌ترین بخش آپتین پسین تا ابتدای آلبین میانی (uppermost Late Aptian to early Middle Albian) را در بر می‌گیرد. در ایران نیز این زیست‌زون از سازندهای کژدمی (کوه فهلیان) و داریان (کوه مانگشت) گزارش شده است (Schroeder et al., 2010). در برش مورد مطالعه این زون به سن اواخر آپتین پسین تا آلبین میانی است.

از روزنبران شناسایی شده در جامعه فسیلی هم زیست‌زون این زیست‌زون می‌توان به نمونه‌های زیر اشاره نمود:

#### ۴-۵- زیست‌زون *Mesorbitolina texana* Zone

این زیست‌زون از ستبرای ۱۲۳ متری شروع شده و تا ستبرای ۱۹۵ متری را در بر می‌گیرد. از نظر سنگ‌چینه‌شناسی نهشته‌های این زیست‌زون از آهک‌های متوسط لایه تا توده‌ای به رنگ کرم و خاکستری تشکیل شده‌اند. مرز زیرین این زیست‌زون با ظهور گونه *Orbitolina (Mesorbitolina) texana* و مرز بالایی آن با اولین حضور گونه *Orbitolina subconca (Mesorbitolina)* مشخص می‌گردد.

*Mesorbitolina texana* در ایالات تیتیس و آدریاتیک گستره سنی برابر uppermost Aptian-Upper Albian دارد (Arnaud-Vanneau, 1998). این گونه در ناحیه مدیترانه از پسین‌ترین بخش آپتین تا پایین‌ترین بخش آلبین پسین گسترش دارد در حالی که در جنوب غرب اروپا در اواسط آپتین پسین ظاهر و تا پایان آلبین میانی (کوه‌های پیرنه) ادامه دارد (Schroeder et al. 2010).

گستره سنی این گونه در جنوب شرق اروپا (کارست دینارید)، پلاتفرم عربی و پالمیرا سوریه انتهای آپتین پسین (Velić, 2007; Loeblich and Tappan, 1988; Schroeder et al. 2012; Ghanem et al., 2010) گزارش شده است.

روزنبران کفزی به ویژه اربیتولین‌ها در این زیست‌زون به خوبی گسترش دارند. مجموعه روزنبران زیر از دیگر سنگواره‌های موجود در این زیست‌زون هستند.

*Mesorbitolina lotzei*, *Lenticulina* sp., *Gaudryina* sp., *Valserina broennimanni*, *Simplorbitolina manasi*, *Orbitolina (Mesorbitolina) parva*, *Haplophragmoides joukowskyi*, *Nezzazata* sp., *Paleodictyoconus* sp., *Rumanoloculina pseudominima*, *Glomospira urgoniana*, *Derventina filipescui*, *Praechrysalidina* sp., *Praechrysalidina infracretacea*, *Neoiraqia?* sp., *Dictyoconus* sp., miliolids, *Istriiloculina eliptica*, *Simplorbitolina* sp., *Spiroloculina cretacea*, *Pseudocyclammina hedbrgi*, *Cuneolina* sp., *Neorbitolinopsis conica*, *Pseudolituonella recheli*, *Mesorbitolina* sp., *Cuneolina camposaurii*, *Coskinolinella* sp., *Melathrokerion valserinensis*, *Marssonella trochus*, *Cuneolina pavonia*, *Pseudocyclammina* sp., *Mayncina bulgarica*, *Pseudolituonella* sp., *Rumanoloculina pseudominima*, *Paleodictyoconus* cf. *cuvillieri*.

این زیست‌زون با *Mesorbitolina texana* partial range zone پلاتفرم آدریاتیک (Loeblich and Tappan, 1988)؛

شوند. روزنبران کفزی بزرگ همزیست با جلبک‌ها شاخص آب-های گرم هستند (Murray, 1991). عمق توزیع آنها وابسته به نوری است که مورد نیاز جلبک‌ها همزیست با آنها است. تاثیر همزیست‌ها بر روی شکل پوسته روزنبران و نیز عامل هیدرودینامیک ابزار مهم را برای تفاسیر محیط دیرینه فراهم می‌آورد. بنابراین اشکال منفصل با پوسته‌های کروی و خشن بیانگر محیط‌های ریفی و پوسته‌های نازک و شکننده با حداکثر سطح به حجم، نشانگر محیط‌های آرام و کم نور هستند (Haynes, 1965).

در برش مطالعه شده روزنبران و جلبک‌های آهکی با فراوانی و تنوع بالا حضور دارند. پراکندگی و تغییرات این میکروفسیل‌ها در طول برش و شواهد همراه نظیر ویژگی‌های سنگ‌شناسی بازتابی از تغییرات محیط دیرینه در زمان رسوبگذاری است. در بخش زیرین برش مورد مطالعه روزنبران شناور، الیگوسترینیدها و رادیولرها به همراه تعداد بسیار اندکی از روزنبران بنتیک و قطعات خارپوست حضور دارند که در زمینه‌ای از میکرایت دانه ریز پراکنده شده‌اند. بافت دانه ریز و حضور فونای شاخص دریای باز بیانگر رسوبگذاری در محیط دریای باز است. حضور فراوان روزنبران شناور فرصت طلب هدبرگلید (-r selected hedbergellids) در شرایط دسترسی بالا به مواد مغذی و پتاسیل تولید مثل بالا (Leckie, 1987; Premoli, 1987; Silva and Sliter, 1999) ایجاد می‌گردد و به محیط دریای باز و اوتروفیک (غنی از مواد غذایی) مرتبط است (Leckie, 1987; Premoli Silva and Sliter, 1999; Luciani et al., 2006; Kump et al., 2009).

گونه‌های مختلف جنس *Hedbergella* از جمله *Hedbergella delrioensis* و *Hedbergella planispira* Eicher از نمایندگان شاخص شوری نرمال آب دریا هستند (and Worstell, 1970; Leckie, 1987).

در بخش فوقانی برش روزنبران کفزی فونای غالب را تشکیل می‌دهند و روزنبران شناور فقط در برخی اقیانوس‌ها، به تعداد بسیار اندک حضور دارند.

در این لایه‌ها روزنبران کفزی بزرگ نظیر *Mesorbitolina* و دیگر روزنبران کفزی کوچک، جلبک‌های سبز و لیتوکودیوم به همراه خرده‌های ماکروفسیل نرم‌متان، مرجان‌ها و خارداران عناصر اصلی را تشکیل می‌دهند. اربیتولین‌ها از روزنبران کفزی بزرگ و همزیست با جلبک‌ها می‌باشند که جلبک همزیست آنها

*Orbitolina (Mesorbitolina) texana, Orbitolinopsis sp., Novalesia producta, Valserina broennimanni, O. (Mesorbitolina) minuta, Haplophragmoides joukowskyi, Nezzazata sp., Paleodictyoconus sp., Rumanolocolina pseudominima., Praechrysalidina sp., Dictyoconus sp., miliolids, Istrilocolina eliptica, Simplorbitolina sp., Cuneolina sp., Iraquia simplex, Pseudolituonella recheli, Textularia sp., M. trochus, Cuneolina pavonia, Vercorsella sp., Orbitolina sp., Rumanolocolina pseudominima.*

در بخش‌های بالایی برش از ستبرای ۲۶۹ متری تا انتهای برش گونه‌های شاخصی همچون *Conicorbitolina conica, Orbitolina gr. sefini, Mesorbitolina aperta* به تعداد بسیار کم ظاهر می‌شوند. با توجه به حضور بسیار اندک روزنبران یاد شده برای این بخش از برش، هیچ زونی در نظر گرفته نشد اما وجود آنها نشان می‌دهد که این بخش از برش به سن آلبین پسین- سنومانین است. *Conicorbitolina conica*, گستره سنی معادل آلبین پسین- سنومانین دارد (Schroeder and Neumann, 1985; Simmons et al., 2000). این گونه‌ها از نهشته‌های آلبین پسین- سنومانین پیشین حوضه زاگرس (Shams et al., 2019)، بلوک لوت (Babazadeh et al., 2010) و جنوب پالمیرای سوریه (Ghanem et al., 2012) گزارش شده است. در انتهایی‌ترین بخش برش روزنبران پلانکتون همراه با مجموعه فسیل‌های فوق هستند. همراهی هر چند اندک برخی از این روزنبران با میکروفسیل‌های فوق الذکر نیز تاییدی بر سن ذکر شده می‌باشد.

**۵- اکولوژی دیرینه و تغییرات عمق محیط رسوب گذاری**  
روزنبران یکی از وسیع‌ترین گروه‌های موجودات مورد استفاده، برای مطالعه محیط‌های دریایی و بازسازی محیط دیرینه می‌باشند (Alperin et al., 2011). در محیط‌های امروزی الگوی توزیع روزنبران کفزی توسط دما، شدت نور، مواد غذایی، بستر و انرژی هیدرودینامیکی کنترل می‌گردد. در مزوزوئیک و سنوزوئیک نیز احتمالاً روند مشابهی وجود داشته است (Hohenegger, 2000, 2004; Bou Dagher-Fadel, 2008).

Erbacher و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند که روزنبران بنتیک می‌توانند به عنوان ابزاری حساس برای شناخت بهتر شرایط بستر دریا در زمان کرتاسه پیشین به خدمت گرفته



بخش میانی برش انواع پهن فراوان تر می شوند که به نظر می رسد عمق محیط در این محدوده اندکی افزایش یافته است. حضور جلبک های سبز همراه با اربیتولین ها نیز تاییدی بر عمق کم محیط می باشد زیرا جلبک ها به محیط های کم عمق، اکسیژن دار و با نور بالا اختصاص یافته اند (Flugel, 1982). علاوه بر این حضور همزمان گونه های سطح زی و درون زی نیز بیانگر عمق کم محیط است زیرا این موجودات در محیط های کم عمق با هم دیده می شوند (Corliss and Chen, 1988).

گوناگونی بالای روزنبران همراه با جلبک های آهکی و بی مهرگانی همچون رودیست ها، گاستروپودها و خارپوستان به علاوه بافت پلوئیدال بایوکلاستیک و کستون- پکستون- گرینستون نهشته های بخش بالایی مبین محیطی کم عمق با شرایط دمایی و شوری ثابت در منطقه نورانی پلاتفرم دریای باز است که به این مجموعه الیگوتروفیک اجازه شکوفا شدن و توسعه می دهد (Omaña et al., 2019).

به طور کلی در برش مورد مطالعه تغییرات انرژی محیط دیده می شود. پراکندگی فونای شناور و کفزی در بافت گلی و غلبه رخساره های وکستون/پکستون مبین انرژی پایین محیط است، اما در دوره های کوتاه رخساره های گرینستون/رودستون رخساره غالب می باشند که حاکی از افزایش انرژی محیط در این افق ها و تناوب دوره های با انرژی هیدرودینامیک پایین و دوره های با انرژی بالا می باشد (Omaña et al., 2019). حضور لیتوکودیوم (*Lithocodium*) و برخی روزنبران کفزی با اندازه بزرگ و پوسته مخروطی در افق هایی از بخش بالایی انرژی هیدرودینامیک متوسط را نشان می دهد (Omaña et al., 2019).

#### ۶- نتیجه گیری

برش گزرش از نهشته های کربناتی سنگ آهک و مارن تشکیل شده است که بر اساس سنگ شناسی غالب به دو بخش زیرین (متشکل از مارن و میان لایه های نازک سنگ آهک) و فوقانی (سنگ آهک همراه با لایه های نازک مارن در برخی افق ها) قابل تقسیم است. در بخش زیرین روزنبران شناور و در بخش بالای روزنبران کفزی به ویژه روزنبران خانواده اربیتولینید در اکثریتند. سن برش مطالعه شده بر اساس روزنبران بارمین-؟سنومانین پیشین تعیین شد. یک زون زیستی بر مبنای روزنبران شناور و چهار زون زیستی بر مبنای اربیتولین ها معرفی گردید.

در بخش زون حاشیه ای (marginal zone) پوسته زیست می- نماید (Hottinger, 1997). نیاز جلبک همزیست به نور کنترل کننده عمق زیست آنهاست به طوری که آن ها نشانگر محیط های الیگوتروفیک و کم عمق هستند. با این وجود Vilas و همکاران (۱۹۹۵) و Birkeland (۱۹۹۸) معتقدند که این میکروارگانیسم ها در شرایط مزوتروفیک با ورود بالای مواد مغذی نیز زیست می نمایند که نشان می دهد آنها توانایی سازش با شرایط متفاوت محیطی را دارند. مطالعات Vilas و همکاران (۱۹۹۵) نشان داد که *Palorbitolina lenticularis* در سرتاسر سیستم پلاتفرم از ناحیه لیتورال تا شلف بیرونی گسترش دارد و مدل گسترش این گونه برای جنس های دیگر کرتاسه میانی نظیر *Mesorbitolina* نیز قابل تعمیم است. بر اساس این مطالعه *Palorbitolina* از ناحیه پلاتفرم تا بخش بیرونی شلف تغییرات مورفولوژیکی و ساختاری قابل توجهی دارد به طوری که نمونه های مربوط به آب های کم عمق کوچک تر و مخروطی تر (مرتفع تر) از انواع آب های عمیق هستند. مطالعات بعدی نیز ارتباط بین شکل اربیتولین ها و عمق محیط را تایید می کند (Simmons et al. 2000; Pittet et al., 2002; Stein et al., 2012). رابطه بین شکل پوسته و عمق زیست موجود در روزنبران بزرگ امروزی نیز دیده می شود. به طور مثال Reiss و Hottinger (۱۹۸۴) روند پهن شدگی را در جنس *Operculina* با افزایش عمق گزارش کردند. این رفتار روزنبران جهت سازگاری با کاهش نور در اعماق بالاتر است (Hottinger, 1983; Hallock, 1985).

روزنبران کفزی بزرگ به دلیل تک سلولی بودن سازش سریعی با شرایط محیطی در طول تغییرات تکاملی شکل و ساختارشان نشان می دهند. به عنوان مثال مکان های کم عمق با محتوای رس بالا دارای اربیتولین های بزرگ شبیه اربیتولین های آب های عمیق دارند (Pittet et al., 2002). بنابراین در بکارگیری اربیتولین ها برای شناخت پالئو اکولوژی نه تنها باید شکل اربیتولین ها را بررسی کرد بلکه بررسی مجموعه روزنبران همراه و رسوبات نیز ضروری است (Boudagher-Fadel et al., 2017).

به طور کلی اغلب گونه های اربیتولین در برش مورد مطالعه از نوع مخروطی کوتاه هستند. فراوانی اربیتولین های مخروطی محیط کم عمق را مشخص می نماید (Pittet et al., 2002; Schroeder et al., 2010). فقط در افق های کم ضخامت در

حضور روزنبران شناور هدبرگلید در بخش پایینی بیانگر نهشتگی در محیط دریای باز غنی از مواد غذایی و کثرت اربیتولینیدهای مخروطی و جلبک‌های آهکی به همراه بی-مهرگان در بخش بالایی نشان دهنده غلبه محیط کم عمق در منطقه نورانی پلانفرم است.

## مراجع

- Ahmadi, T., Vaziri, M.R., Dastanpour, M., 2010. Biostratigraphy and paleoecology of the Lower Cretaceous deposits in the Ravar region, North of Kerman. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches* 25(2), 87-116. <https://doi.org/20.1001.1.20087888.1388.25.2.6.0>
- Alperin, M.I., Cusminsky, G.C., Bernasconi, E. 2011. Benthic foraminiferal morphogroups on the Argentine continental shelf. *Journal of Foraminiferal Research* 41(2), 155-166. <https://doi.org/10.2113/gsjfr.41.2.155>
- Asghari, L., Arab, A., Vaziri, M. R., 2015. Introduction, taphonomy and paleoecology of Late Aptian- Early Cenomanian oysters (family Gryphaeidae), Basab Area, Northwest of Kerman. *Geosciences (Stratigraphy & Sedimentology)* 24 (94), 121-132. <https://doi.org/10.22071/gsj.2015.42588>
- Arnaud-Vanneau, A. (Coordinator, Late Cretaceous), 1998. Larger benthic foraminifera. In: Hardenbol, J., Jacquin, T., Farley, M.B., de Graciansky, P.-C., Vail, P. (Eds.), *Cretaceous Biostratigraphy*. SEPM Special Publication 60, Chart 5.
- Arnaud, H., Arnaud-Vanneau, A., 1991. Les Calcaires urgoniens des Massifs subalpins septentrionaux et du Jura (France): âge et discussion des données stratigraphiques. *Géologie Alpine* 67, 63-79.
- Arnaud-Vanneau, A., Schroeder, R., 1976. *Paleodictyoconus actinostoma* n. sp. Orbitolinidae nouveau des "Couches à orbitolines" intra-urgoniennes du Vercors (France). *Géobios* 9(3), 279-289. [https://doi.org/10.1016/S0016-6995\(76\)80035-6](https://doi.org/10.1016/S0016-6995(76)80035-6)
- Arnaud-Vanneau, A., Sliter, W.V., 1995. Early Cretaceous shallow-water benthic foraminifers and fecal pellets from Leg 143 compared with coeval faunas from the Pacific Basin, Central America, and the Tethys. In Winterer, E.L., Sager, W.W., Firth, J.V., Sinton, J.M., (Eds.), *Proceedings of Ocean Drilling Program, Scientific Results 143: College Station, TX, Texas A & M University, Ocean Drilling Program*, pp. 537-564.
- Babazadeh, S. A., Raessadat, S. N., Ahrari, F., 2010. Biostratigraphy and evolutionary trend of the Cretaceous orbitolinids in the sedimentary succession of east Lut Block, southwest of Qayen. *Sedimentary Facies* 3 (1), 1-10. <https://sid.ir/paper/199831/fa>
- Bachmann, M., Hirsch, F., 2006. Lower Cretaceous Carbonate Platform of the Eastern Levant (Galilee and Golan Heights): Stratigraphy and Second-Order Sea Level Change. *Cretaceous Research* 27, 487-512. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2005.09.003>
- Bernaus, J.M., Arnaud-Vanneau, A., Caus, E., 2003. Carbonate platform sequence stratigraphy in a rapidly subsiding area: the Late Barremian-Early Aptian of the Organyà Basin, Spanish Pyrenees. *Sedimentary Geology* 159, 177-201. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(02\)00316-0](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(02)00316-0)
- Birkeland, E., 1988. Second-order ecological effects of nutrient input into coral communities. *Galaxea* 7, 91-100. <https://www.researchgate.net/publication/284046286>
- Boudagher-Fadel, M. K., 2008. Evolution and geological significance of larger benthic foraminifera., *Developments in Palaeontology and Stratigraphy*, 1<sup>st</sup> edition. Elsevier Amsterdam, p. 544.
- BouDagher-Fadel, M., Hu, X., Price, G.D., Sun, G., Wang, J.G., An, W., 2017. Foraminiferal biostratigraphy and palaeoenvironmental analysis of the mid-Cretaceous limestones in the southern Tibetan Plateau. *Journal for Foraminiferal Research* 47 (2), 188-207. <https://doi.org/10.2113/gsjfr.47.2.188>
- Bucur, I., Granier, B., Sasaran, E., 2008. Upper Aptian calcareous algae from Padurea Craiului (Northern Apuseni Mountains, Romania). *Geologica Croatica* 61, 297-309. <https://doi.org/10.4154/gc.2008.22>
- Bucur, I.I., Rashidi, K., Senowbari-Daryan, B., 2012. Early Cretaceous calcareous algae from central Iran (Taft Formation, south of Aliabad, near Yazd). *Facies* 58, 605-636. <https://doi.org/10.1007/s10347-012-0303-7>
- Bucur, I.I., Majidifard, M.R., Senowbari-Daryan, B. 2013. Early Cretaceous calcareous benthic microfossils from the eastern Alborz and western Kopet Dagh (northern Iran) and their stratigraphic significance. *Acta Palaeontologica Romaniae* 9(1), 23-37.

- Bucur, I., Yarahmadzahi, H., Mircescu, C.V., 2019. The lower Cretaceous Tirgan formation in the Gelian section (Kopet Dagh, North Iran): microfacies, microfossils, and their biostratigraphic significance. *Acta Paleontologica Romaniae*, 15(1), 13-33. <https://doi.org/10.35463/j.apr.2019.01.02>
- Carevic, I., Ijubovic-obradovic D., Božinovic M., Jovanovic M. 2010. Upper Barremian-lower Aptian Urgonian limestones in the Rakova Bara section (Carpatho- Balkanides, ne Serbia): Analysis and comparison with adjacent areas. *Glasnik Srpskog geografskog drustva* 90 (1), 1-16. <https://doi.org/10.2298/GSGD1001001C>
- Caron, M., 1985. Cretaceous planktonic foraminifera. In Bolli HM, Saunders JB, perch-Nielsen, K., (Eds.), *plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 17-86
- Coccioni, R., Erba, E., Premoli Silva, I., 1992. Barremian–Aptian calcareous plankton biostratigraphy from the Gorgo a Cerbara section (Marche, Central Italy) and implications for plankton evolution. *Cretaceous Research* 13, 517–537. [https://doi.org/10.1016/0195-6671\(92\)90015-I](https://doi.org/10.1016/0195-6671(92)90015-I)
- Coccioni, R., Premoli-Silva, I., 1994. Planktonic foraminifera from the Lower Cretaceous of Rio Argos sections (southern Spain) and biostratigraphic implications. *Cretaceous Research* 15, 645–647. <https://doi.org/10.1006/cres.1994.1037>
- Conrad M.A., Peybernes, B., 1976. Hauterivian-Albian Dasycladaceae from Urgonian limestones in the French and Spanish eastern Pyrenees. *Geologica Romana* 15, 175-197. <https://www.researchgate.net/publication/258049265>.
- Corliss, B. H., Chen, C., 1988. Morphotype patterns of Norwegian sea deep-sea benthic foraminifera and ecological implications, *Geology* 16 (8), 716-719. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1988\)016<0716:MPONSD>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1988)016<0716:MPONSD>2.3.CO;2)
- Eicher, D.L., Worstell, P., 1970. Cenomanian and Tournonian foraminifera from the Great Plains, United States. *Micropaleontology* 16, 269-324. <https://doi.org/10.2307/1485079>
- Erbacher, J., Gerth, W., Schmiedl, G., Hemleben, Ch., 1998. Benthic foraminiferal assemblages of Aptian-Albian black shale intervals in the Vocontian Basin, SE France, *Cretaceous Research* 19, 805-826. <https://doi.org/10.1006/cres.1998.0134>
- Flügel, E., 1982. *Microfacies analysis of limestone*. Springer Berlin, p. 633
- Föllmi, K.B., Godet, A., Bodin, S., Linder, P., 2006. Interactions between environmental change and shallow-water carbonate build-up along the northern Tethyan margin and their impact on the Early Cretaceous carbon-isotope record. *Paleoceanography* 21, PA4211. <https://doi.org/10.1029/2006PA001313>
- Ghanem, H., Mouty M., Kuss, J., 2012. Biostratigraphy and carbon-isotope stratigraphy of the uppermost Aptian to Late Cenomanian strata of the South Palmyrides, Syria. *Georabia* 17(2), 155-184. <https://doi.org/10.2113/georabia1702155>
- Ghanem, H., Kuss, J., 2013. Stratigraphic control of the Aptian–Early Turonian sequences of the Levant Platform, Coastal Range, northwest Syria. *GeoArabia* 18(4), 85-132. <https://doi.org/10.2113/georabia180485>
- Granier, B., Clavel, B., Moullade, M., Busnardo, R., Charollais, J., Troncheti, G., Desjaques, P., 2013. L'Estellon (Baronnies, France), a "Rosetta Stone" for the Urgonian biostratigraphy, *Carnets de Géologie/Notebooks on Geology*, Article 2013/04 (CG2013\_04), 163-207. <https://doi.org/10.4267/2042/51213>
- Hallock, P., 1985. Why are larger foraminifera large? *Palaeobiology* 11(2), 195-208. <https://doi.org/10.1017/S0094837300011507>
- Haynes, J., 1965. Symbiosis, wall structure and habitat in Foraminifera. *Contributions from the Cushman Foundation for Foraminiferal Research* 16 (1), 40-43.
- Hohenegger, J., 2000. Coenoclines of larger foraminifera. *Micropaleontology* 46(1), 127–151. <https://www.jstor.org/stable/1486185>
- Hohenegger, J., 2004. Depth Coenoclines and environmental considerations of Western Pacific Larger Foraminifera, *Journal of Foraminiferal Research* 34, 9–33. <https://doi.org/10.2113/0340009>
- Hosseini, S.H, Vahidinia, M., Najafi, M., Mousavi Harami, S.R., 2017. Biostratigraphy, depositional environment and sequence stratigraphy of clastic-carbonate deposits of Lower Cretaceous, East of central Iran, Dehuk, Kharazmi. *Journal of Earth Sciences* 2(2), 157-180. <https://doi.org/10.29252/gnf.2.2.157>

- Hosseini, A., Conrad, M.A., 2008. Calcareous algae, foraminifera and sequence stratigraphy of the Fahliyan Formation at Kuh-e Surmeh (Zagros Basin, SW of Iran). *Geologia Croatica* 61, 215–237. <https://doi.org/10.4154/GC.2008.18>
- Husinec, A. 2001. *Palorbitolina lenticularis* from the northern Adriatic region: Paleogeographical and evolutionary implications. *Journal of Foraminiferal Research* 31(4), 287–293. <https://doi.org/10.2113/0310287>.
- Hottinger, L., 1997, Shallow benthic foraminiferal assemblages as signals for depth of their deposition and their limitations, *Bulletin de la Société Géologique de France* 168 (4), 491–505.
- Hottinger, L., 1983. Reconstruction of marine paleoenvironments. In: Meulenkamp J.E., (Ed.), *Processes determining the distribution of foraminifera in space and time*. Utrecht Micropaleontological Bulletin 30, pp. 239–253.
- Krobicki, M., Olszewska, B., 2005. Urgonian-type microfossils in exotic pebbles of the Late Cretaceous and Palaeogene gravelstones from the Sromowce and Jarmuta formations (Pieniny Klippen Belt, Polish Carpathians). *Studia Geologica Polonica* 124, 215–235. <http://sgp.ing.pan.pl/>
- Kump, L., Bralower, T., Ridgwell, A., 2009. Ocean acidification in deep time. *Oceanography* 22, 94–107. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2009.100>
- Leckie, R.M. 1987. Paleocology of mid-Cretaceous planktonic foraminifera: A comparison of open ocean and epicontinental sea assemblages. *Micropaleontology* 33, 164–176.
- Loeblich Jr., A.R. and Tappan, H. 1988. Foraminiferal genera and their classification. p. 969.
- Luiciani, V., Cobianchi, M., Lupi, C., 2006. Regional record of a global oceanic anoxic event: OAE1a on the Apulia Platform margin, Gargano Promontory, southern Italy. *Cretaceous Research* 27, 754–772. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2006.01.003>.
- Mancinelli, A., Chicchini, M., 2006. Cretaceous benthic foraminifers and calcareous algae from Monte Cairo (southern Latium, Italy). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 45(1), 91–113.
- Masse, J.P. 2003. Integrated Stratigraphy of the Lower Aptian and Applications to Carbonate Platforms: A State of the Art. In: Gili, E., El Hédi Negra, M., Skelton, P.W., (Eds.), *North African Cretaceous Carbonate Platform Systems*. NATO Science Series Springer, Dordrecht, 203–214. [https://doi.org/10.1007/978-94-010-0015-4\\_12](https://doi.org/10.1007/978-94-010-0015-4_12).
- Masse, J.P., Villeneuve, M., Leonforte, E., Nizou, J., 2009. Block tilting of the NorthProvence early Cretaceous carbonate margin: stratigraphic, sedimentologic and tectonic data. *Bulletin de la Société Géologique de France* 180(2), 105–115. <https://doi.org/10.2113/gssgfbull.180.2.105>.
- Masse, J.P., Fenerci-Masse, M., 2011. Drowning discontinuities and stratigraphic correlation in platform carbonates. The late Barremian-early Aptian record of southeast France. *Cretaceous Research* 32, 659–684. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2011.04.003>.
- Murray, J.W., 1991. Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera. Logman Scientific and Technical, London, p. 397. <https://doi.org/10.4324/9781315846101>.
- Omana, L., González-Arreola, C., Ramírez-Garza, B.M., 2005. Barremian planktonic foraminiferal events correlated with the Ammonite zones from the San Lucas Formation, Michoacán (SW Mexico). *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 22(1), 88–96.
- 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. <http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2019v71n3a5>.
- Peybernès, B., 1976. *Le Jurassique et le Crétacé inférieur des Pyrénées Franco-Espagnoles*. Thèse de Doctorat ès Sciences naturelles Université Paul Sabatier de Toulouse.
- Pittet, B., Van Buchem, F.S.P., Hillgartner, H., Razin, P., Grotzsch, J., Droste, H., 2002. Ecological succession, palaeoenvironmental change, and depositional sequences of Barremian-Aptian shallow water carbonates in northern Oman. *Sedimentology* 49, 555–581. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.2002.00460.x>.
- Premoli Silva, I., Sliter, W.V., 1999. Cretaceous palaeoceanography: evidence from planktonic foraminiferal evolution: In E. Barrera and C. C. Johnson, eds. *Evolution of the Cretaceous ocean-climate system*. Geological Society of America Special Paper 332, 301–328. <https://doi.org/10.1130/0-8137-2332-9.301>

- Premoli-Silva, I., Verga, D. 2004. Practical Manual of Cretaceous Planktonic Foraminifera. In: Verga, D., Rettori, R. (Eds.), International School on Planktonic Foraminifera: Perugia, Italy, Tipografia Ponte Felcino, Universities of Perugia and Milan, 3th Course, 283 p.
- Rami, M., Vaziri, M. R., Taherpour Khalil Abad, M., Hosseini, S. A., Carević, I., Allameh, M., 2012. Microbiostratigraphy of the Lower Cretaceous strata from the Bararig Mountain, SE Iran, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 29(1), 63-75.
- Reiss, Z., and Hottinger, L., 1984. The Gulf of Aqaba. *Ecological Micropaleontology, Ecological Studies* 50, P. 354
- Robaszynski, F., Caron, M., 1995, Foraminifères planctoniques du Crétacé; commentaire de la zonation Europe-Méditerranée. *Bulletin de la Société Géologique de France* 166(6), 681-692.
- Rosenbaum, G., Lister, G.S., Duboz, C., 2004. The Mesozoic and Cenozoic motion of Adria (central Mediterranean): a review of constraints and limitations. *Geodinamica Acta* 17, 125-139. <https://doi.org/10.3166/ga.17>.
- Schlagintweit, F., Ebli, O., 1999. New results on microfacies, biostratigraphy and sedimentology of Late Jurassic-Early Cretaceous platform carbonates of the Northern Calcareous Alps. *Abh Geol Bundesanst* 56, 379-418.
- Schlagintweit, F., Bucur, I.I., Rashidi, K., Saberzadeh, B., 2013a. *Praeorbitolina claveli* n. sp. (benthic Foraminifera) from the Lower Aptian sensu lato (Bedoulian) of Central Iran. *Carnets de Geologie (Notebooks on Geology), Letter* 04, 255-272. <https://doi.org/10.4267/2042/51217>
- Schlagintweit, F., Bucur, I.I., Rashidi, K., Hanifzadeh, R., Wilmsen, M., 2013b. *Torreiroella hispanica* Brun and Canerot, 1979 (benthic foraminifera) from the Lower Cretaceous of Central Iran and its palaeobiogeographic significance. *Cretaceous Research* 46, 272-279. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2013.09.008>
- Schroeder, R., 1965. *Dictyoconus pachymarginalis* n. sp. aus dem Apt des Elburz- Gebirges (Nord-Iran) (Studien über primitive Orbitolinidae III). *Eclogae Geologicae Helvetiae* 58(2), 976-979. <http://doi.org/10.5169/seals-163287>
- Schroeder, R., 1975. General evolutionary trends in Orbitolinas. *Revista Espanola de Micropaleontologia Numero Especial*, 117-128.
- Schroeder, R., Neumann, M., 1985. Les grands Foraminifères du Crétacé moyen de la region Méditerranéenne. *Gébios, Mémoire Spécial* 7, 1-161.
- Schroeder R., van Buchem F.S.P., Cherchi A., Baghbani D., Vincent B., Immenhauser A., Granier B., 2010. Revised orbitolinid biostratigraphic zonation for the Barremian – Aptian of the eastern Arabian Plate and implications for regional stratigraphic correlations, *GeoArabia, Manama, Special Publication* 4(1), 49-96.
- Shams Pegah, Maghfouri Moghaddam Iraj, Majidifard Mahmoudreza, Parvaneh Nejad Shirazi Mahnaz, 2019. Foraminifera and algal biostratigraphy of the Albian- Cenomanian deposits in north of Shiraz, Zagros Basin. *International Journal of Engineering and Technology* 11(2), 289-303. <https://doi.org/10.21817/ijet/2019/v11i2/191102108>
- Simo, J.A.T., Robert, S.W., Masse, J.P., 1993. Cretaceous carbonate platforms: an overview. In: Simo, J.A.T., Roberts, S.W., Masse, J.P., (Eds.), *Cretaceous Carbonate Platforms*. American Association of Petroleum Geology, *Memoirs* 56, pp.1-23.
- Simmons, M.D., 1994. Micropalaeontological biozonation of the Kahmah Group (Early Cretaceous), central Oman Mountains. In (Skelton & Masse, 2000): Simmons, M.D., (Ed.) *Micropalaeontology and Hydrocarbon Exploration in the Middle East*, Chapman and Hall, London pp. 177- 220.
- Simmons, M.D., Whittaker, J.E., Jones, R.W., 2000. Orbitolinids from Cretaceous sediments of the Middle East—a revision of the FRS Henson and Associates Collection. In *Proceedings of the fifth international workshop on agglutinated foraminifera* 7, 411-37.
- Sliter, W.V., 1989. Biostratigraphic zonation for Cretaceous planktonic foraminifers examined in thin section. *Journal of Foraminiferal Research*, 19, 1-19. <https://doi.org/10.2113/gsjfr.19.1.1>
- Sliter, W.V., 1999. Cretaceous planktic foraminiferal biostratigraphy of the Calera Limestone, northern California, USA. *Journal of Foraminiferal Research* 29, 318-339



- Stampfli, G.M., Borel, G.D., 2004. The transmed transects in space and time: constraints on the paleotectonic evolution of the Mediterranean domain. In: Cavazza, W., Roure, F.M., Spakman, W., Stampfli, G.M., Ziegler, P.A., (Eds.), *The Transmed Atlas-The Mediterranean region from crust to mantle*. Springer, Berlin, 53–80. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-18919-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-18919-7_3)
- Stein, M., Westermann, S., Adatte, T., Matera, V., Fleitmann, D., Spangenberg, J. E., Föllmi, K.B., 2012. Late Barremian–Early Aptian palaeoenvironmental change: The Cassis-La Bédoule section, southeast France. *Cretaceous Research* 37, 209–222. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2012.03.021>.
- Taherpoor, M., Vaziri, S.H., Ashori, A.R., 2015a. *Palorbitolina lenticularis* Blumenbach, 1805, an index taxon from Tethyan basin and its biometric factors from the Kopet-Dagh basin, NE Iran, *Geosciences* 95, 121-134. <https://doi.org/10.22071/gsj.2015.42302>
- Taherpour Khalil Abad M., Vaziri, S.H., Aryaei A.A., Ashouri A.R., 2015b. Application of Benthic foraminifera and calcareous algae in determination of the biostratigraphic boundary of the Barremian/Aptian: A case study on the Tirgan Formation, West of Kopet-Dagh sedimentary basin, *Journal of Paleontology* 2(2), 180-197. <https://www.researchgate.net/publication/290449172>.
- Vahdati Daneshmand, 1995. Geological map of Iran, scale 1:100.000, Davaran sheet 7251. Geological Survey and Mineral Explorations of Iran.
- Vilas, L., Masse J.P., Arias, C., 1995, Orbitolina episodes in carbonate platform: the early Aptian model from SE Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 119, 35–45. [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(95\)00058-5](https://doi.org/10.1016/0031-0182(95)00058-5)
- Velić, I., 2007. Stratigraphy and Palaeobiogeography of Mesozoic Benthic Foraminifera of the Karst Dinarides (SE Europe). *Geologia Croatica* 60(1), 1-113. <https://hrcak.srce.hr/21887>.
- Yavari, M., Yazdi, M., Ghalavand, H., Adabi, M. H., 2017. Urganian Type Microfossils of the Dariyan Formation, from Southwest of Iran (Northeast of Shiraz). *Journal of Sciences Islamic Republic of Iran* 28 (3), 255-265.
- Yazdi-Moghadam, M., Amiri, F., 2010. Lower Cretaceous Agglutinating Larger Benthic Foraminifera from the Sarvestan Section, south of Esfahan, Iran, The 1<sup>st</sup> International Applied Geological Congress, Department of Geology, Islamic Azad University - Mashad Branch, Iran, 26-28.
- Yazdi-Moghadam, M., Sarfi, M., Sharifi, M., Ariaifar, B., Sajjadi, F., Abbasi, P., 2017. Early Barremian orbitolinid record from the Moghan area, NW Iran: Nor-thern margin of the Neotethys. *Cretaceous Research* 77, 133-142. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2017.05.014>.
- Zolfaghari, Z., Foroughi, F., Ghasemi-Nejad, E., Yazdi-Moghadam, M., 2016. Biostratigraphy and paleoenvironmental studies of the Garau Formation in Well A, Central Lurestan, Northwest of Zagros, *Sedimentary Facies* 9(1), 91-106. <https://doi.org/10.22067/sed.facies.v9i1.46208>.