

Original Research Paper

Biostratigraphy of the Gurpi Formation based on planktonic foraminifera in the Sheikh-Makan section (Kabir-Kuh anticline, Lurestan area)

Ayoub Bazvand¹, Abbas Sadeghi^{1*}, Mohammad Hossein Adabi¹, Amir Mohammad Jamali², and Nasrin Hadavandkhani¹

¹ Department of Sedimentary Basins and Petroleum, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

² National Iranian Oil Company, Exploration Directorate, Tehran, Iran

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 2024 May 21

Accepted: 2024 October 08

Available online: 2025 March 21

Keywords:

Biostratigraphy

Gurpi Formation

Planktonic foraminifera

Zagros

Lurestan

Kabir-Kuh anticline

ABSTRACT

In order to describe the biostratigraphy of the Late Cretaceous deposits of the Zagros basin in the southeast of the Lurestan area, a stratigraphic section of the Gurpi Formation selected in the Kabir-Kuh anticline (Sheikh-Makan section) and it was carefully sampled and studied. The thickness of the Gurpi Formation in this section is 179 meters, and in terms of lithology, it mainly consists of limestone, argillaceous limestone, marl, and shale, with two formal members of Seymareh and Imam-Hassan limestone. The lower and upper boundaries of the Gurpi Formation are conformable with Ilam and Pabdeh Formations, respectively, and the K/Pg boundary is located between the uppermost part of the shale of the Gurpi Formation (3.85 meters from the base of the Pabdeh Formation). Based on the planktonic foraminifera, 76 species belonging to 27 genera were identified, and 7 biozones belonging to the late Cretaceous, and 3 biozones belonging to the early Paleogene were introduced. Based on the identified biozones, the age of the Gurpi Formation is mid to late Early Campanian-Danian.

1. Introduction

The Gurpi Formation is considered one of the Upper Cretaceous formations in Zagros, whose sediments started to be deposited almost at the same time as the Zagros basin turned into a foreland basin (Homke et al., 2009; Piryaei et al., 2010; Saura et al., 2011). In most areas of the Zagros, this formation consists of marl, gray shales, and argillaceous limestones (Motiei, 1993). In some parts of the Lurestan area, two formal limestone members named Seymareh and Imam-Hassan limestones and in the west of Khuzestan, an


informal member named Mansouri limestone has been introduced in this formation (Stocklin and Setudehnia, 1991). The presence of the K/Pg boundary at the top of the Gurpi sediments is very important to study this formation, especially because this boundary in some places coincides with the lithostratigraphic boundary between the Gurpi and Pabdeh Formations and in some places is located inside of the top of the sediments of the Gurpi Formation. This boundary has been reported in different areas of Zagros,


* Corresponding author: Abbas Sadeghi; E-mail: a-Sadeghi@sbu.ac.ir

Citation:

Bazvand, A., Sadeghi, A., Adabi, M. H., Jamali, A. M., and Hadavandkhani, N., 2025. Biostratigraphy of the Gurpi Formation based on planktonic foraminifera in the Sheikh-Makan section (Kabir-Kuh anticline, Lorestan area). Scientific Quarterly Journal of Geosciences, 35(1), 135, 1-18. <https://doi.org/10.22071/gsj.2024.457598.2141>.

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

 doi: 10.22071/gsj.2024.457598.2141

 dor: 20.1001.1.10237429.1404.35.1.1.2



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

sometimes conformable and sometimes unconformable, with a hiatus between late Maestrichtian and early-middle Paleocene. For example, in most parts of Fars and parts of Khuzestan, this boundary is unconformable (Hosseini Falhi, 2006; Asl Shirin, 2011; Rahimi, 2011; Vaziri-Moghaddam, 2002), and in the Lurestan area, it is conformable (Darvishzad et al., 2007; Beiranvand et al., 2014). According to the above description and considering the importance of the Gurpi Formation and its significant changes in the lateral and vertical directions, as well as the uncertainties of the boundaries, it is necessary that the Gurpi Formation in the entire areas, both in the surface and in the subsurface sections, to be subjected for comprehensive stratigraphic studies. Thus, an attempt has been made to select a complete stratigraphic section of the Gurpi Formation in the Lurestan area and a very detailed biostratigraphic studies carried out, based on the standard zonations of the Tethys region (Premoli Silva and Verga, 2004).

2. Research methodology

The stratigraphic section was selected in an area between the south of Sheikh-Makan village and the city of Darreh-Shahr, on the northeastern flank of the Kabir-Kuh anticline. Access to this section is possible from the Darreh Shahr-Abdanan road and a side road. This stratigraphic section is located in the folded structural zone of the Zagros and Lurestan subzone (Alavi, 2007) (Figure 1). In this research, the studies were conducted in two stages: field and laboratory. In the field stage, after choosing the appropriate stratigraphic section, field data collection and sampling were done. In the sampling phase, a total of about 250 hard and soft samples were taken at one-meter intervals and at the K/Pg boundary at ten-centimeter intervals. The required thin sections were prepared from the hard samples by rock cutting and thin section preparation in the laboratory of Shahid Beheshti University, Faculty of Earth Sciences, and the soft samples were also washed.

After studying the thin sections and the picked samples in the laboratory, photographs were taken from the fossil samples in thin sections, and SEM photos were taken from the selected samples. Sources such as Loeblich and Tappan (1988), Robaszynski and Caron (1995), Premoli Silva and Verga (2004), Premoli Sliva et al. (2003), Bolli et al. (1989), Postuma (1971), and Olson et al. (1999) has been used for identification microfossils.

3. Results and Discussions

The northern flank of the Kabir-Kuh anticline has one of the most complete sequences of Upper Cretaceous formations in the Lurestan area, which includes outcrops of the Sarvak, Surgah, Ilam, and Gurpi Formations, as well as the Pabdeh and Asmari Formations belonging to the Cenozoic era (Figure 2). In the studied stratigraphic section (Sheikh-Makan), the Gurpi Formation is 179 meters thick, and in terms of lithology, it mainly consists of shale, limestone, argillaceous limestone and marl and includes two formal members of the Seymareh limestone (Lopha) and Imam-Hassan limestone (Figure 2). Based on lithological features, 8 lithozones were

determined and defined for this formation in the studied section. Its lower boundary with the Ilam Formation is continuous and has the same dip, so that in this range, the limestones at the end of the Ilam Formation gradually turn into shaly limestones and finally into the gray shales at the beginning of the Gurpi Formation. The upper boundary of the Gurpi Formation is continuous and gradually changes to the Pabdeh Formation (Figure 3), so that the Cretaceous-Paleogene (K/Pg) boundary is located within the shales of the Gurpi Formation (3.85 meters from the base of the Pabdeh) (Figure 4).

In the biostratigraphic study of the Gurpi Formation in the Sheikh-Makan section, 76 species belonging to 27 genera of planktonic foraminifera were identified. Based on the distribution of these foraminifers, 7 biozones based on the biozones of Premoli Sliva and Verga (2004) for the sediments of the Cretaceous part of Gurpi and 3 biozones based on the biozones of Premoli Sliva et al. (2003) for the sediments of the Paleocene part of this formation and the base of the Pabdeh Formation are introduced as follows:

1- *Globotruncanita elevata* Partial Range Zone

This biozone is defined based on the range of the presence of *Globotruncanita elevata* between the extinction of *Dicarinella asymetrica* at the bottom and the appearance of *Globotruncana ventricosa* at the top. From 18 meters of this biozone, including 10 meters from the top of the Ilam Formation and 8 meters from the base of the Gurpi Formation, have been studied, and the other part of it can be traced in the Ilam Formation. This biozone is consistent with a part of the biozone of the same name from Premoli Silva and Verga (2004) with the Early Campanian age.

2- *Globotruncana ventricosa* Interval Zone

This interval zone is defined between the two biological horizons of the first occurrence of *Globotruncana ventricosa* species at the bottom and *Radotruncana calcarata* at the top. This biozone includes 71 meters of the thickness of the Gurpi Formation after biozone number 1 and between 8 and 79 meters, and in addition to the Seymareh Limestone Member (43 meters thick), it also includes 4 meters from the base of the Imam-Hassan Limestone Member. This biozone corresponds to the biozone of the same name from the zonation of Premoli Silva and Verga (2004), with an age range of Middle Campanian to Late Campanian.

3- *Radotruncana calcarata* Total Range Zone

This biozone is the Total Range Zone and includes the entire range of the presence of *Radotruncana calcarata*. This biozone occupies 4 meters of the thickness of the Gurpi Formation after biozone number 2, between 79 and 83 meters of this formation. This biozone coincides with the biozone of the same name from the zonation of Premoli Silva and Verga (2004) with late Campanian age.

4- *Globotruncanella havanensis* Partial Range Zone

This biozone includes the presence of *Globotruncanella havanensis* species, which is between the extinction of *Radotruncana calcarata*

species at the bottom and the first appearance of *Globotruncana aegyptiaca* species at the top. This biozone occupies 8 meters of the Imam-Hassan limestone Member in the Gurpi Formation after biozone 3 and between 83 and 91 meters of this formation. This biozone coincides with the biozone of the same name from the zonation of Premoli Silva and Verga (2004) with late Campanian age.

5- *Globotruncana aegyptiaca* Interval Zone

This interval zone is defined between two biological horizons of the first appearance of *Globotruncana aegyptiaca* species at the bottom and *Gansserina gansseri* species at the top. This biozone occupies 10 meters of the thickness of the Imam-Hassan limestone Member in the Gurpi Formation after biozone 4 and between 91 and 101 meters of this formation. This biozone coincides with the biozone of the same name from the zonation of Premoli Silva and Verga (2004) with the late to latest Campanian age.

6- *Gansserina gansseri* Interval Zone

This interval zone is defined between the two biological horizons of the appearance of *Gansserina gansseri* at the bottom and the appearance of *Contusotruncana contusa* and *Racemiguembelina fructifera* at the top. This biozone occupies 16 meters of the thickness of the Gurpi Formation after zone 5 in the thickness range of 101 to 117 meters of this formation. This biozone coincides with the biozone of the same name from the zonation of Premoli Silva and Verga (2004), with the age of the latest Campanian to the Early Maastrichtian.

7- *Contusotruncana contusa* Total Range Zone

This biozone is a Total Range Zone and includes the entire range of *Contusotruncana contusa*. The extinction of most Cretaceous planktonic foraminifera also occurred at the end of this zone. This biozone occupies 58 m of the thickness of the Gurpi Formation after Zone 6 in a thickness range of 117 to 175 m. This biozone corresponds to the total zones of *Contusotruncana contusa* and *Abathomphalus mayaroensis* from the zonation of Premoli-Silva and Verga (2004) with the age of Early Maastrichtian to Late Maastrichtian.

8- P0: *Guembelitra cretacea* Partial Range Zone

The mentioned biozone includes a range of presence of *Guembelitra cretacea* species between the total extinction of Cretaceous planktonic foraminifera at the bottom and the first appearance of *Parvularugoglobigerina eugubina* species at the top. This biozone coincides with the biozone of the same name from the zoning of Premoli Silva et al. (2003) with the Early Danian age.

9- P1: *Parvularugoglobigerina eugubina* Total Range Zone

This biozone is of the Total Range Zone type and includes the entire range of presence of *Parvularugoglobigerina eugubina* species. This biozone occupies about 40 cm of the thickness of the shale at the end of the Gurpi Formation, after the P0 biozone. This biozone

coincides with the biozone of the same name from the zonation of Premoli Silva et al. (2003) with the Early Danian age.

10- P1: *Parasubbotina pseudobulloides* Partial Range Zone

This biozone is of Partial Range Zone type and includes a range of presence of *Parasubbotina pseudobulloides* between the extinction of *Parvularugoglobigerina eugubina* species at the bottom and the first appearance of *Praemurica uncinata* species at the top. This biozone has a thickness of 4.8 meters, includes 3.3 meters at the end of the sediments of the Gurpi Formation and 1.5 meters of sediments of the base of the Pabdeh Formation, and corresponds with the biozone of the same name from the zonation of Premoli Silva et al. (2003) with Danian age. This biozone can be divided into three sub-zones in the studied section based on the zonation of Premoli Silva et al. (2003), as follows: P1a: *Parasubbotina pseudobulloides*-*Globanomalina archaeocompressa* Subzone, P1b: *Subbotina triloculinoides* Interval Subzone, P1c: *Globanomalina compressa*-*Praemurica inconstans* Interval Subzone

Based on the biozones introduced in the studied section of Sheikh-Makan, which is defined based on planktonic foraminifera, the age of the Gurpi Formation is suggested to be mid to late Early Campanian- Early Danian. The distribution of identified foraminifera is shown in Figure 5, the comparison of the biozones identified in this study with some studies in Iran and the Tethys Basin is shown in Figure 6, and the images of microfossils are presented in Plates 1 to 4.

4. Conclusion

The Gurpi Formation in the Sheikh-Makan stratigraphic section (Kabir-Kuh anticline) is 179 meters thick, and its lithology mainly consists of includes limestone, argillaceous limestone, marl, and shale. Seymareh and Imam-Hasan limestone members with thicknesses of 43 and 40 meters, respectively, are present in the Gurpi Formation of this section. Its lower and upper boundaries with the Ilam and Pabdeh Formations are conformable.

The Cretaceous-Paleogene boundary (K/Pg) is continuously located at the end of the shale sediments of the Gurpi Formation (3.85 meters from the base of the Pabdeh Formation), and no change in the lithological characteristics can be seen at the location of the mentioned boundary.

In biostratigraphic studies, a total of 77 species belonging to 28 genera of planktonic foraminifera belonging to the late Cretaceous and early Paleogene were identified in the Gurpi Formation, and based on the zonation of Premoli Silva et al. (2003) and Premoli Silva and Verga (2004), 7 biozones for the late Cretaceous and 3 biozones for the Early Paleogene were identified.

The age of the Gurpi Formation in the studied stratigraphic section was determined to be middle to late Early Campanian-Danian based on the biozones introduced above. In this section, the middle Campanian age was determined for the Seymareh limestone Member, and the Late Campanian-Early Maastrichtian age was recognized for the Imam Hassan limestone Member.

زیست‌چینه‌نگاری سازند گورپی بر مبنای روزن‌بران پلانکتونی در برش شیخ‌مکان (تاق‌دیس کبیر کوه، ناحیه لرستان)

ایوب بازوند^۱، عباس صادقی^{۱*}، محمد حسین آدابی^۱، امیر محمد جمالی^۱ و نسرین هداوند خانی^۱

^۱ گروه حوضه‌های رسوبی و نفت، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

^۲ شرکت ملی نفت ایران، مدیریت اکتشاف، تهران، ایران

چکیده

به منظور زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های اواخر کرتاسه حوضه زاگرس در جنوب خاوری ناحیه لرستان، یک برش چینه‌شناسی از سازند گورپی در تاق‌دیس کبیر کوه (برش شیخ‌مکان) انتخاب و مورد نمونه‌برداری و مطالعه دقیق قرار گرفت. ستبرای سازند گورپی در این برش ۱۷۹ متر و از نظر سنگ‌شناسی به‌طور عمده از سنگ آهک، سنگ آهک‌رسی، مارن و شیل با دو عضو رسمی آهک سیمره و امام‌حسن تشکیل شده است. مرز زیرین و بالایی سازند گورپی به ترتیب با سازندهای ایلام و پایده پیوسته و مرز K/Pg در میان شیل‌های انتهایی سازند گورپی (۳/۸۵ متر مانده به قاعده سازند پایده) قرار گرفته است. براساس روزن‌بران پلانکتونی ضمن تشخیص ۷۶ گونه متعلق به ۲۷ جنس، تعداد ۷ زون زیستی متعلق به اواخر کرتاسه و ۳ زون زیستی متعلق به اوایل پالئوژن شناسایی و معرفی شدند. سن سازند گورپی براساس زون‌های زیستی شناسایی شده، اواسط تا اواخر کامپانین پیشین - داتین تعیین شد.

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۱/۰۱

کلیدواژه‌ها:

زیست‌چینه‌نگاری

سازند گورپی

روزن‌بران پلانکتونی

زاگرس

لرستان

تاق‌دیس کبیر کوه

۱- پیش‌نوشتار

و دور از این پهنه می‌باشد (Saura et al. 2011; Razmjooei et al., 2021). در حالی که در نواحی باختری لرستان، رسوبات مارنی سازند گورپی (کامپانین-ماستریشین) و پایده (پالئوسن-اتوسن) بیشتر ظاهر سنگ‌شناسی یکنواختی را نشان می‌دهند، در نواحی خاوری‌تر و نزدیک به پهنه برخوردی تغییرات رخساره‌ای شدید بوده و توالی گورپی و پایده به‌طور جانبی جای خود را به مارن‌های ژرف‌تر سازند گورپی (کامپانین-ماستریشین)، سازند فلیشی امیران (ماستریشین-تانتین)، آهک‌های تله‌زننگ (اتوسن پیشین) و کنگلومرای کشکان (پالئوسن-اتوسن) می‌دهند (Homke et al., 2009; Saura et al. 2011).

سازند گورپی از دیرباز مورد مطالعات بسیاری قرار گرفته است که در این مورد، جیمز و وایند (James and Wynd, 1965) کلیه سازندهای موجود در نواحی

سازند گورپی از سری سازندهای کرتاسه بالایی در زاگرس به‌شمار می‌رود که رسوبات آن تقریباً هم‌زمان با تبدیل شدن حوضه زاگرس به یک حوضه پیش‌بوم (فورلند) شروع به نهشته شدن کرده است (Homke et al., 2009; Piryaee et al., 2010; Saura et al., 2011). برش الگوی این سازند در تنگ پایده در شمال مسجد سلیمان، ۳۲۰ متر ستبرای دارد و در بیشتر نواحی حوضه رسوبی زاگرس، شامل مارن و شیل‌های خاکستری مایل به آبی است و میان لایه‌هایی از سنگ آهک‌های نازک رسی دارد و به دلیل زودفرسا بودن، رخنمون سطحی آن، فروافتاده و پست است (مطبعی، ۱۳۷۲). شکل‌گیری حوضه پیش‌بوم زاگرس به‌طور مستقیم رسوب‌گذاری رسوبات در کرتاسه پسین را تحت تاثیر قرار داده به گونه‌ای که تغییرات رخساره‌ای در نواحی نزدیک به پهنه برخوردی دو صفحه قاره‌ای بسیار بیشتر از نواحی باختری

* نویسنده مسئول: عباس صادقی؛ E-mail: a-Sadeghi@sbu.ac.ir

ماخذنگاری:

بازوند، ا.، صادقی، ع.، آدابی، م. ح.، جمالی، ا. م. و هداوند خانی، ن.، ۱۴۰۴، زیست‌چینه‌نگاری سازند گورپی بر مبنای روزن‌بران پلانکتونی در برش شیخ‌مکان (تاق‌دیس کبیر کوه، ناحیه لرستان). فصلنامه علمی علوم زمین، ۳۵(۱)، ۱۳۵-۱۸۱. <https://doi.org/10.22071/gsj.2024.457598.2141>

doi: 10.22071/gsj.2024.457598.2141



doi: 20.1001.1.10237429.1404.35.1.1.2

حقوق معنوی مقاله برای فصلنامه علوم زمین و نویسندگان مقاله محفوظ است.



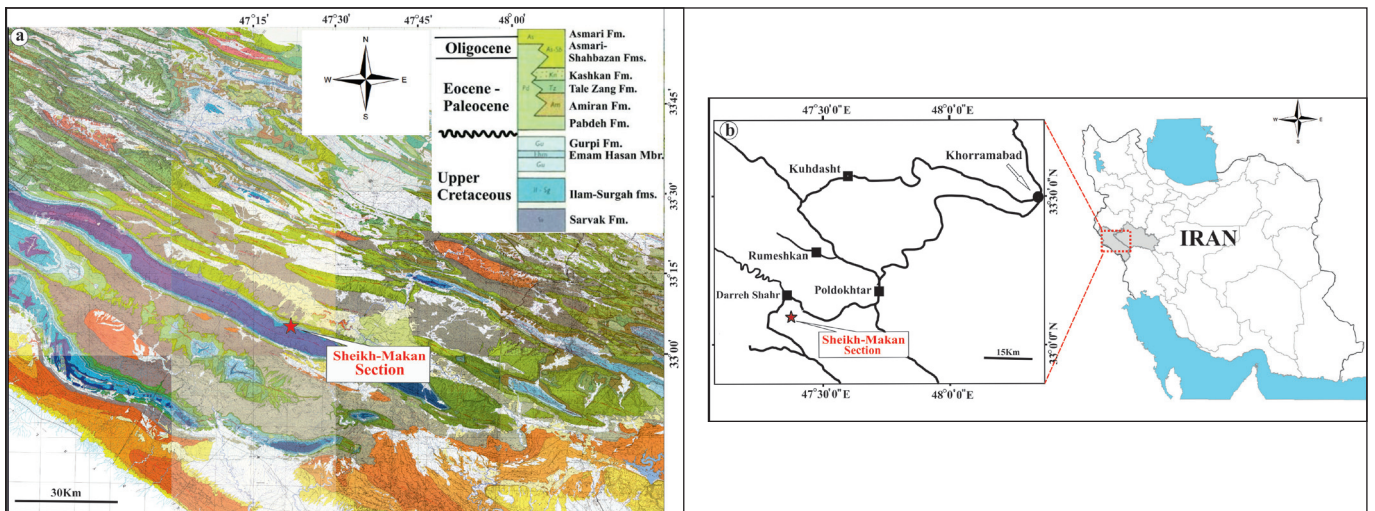
This is an open access article under the by-nc/4.0/ License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

انتهای سازند گورپی گزارش شده است (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۷؛ شهریاری و همکاران، ۱۳۹۷؛ Razmjooei et al. 2020)، در حالی که در نواحی خاوری‌تر، این مرز ناپیوسته و در قاعده سازند امیران معرفی شده است (مغفوری‌مقدم و همکاران، ۱۳۹۶؛ دارابی و همکاران، ۱۳۹۶). مرز زیرین سازند گورپی نیز از جایی به جای دیگر در حوضه زاگرس متغیر است، به طوری که در برخی نقاط با ناپیوستگی در روی سازند ایلام (دارابی و همکاران، ۱۳۹۶) و یا سازندهای قدیمی‌تر چون سروک (علوی و همکاران، ۱۴۰۳) قرار دارد و در برخی نقاط به صورت پیوسته روی سازند ایلام (Razmjooei et al., 2021) گزارش شده است. تغییرات شایان توجه در مرزهای زیرین و بالایی سازند گورپی در نواحی مختلف زاگرس سبب شده است تا این سازند از ستبرا و سن‌های متفاوتی در بازه زمانی کنیاسین (شعبانپورحقیقی، ۱۳۹۹) تا سلاتندین (اصغریان رستمی، ۱۳۹۱) برخوردار شود.

بر اساس آنچه بیان شد، و با توجه به اهمیت سازند گورپی، تغییرات شایان توجه آن در جهت جانبی و جهت عمودی، چه به لحاظ سنگ‌شناسی و ستبرا و چه به لحاظ محتویات فسیلی، سن و مرزهای پایین و بالا ضرورت دارد تا سازند گورپی در تمام پهنه گسترشی خود در رخنمون‌های سطحی و در برش‌های زیر سطحی مورد مطالعات جامع چینه‌شناسی قرار گیرد. در همین راستا، در این پژوهش سعی شده است تا یک برش چینه‌شناسی کامل از سازند گورپی در ناحیه لرستان انتخاب و مورد مطالعات زیست‌چینه‌نگاری براساس زون‌بندی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli Silva and Verga, 2004) قرار گیرد.

برش چینه‌شناسی مورد مطالعه در ناحیه‌ای مابین جنوب روستای شیخ‌مکان و شهر دره‌شهر در یال شمال خاوری تاقدیس کبیرکوه به مختصات قاعده‌ای "۵۲' ۲۱" ۴۷° طول خاوری و "۲۲' ۰۵" ۳۳° عرض شمالی انتخاب شده است. دسترسی به این برش از جاده دره شهر-آبدانان و یک مسیر فرعی خاکی-کوهستانی امکان‌پذیر است. برش چینه‌شناسی یاد شده در پهنه ساختاری چین‌خورده زاگرس و زیرپهنه لرستان (Stöcklin, 1968) و در یکی از بزرگ‌ترین تاقدیس‌های زاگرس (تاقدیس کبیر-کوه) قرار دارد (شکل ۱).

فارس، خوزستان و لرستان را مورد مطالعه قرار داده و برای هر کدام از سازندهای ایلام و گورپی ۳ زیست‌زون معرفی نمودند. طاهری (۱۳۷۷) سنگ‌چینه‌نگاری و زیست‌چینه‌نگاری سازند گورپی در نواحی لرستان، دشت آبادان و فروافتادگی دزفول را مورد مطالعه قرار داده و سن این سازند را در فروافتادگی دزفول کامپانین-مایستریشتین معرفی نمود. در جدیدترین مطالعات سازند گورپی، تراش و وزیری‌مقدم (Tarash and Vaziri-Moghaddam, 2024) با مطالعه برش زرد-شانه در حوالی یاسوج، سن این سازند را سانتونین-مایستریشتین تعیین نمودند. همچنین در مطالعه دیگری در ناحیه فارس، علوی و همکاران (۱۴۰۳) سن این سازند را سانتونین پیشین-مایستریشتین تعیین نمودند. در برخی نقاط از ناحیه لرستان، دو عضو آهکی رسمی با نام‌های آهک سیمره و امام‌حسن و در باختر خوزستان یک عضو غیر رسمی به نام آهک منصوری در این سازند معرفی شده‌اند (Stocklin and Setudehnia, 1991). سازند گورپی از یک سو به عنوان پوش سنگ مخازن نفتی گروه بنگستان و از سوی دیگر به واسطه دارا بودن پتانسیل سنگ منشا از دیرباز مورد توجه زمین‌شناسان و به‌ویژه زمین‌شناسان نفتی بوده است (مطیعی، ۱۳۷۴). قرارگیری مرز K/Pg در افق‌های راسی این سازند نیز اهمیت مطالعاتی این سازند را دوچندان نموده است، به‌ویژه این که این مرز در بعضی نقاط با مرز سنگ-چینه‌نگاری (لیتواستراتیگرافی) بین دو سازند گورپی و پاینده منطبق و در بعضی نقاط در داخل رسوبات راس سازند گورپی قرار گرفته است. این مرز در نواحی مختلف زاگرس گاه به صورت پیوسته و گاه ناپیوسته و همراه با یک نبود چینه‌شناسی (هیاتوس) در حدفاصل اواخر مایستریشتین تا اوایل و اواسط پالتوسن گزارش شده است. برای مثال، در بیشتر نقاط فارس و بخش‌هایی از خوزستان به ناپیوسته بودن این مرز (حسینی فالچی، ۱۳۸۵؛ اصل شیرین، ۱۳۹۰؛ رحیمی، ۱۳۹۰؛ Vaziri-Moghaddam, 2002) و در منطقه لرستان به پیوسته بودن آن (Beiranvand et al., 2014; Darvishzad et al., 2007) اشاره شده است. افزون بر این، در منطقه لرستان نیز تفاوت شایان توجهی در بخش شمال خاوری و جنوب باختری دیده می‌شود، به گونه‌ای که در نواحی جنوب باختری، این مرز پیوسته و در



شکل ۱- (a) موقعیت برش چینه‌شناسی شیخ‌مکان روی نقشه کلی زمین‌شناسی ناحیه لرستان حاصل از جمع‌بندی نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ شرکت ملی نفت ایران، (b) نقشه راه‌های دسترسی به برش چینه‌شناسی مورد مطالعه.

Figure 1- a) The location of the Sheikh-Makan stratigraphic section on the geological map of Lurestan area, obtained from the combination of 1:100,000 geological maps of the National Iranian Oil Company. b) Map of access roads to the studied stratigraphic section.

۲- روش پژوهش

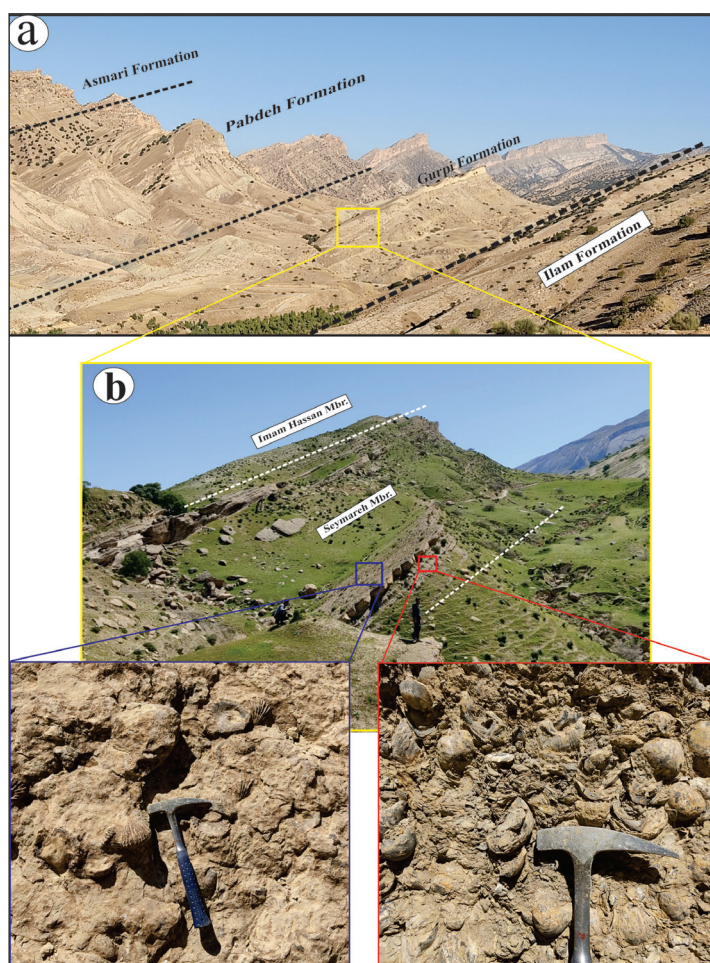
نازک توسط میکروسکوپ عکس‌برداری صورت گرفت و از نمونه‌های فسیلی پیک شده حاصل از شستشوی نمونه‌های نرم، توسط میکروسکوپ الکترونی در پژوهشکده متالورژی رازی، تصاویر SEM تهیه شد. در مطالعات آزمایشگاهی، جهت توصیف و شناسایی روزن‌بران پلانکتونی از منابع معتبر (Loeblich and Tappan, 1988; Premoli Silva and Verga, 2004; Premoli (Sliva et al., 2003; Bolli et al., 1989; Postuma, 1971; Olsson et al., 1999 استفاده شده است. پس از شناسایی میکروفسیل‌ها ابتدا گسترش چینه‌شناسی آن‌ها در برابر ستون سنگ‌شناسی سازند گورپی در برش مورد مطالعه رسم گردید و سپس براساس آن‌ها زون‌بندی زیستی سازند گورپی در برش مورد مطالعه همراه با سن نسبی آن معرفی شد.

۳- داده‌ها و اطلاعات و بحث

۳-۱- ویژگی‌های سنگ‌چینه‌شناسی سازند گورپی در برش مورد مطالعه

یال شمالی تاقدیس کبیرکوه دارای یکی از کامل‌ترین توالی سازندهای کرتاسه بالایی در ناحیه لرستان است که شامل رخنمون سازندهای سروک، سورگاه، ایلام و گورپی و در ادامه سازندهای پابده و آسماری متعلق به سنوزویک می‌باشد (شکل ۲).

در این پژوهش، پس از گردآوری اطلاعات، مطالعات در دو مرحله صحرایی و سپس آزمایشگاهی صورت گرفت. در مرحله صحرایی پس از انتخاب برش چینه‌شناسی مناسب، به برداشت اطلاعات صحرایی و نمونه‌برداری پرداخته شد. در مرحله نمونه‌برداری، در مجموع حدود ۲۵۰ نمونه سخت و نرم با فواصل ۱ متری و در محل مرز K/Pg با فواصل ۱۰ سانتی‌متری برداشت شد. مقاطع نازک مورد نیاز از نمونه‌های سخت در کارگاه سنگ‌بری و تهیه مقاطع نازک دانشکده علوم زمین آماده‌سازی گردید و همچنین نمونه‌های نرم مورد شستشو قرار گرفتند. در شستشو، نمونه‌های نرم ابتدا حدود ۲۰۰-۱۵۰ گرم از هر نمونه به مدت ۲۴ تا ۴۸ ساعت در آب خیسانده شد و سپس در الک‌های مخصوص ۱۸، ۶۰، ۱۲۰ و ۲۳۰ در مقیاس مش شستشو داده شد. در ادامه، رسوب روی هر الک به‌منظور تفکیک میکروفسیل‌ها از رسوب توسط اتوکلاو خشک گردید. لازم‌به‌یادآوری است که در جریان آماده‌سازی رسوبات نرم در صورت نیاز از اسیداستیک ۱۰ درصد جهت جدایش بهتر نمونه از رسوب و همچنین از محلول‌های شیمیایی مناسب مثل بلودومیلن جهت کالیبره کردن الک‌ها (رنگ‌آمیزی جهت جلوگیری از مخلوط شدن نمونه‌ها) استفاده گردید. مقاطع نازک و نمونه‌های آماده شده حاصل از شستشو (محتویات الک‌های ۶۰، ۱۲۰ و ۲۳۰)، در آزمایشگاه میکروسکوپی دانشگاه شهید بهشتی با استفاده از میکروسکوپ‌های با نور عبوری و انعکاسی مورد مطالعات دقیق قرار گرفت. از نمونه‌های فسیلی در مقاطع

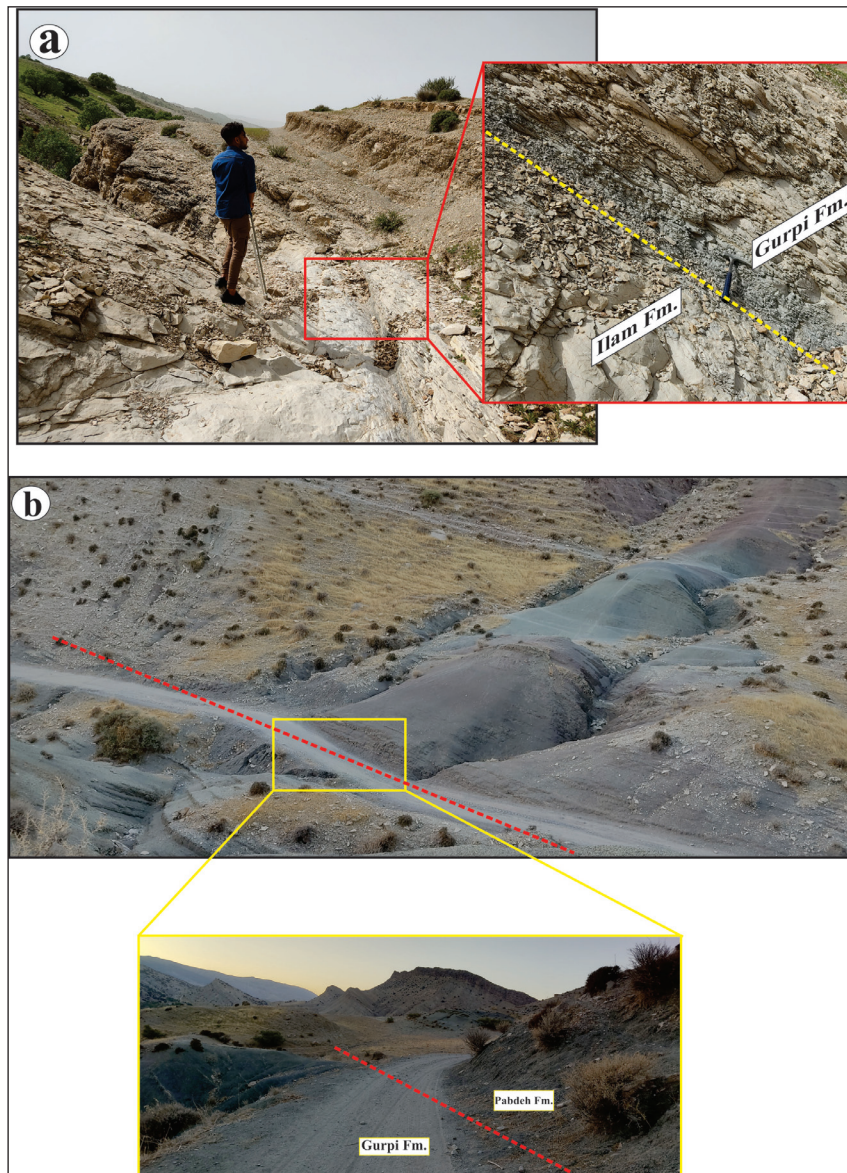


شکل ۲- a) نمای کلی از سازندهای کرتاسه بالایی و سنوزویک. b) نمایی از دو عضو رسمی سیمره و امام‌حسن در محل برش چینه‌شناسی مورد مطالعه (نگاه به سمت خاور).

Figure 2- a) General view of Upper Cretaceous and Cenozoic formations. B) A view of the two official members of Seymareh and Imam-Hassan in the studied stratigraphic section (view toward East).

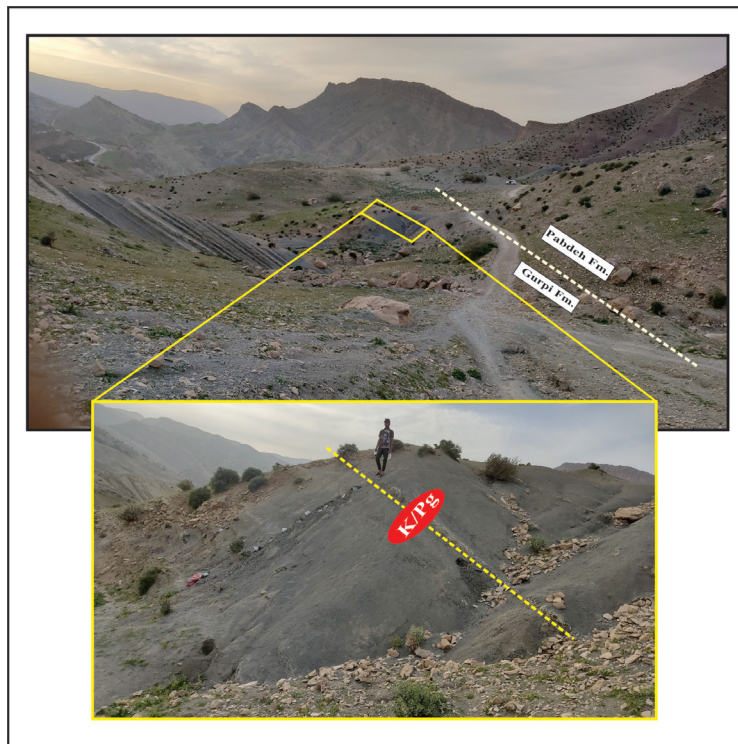
زیرین آن با سازند ایلام به صورت پیوسته و همشیب است به طوری که در این محدوده آهک‌های انتهایی سازند ایلام به تدریج به آهک‌های شیلی و در نهایت به شیل‌های خاکستری رنگ ابتدای سازند گورپی تبدیل می‌شوند. مرز بالایی سازند گورپی با سازند پابده نیز پیوسته و تدریجی است (شکل ۳) به گونه‌ای که مرز کرتاسه-پالئوژن سازند گورپی درون شیل‌های سازند گورپی و ۳/۸۵ متر مانده به راس آن قرار دارد (شکل ۴).

در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه (شیخ‌مکان) واقع در تاق‌دیس یاد شده، سازند گورپی ۱۷۹ متر ستبراً دارد و از نظر سنگ‌شناسی به طور عمده از شیل، سنگ آهک، سنگ آهک‌های رسی و مارن تشکیل شده و شامل دو عضو رسمی سنگ آهک سیمره (لویفا) و سنگ آهک امام‌حسن می‌باشد (شکل ۲). براساس ویژگی‌های سنگ‌شناسی، تعداد ۸ واحد سنگی برای این سازند در برش مورد مطالعه مشخص و تعریف شد. مرز



شکل ۳- (a) نمایی از مرز پیوسته و تدریجی زیرین (گورپی-ایلام) و (b) مرز پیوسته و تدریجی بالایی (گورپی-پابده) سازند گورپی در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه (نگاه به سمت باختر).

Figure 3- a) A view of the continuous and gradual lower boundary (Ilam-Gurpi Fms.) and b) The continuous and gradual upper boundary (Gurpi-Pabdeh Fms.) of the Gurpi Formation in the studied stratigraphic section (view toward West).



شکل ۴- نمایی دقیق از مرز پیوسته کرتاسه-پالئوژن (K/Pg) درون شیل‌های انتهایی سازند گورپی در برش مورد مطالعه (نگاه به سمت باختر).

Figure 4. A Detailed view of the Cretaceous-Paleogene continuous boundary (K/Pg) within the uppermost shaly unit of the Gurpi Formation in the studied section (view toward West).

براساس مجموعه هم‌زیست فوق و به‌ویژه حضور *Globotruncana orientalis* و *Rugoglobigerina rugosa* که پیدایش آن‌ها در اواسط کامپانین پیشین صورت گرفته است، سن این ستبرای از زون زیستی یاد شده، اواسط تا اواخر کامپانین پیشین تعیین می‌شود. محدوده نخستین حضور گونه‌های *Globotruncana orientalis* و *Rugoglobigerina rugosa* و همچنین فراوانی گونه‌های *Heterohelix* و *Macroglobigerinelloides* از ویژگی‌های این زیست‌زون در برش چینه‌شناسی شیخ‌مکان می‌باشد.

– زیست‌زون شماره ۲

Globotruncana ventricosa Interval Zone

زون زیستی یاد شده از نوع بینابینی بوده و در حدفاصل دو افق زیستی نخستین حضور گونه‌های شاخص *Globotruncana ventricosa* در پایین و *Radotruncana calcarata* در بالا تعریف شده است. این زون زیستی ۷۱ متر از ستبرای سازند گورپی را پس از زون زیستی شماره ۱ و در حدفاصل ۸ تا ۷۹ متری این سازند به خود اختصاص داده است و افزون بر بخش آهکی سیمره (عضو لوف) به ستبرای ۴۳ متر، ۴ متر از قاعده بخش آهکی امام حسن را نیز دربر می‌گیرد. این زیست‌زون با زیست‌زونی به همین نام از زون‌بندی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli Silva and Verga, 2004) با سن کامپانین میانی تا کامپانین پسین منطبق است. مجموعه هم‌زیست زیر در این زیست‌زون شناسایی شده است:

Globotruncana ventricosa, *Globotruncana arca*, *Globotruncana bulloides*, *Globotruncana hilli*, *Globotruncana falsostuarti*, *Globotruncana lapparenti*, *Globotruncana mariei*, *Globotruncana linneiana*, *Globotruncana orientalis*, *Globotruncana rosetta*, *Contusotruncana fornicata*, *Globotruncanita*

۲-۳- زیست‌چینه‌نگاری سازند گورپی در برش شیخ‌مکان

در مطالعه زیست‌چینه‌نگاری سازند گورپی در برش شیخ‌مکان ضمن شناسایی ۷۶ گونه متعلق به ۲۷ جنس از روزن‌بران پلانکتونی، ۷ زون زیستی براساس زون‌بندی زیستی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli Sliva and Verga, 2004) برای نهشته‌های با سن کرتاسه سازند گورپی و ۳ زون زیستی براساس زون‌بندی پرمولی سیلوا و همکاران (Premoli Sliva et al., 2003) برای نهشته‌های با سن پالئوسن سازند گورپی و قاعده سازند پابده به شرح زیر معرفی شده است.

– زیست‌زون شماره ۱

Globotruncanita elevata Partial Range Zone

این زون زیستی براساس بخشی از حضور *Globotruncanita elevata* در حدفاصل انقراض *Dicarinella asymetrica* در پایین و پیدایش *Globotruncana ventricosa* در بالا تعریف شده است. از این زون زیستی فقط ۱۸ متر آن متشکل از ۱۰ متر راس سازند ایلام و ۸ متر قاعده سازند گورپی مورد مطالعه قرار گرفته است و مابقی آن در سازند ایلام قابل ردیابی می‌باشد. این زون زیستی با بخشی از زون زیستی به همین نام از زون‌بندی زیستی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli Silva and Verga, 2004) با سن کامپانین پیشین منطبق است. مجموعه هم‌زیست زیر در این زیست‌زون شناسایی شده است:

Globotruncanita elevata, *Globotruncanita stuartiformis*, *Globotruncana lapparenti*, *Globotruncana bulloides*, *Globotruncana orientalis*, *Globotruncana hilli*, *Globotruncana arca*, *Macroglobigerinelloides bollii*, *Macroglobigerinelloides prairiehillensis*, *Macroglobigerinelloides messinae*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix striata*, *Muricohedbergella holmdelensis*, *Rugoglobigerina rugosa*,

Macroglobigerinelloides messinae, *Macroglobigerinelloides alvarezii*, *Macroglobigerinelloides ultramicrus*, *Macroglobigerinelloides subcarinatus*, *Muricohedbergella holmdelensis*, *Muricohedbergella monmouthensis*, *Pseudotextularia elegans*, *Rugoglobigerina hexacamerata*, *Rugoglobigerina rugosa*.

از ویژگی‌های مهم این زیست‌زون در برش چینه‌شناسی شیخ‌مکان می‌توان به نخستین حضور گونه *Rugoglobigerina hexacamerata* در اوایل این زون اشاره کرد.

– زیست‌زون شماره ۵

Globotruncana aegyptiaca Interval Zone

زون زیستی فوق از نوع بینابینی است که در حدفاصل دو افق زیستی پیدایش گونه‌های *Globotruncana aegyptiaca* در پایین و گونه *Gansserina gansseri* در بالا تعریف شده است. این زون زیستی ۱۰ متر از ستبرای بخش آهکی امام حسن در سازند گورپی را پس از زون زیستی ۴ و در حدفاصل ۹۱ تا ۱۰۱ متری این سازند به خود اختصاص داده است. این زیست‌زون با زون زیستی به همین نام از زون‌بندی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli Silva and Verga, 2004) با سن کامپانین پسین منطبق است. مجموعه هم‌زیست زیر در این زیست‌زون شناسایی شده است:

Globotruncana aegyptiaca, *Globotruncana arca*, *Globotruncana bulloides*, *Globotruncana hilli*, *Globotruncana falsostuarti*, *Contusotruncana fornicata*, *Globotruncana lapparenti*, *Globotruncana orientalis*, *Globotruncana ventricosa*, *Archaeoglobigerina blowi*, *Contusotruncana patelliformis*, *Globotruncanella angulata*, *Globotruncanella stuarti*, *Globotruncanella stuartiformis*, *Globotruncanella havanensis*, *Globotruncanella pschadae*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix striata*, *Heterohelix punctulata*, *Macroglobigerinelloides alvarezii*, *Macroglobigerinelloides bollii*, *Macroglobigerinelloides messinae*, *Macroglobigerinelloides prairiehillensis*, *Macroglobigerinelloides subcarinatus*, *Macroglobigerinelloides ultramicrus*, *Muricohedbergella holmdelensis*, *Muricohedbergella monmouthensis*, *Planiglobulina carseyae*, *Pseudogubelina excolata*, *Pseudotextularia elegans*, *Rugoglobigerina milamensis*, *Rugoglobigerina rugosa*.

از ویژگی‌های مهم این زیست‌زون در برش چینه‌شناسی شیخ‌مکان می‌توان به پیدایش گونه‌های *Globotruncanella pschadae* و *Globotruncanella angulata* به ترتیب در اوایل و اواخر این زون اشاره کرد.

– زیست‌زون شماره ۶

Gansserina gansseri Interval Zone

زون زیستی فوق از نوع بینابینی است که در حدفاصل دو افق زیستی پیدایش گونه *Gansserina gansseri* در پایین و پیدایش گونه‌های *Contusotruncana contusa* و *Racemiguembelina fructicosa* در بالا تعریف می‌شود. این زون زیستی ۱۶ متر از ستبرای سازند گورپی را پس از زون ۵ در محدوده ستبرای ۱۰۱ تا ۱۱۷ متری این سازند به خود اختصاص داده است. ۱۴ متر از محدوده این زون زیستی در راس بخش آهکی امام حسن قرار گرفته است. این زیست‌زون با زون زیستی به همین نام از زون‌بندی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli Silva and Verga, 2004) با سن کامپانین پسین منطبق است. مجموعه هم‌زیست زیر در این زیست‌زون شناسایی شده است:

Gansserina gansseri, *Gansserina wiedenmayeri*, *Archaeoglobigerina blowi*, *Contusotruncana fornicata*, *Contusotruncana plummerae*, *Contusotruncana patelliformis*, *Globotruncana aegyptiaca*,

atlantica, *Globotruncanella elevata*, *Globotruncanella stuartiformis*, *Globotruncanella stuarti*, *Heterohelix carinata*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix striata*, *Heterohelix navarronensis*, *Macroglobigerinelloides alvarezii*, *Macroglobigerinelloides bollii*, *Macroglobigerinelloides messinae*, *Macroglobigerinelloides prairiehillensis*, *Muricohedbergella holmdelensis*, *Muricohedbergella planispira*, *Muricohedbergella monmouthensis*, *Pseudotextularia elegans*, *Pseudotextularia nuttalli*, *Rugoglobigerina rugosa*.

از ویژگی‌های این زیست‌زون در برش چینه‌شناسی شیخ‌مکان می‌توان به نخستین حضور گونه *Muricohedbergella monmouthensis* در اوایل این زون و کمیاب شدن گونه *Globotruncanella elevata* در انتهای این زون اشاره نمود.

– زیست‌زون شماره ۳

Radotruncana calcarata Total Range Zone

این زون زیستی از نوع گستره‌ای کامل بوده و سراسر محدوده حضورگونه *Radotruncana calcarata* را شامل می‌شود. این زون زیستی ۴ متر از ستبرای سازند گورپی پس از زون زیستی شماره ۲ در حدفاصل ۷۹ تا ۸۳ متری این سازند را به خود اختصاص داده است. تمام این زون زیستی در محدوده آهک‌های رسی بخش ابتدایی عضو آهکی امام حسن قرار گرفته است. این زیست‌زون با زون زیستی به همین نام از زون‌بندی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli Silva and Verga, 2004) با سن کامپانین پسین منطبق است. مجموعه هم‌زیست زیر در این زیست‌زون شناسایی شده است:

Radotruncana calcarata, *Globotruncana bulloides*, *Globotruncana hilli*, *Globotruncana falsostuarti*, *Globotruncana linneiana*, *Globotruncana lapparenti*, *Globotruncana ventricosa*, *Globotruncanella stuarti*, *Globotruncanella stuartiformis*, *Globotruncanella havanensis*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix striata*, *Macroglobigerinelloides alvarezii*, *Macroglobigerinelloides bollii*, *Macroglobigerinelloides ultramicrus*, *Macroglobigerinelloides subcarinatus*, *Macroglobigerinelloides messinae*, *Muricohedbergella holmdelensis*, *Pseudotextularia elegans*, *Rugoglobigerina rugosa*.

در این زیست‌زون افزون بر تنوع و فراوانی روزن‌بران پلانکتونی، نخستین حضور گونه *Globotruncanella havanensis* نیز در اوایل آن مشاهده می‌شود.

– زیست‌زون شماره ۴

Globotruncanella havanensis Partial Range Zone

این زون زیستی از نوع گستره‌ای بخشی بوده و محدوده‌ای از حضور گونه *Globotruncanella havanensis* را شامل می‌شود که در حدفاصل دو افق زیستی انقراض گونه *Radotruncana calcarata* در پایین و نخستین حضور گونه *Globotruncana aegyptiaca* در بالا قرار گرفته است. این زون زیستی ۸ متر از بخش آهکی امام حسن در سازند گورپی را پس از زون زیستی ۳ و در حدفاصل ۸۳ تا ۹۱ متری این سازند به خود اختصاص داده است و با زون زیستی به همین نام از زون‌بندی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli Silva and Verga, 2004) با سن کامپانین پسین منطبق است. مجموعه هم‌زیست زیر در این زیست‌زون شناسایی شده است:

Globotruncanella havanensis, *Contusotruncana fornicata*, *Globotruncana arca*, *Globotruncana bulloides*, *Globotruncana lapparenti*, *Globotruncana rosetta*, *Globotruncana falsostuarti*, *Globotruncana orientalis*, *Globotruncana ventricosa*, *Globotruncanella stuarti*, *Globotruncanella stuartiformis*, *Heterohelix striata*, *Heterohelix globulosa*, *Macroglobigerinelloides bollii*, *Macroglobigerinelloides prairiehillensis*,

کرتاسه در پایین و نخستین حضور گونه *Parvularugoglobigerina eugubina* بالا می‌باشد. این زون زیستی نخستین زون معرفی شده برای ابتدای پالئوسن پس از مرز K/Pg است و دارای ستبرای بسیار کمی در حدود ۱۵ سانتی‌متر در انتهای سازند گورپی پس از آخرین زون زیستی کرتاسه (زون زیستی ۷) در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه می‌باشد. این زیست‌زون با زون زیستی به همین نام از زون‌بندی پرمولی سیلوا و همکاران (Premoli Sliva et al., 2003) با سن دانین پیشین منطبق است. مجموعه هم‌زیست موجود در این زیست‌زون به دلیل فراوانی بسیار کم، اندازه کوچک و خردشدگی به‌خوبی قابل شناسایی نیستند.

– زیست‌زون شماره ۹

Pa: *Parvularugoglobigerina eugubina* Total Range Zone

این زون زیستی از نوع گستره‌ای کامل بوده و شامل سراسر محدوده حضور گونه *Parvularugoglobigerina eugubina* می‌شود. این زون زیستی حدود ۴۰ سانتی‌متر از ستبرای توالی شیلی در انتهای سازند گورپی را پس از زون زیستی P0 به خود اختصاص داده است. این زیست‌زون با زون زیستی به همین نام از زون‌بندی پرمولی سیلوا و همکاران (Premoli Sliva et al., 2003) با سن دانین پیشین منطبق است. مجموعه هم‌زیست زیر در محدوده این زون زیستی شناسایی شده است:

Parvularugoglobigerina eugubina, *Chiloguembelina* sp., *Eoglobigerina fringa*, *Parasubbotina pseudobulloides*,

– زیست‌زون شماره ۱۰

P1: *Parasubbotina pseudobulloides* Partial Range Zone

زون زیستی یاد شده از نوع زون گستره‌ای بخشی بوده و شامل محدوده‌ای از حضور *Parasubbotina pseudobulloides* در حفاصل انقراض گونه *Parvularugoglobigerina eugubina* در پایین و نخستین حضور گونه *Praemurica uncinata* در بالا می‌باشد. این زون زیستی با ستبرای ۴/۸ متر، ۳/۳ متر از رسوبات انتهایی سازند گورپی و ۱/۵ متر از رسوبات قاعده سازند پابده را به خود اختصاص داده است و با زون زیستی به همین نام از زون‌بندی پرمولی سیلوا و همکاران (Premoli Sliva et al., 2003) با سن دانین منطبق است. در برش مورد مطالعه در این زون زیستی نیز مطابق با زون‌بندی پرمولی سیلوا و همکاران (Premoli Sliva et al., 2003) سه زیرزون به شرح زیر قابل تشخیص است.

- P1a: *Parasubbotina pseudobulloides*-*Globanomalina archaeocompressa* Subzone

زیرزون زیستی یاد شده از نوع گستره‌ای بخشی بوده و شامل محدوده‌ای از حضور *Parasubbotina pseudobulloides* در حفاصل آخرین حضور گونه *Subbotina eugubina* در پایین و نخستین حضور گونه *triloculinoides* در بالا می‌باشد. این زیرزون زیستی متعلق به سازند گورپی و ۱/۸ متر از ستبرای زیست‌زون P1 در برش مورد مطالعه را با سن دانین پیشین شامل می‌شود و حاوی مجموعه هم‌زیست زیر می‌باشد:

Parasubbotina pseudobulloides, *Chiloguembelina* sp., *Eoglobigerina eobulloides*, *Eoglobigerina fringa*, *Globanomalina archaeocompressa*, *Globanomalina planocompressa*.

- P1b: *Subbotina triloculinoides* Interval Subzone

زیرزون زیستی یاد شده، از نوع گستره‌ای بینابینی است و در حفاصل نخستین حضور گونه *Subbotina triloculinoides* در پایین و نخستین حضور گونه *Globanomalina compressa* و/یا *Praemurica inconstans* در بالا می‌باشد. این زیرزون زیستی متعلق به سازند گورپی و ۱/۵ متر از ستبرای زیست‌زون P1 را پس از زیرزون P1a به خود اختصاص

Globotruncana arca, *Globotruncana bulloides*, *Globotruncana hilli*, *Globotruncana lapparenti*, *Globotruncanita angulata*, *Globotruncanita stuarti*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Globotruncanella havanensis*, *Globotruncanella pschadae*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix striata*, *Heterohelix punctulata*, *Macroglobigerinelloides alvarezi*, *Macroglobigerinelloides bollii*, *Macroglobigerinelloides messinae*, *Macroglobigerinelloides prairiehillensis*, *Macroglobigerinelloides subcarinatus*, *Macroglobigerinelloides ultramicrus*, *Muricohedbergella holmdelensis*, *Muricohedbergella monmouthensis*, *Planoglobulina carseyae*, *Pseudotextularia elegans*, *Pseudoguembelina excolata*, *Rugoglobigerina hexacamerata*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Ventilabrella riograndensis*.

از ویژگی‌های شایان توجه در این زیست‌زون، می‌توان به کاهش تدریجی گونه‌های Globotruncanids اشاره نمود.

– زیست‌زون شماره ۷

***Contusotruncana contusa* Total Range Zone**

این زون زیستی از نوع گستره‌ای کامل بوده و سراسر محدوده حضور گونه *Contusotruncana contusa* را شامل می‌شود. انقراض بیشتر روزن‌بران پلانکتونی کرتاسه نیز در انتهای این زون رخ داده است. این زون زیستی ۵۸ متر از ستبرای سازند گورپی را پس از زون ۶ در محدوده ستبرایی ۱۱۷ تا ۱۷۵ متری به خود اختصاص داده است. این زیست‌زون منطبق با مجموع زون‌های *Contusotruncana contusa* و *Abathomphalus mayaroensis* از زون‌بندی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli Silva and Verga, 2004) با سن مایستریشتین پیشین تا مایستریشتین پسین است. مجموعه هم‌زیست زیر در این زیست‌زون شناسایی شده است:

Contusotruncana contusa, *Contusotruncana fornicata*, *Contusotruncana patelliformis*, *Contusotruncana walfishensis*, *Racemiguembelina fructifera*, *Gansserina gansseri*, *Globotruncana aegyptiaca*, *Globotruncana arca*, *Globotruncana bulloides*, *Globotruncana falsostuarti*, *Globotruncana hilli*, *Globotruncana linneiana*, *Globotruncana orientalis*, *Globotruncana ventricosa*, *Globotruncanita angulata*, *Globotruncanita conica*, *Globotruncanita stuarti*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Globotruncanella havanensis*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix punctulata*, *Heterohelix striata*, *Macroglobigerinelloides alvarezi*, *Macroglobigerinelloides messinae*, *Macroglobigerinelloides prairiehillensis*, *Macroglobigerinelloides subcarinatus*, *Macroglobigerinelloides ultramicrus*, *Muricohedbergella holmdelensis*, *Muricohedbergella monmouthensis*, *Planoglobulina acervulinoides*, *Pseudotextularia elegans*, *Pseudoguembelina costulata*, *Pseudoguembelina excolata*, *Rugoglobigerina hexacamerata*, *Rugoglobigerina macrocephala*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Trinitella scotti*, *Ventilabrella riograndensis*.

از ویژگی‌های این زون پیدایش گونه‌های *Racemiguembelina* و *Trinitella scotti* در انتهای زون می‌باشد.

– زیست‌زون شماره ۸

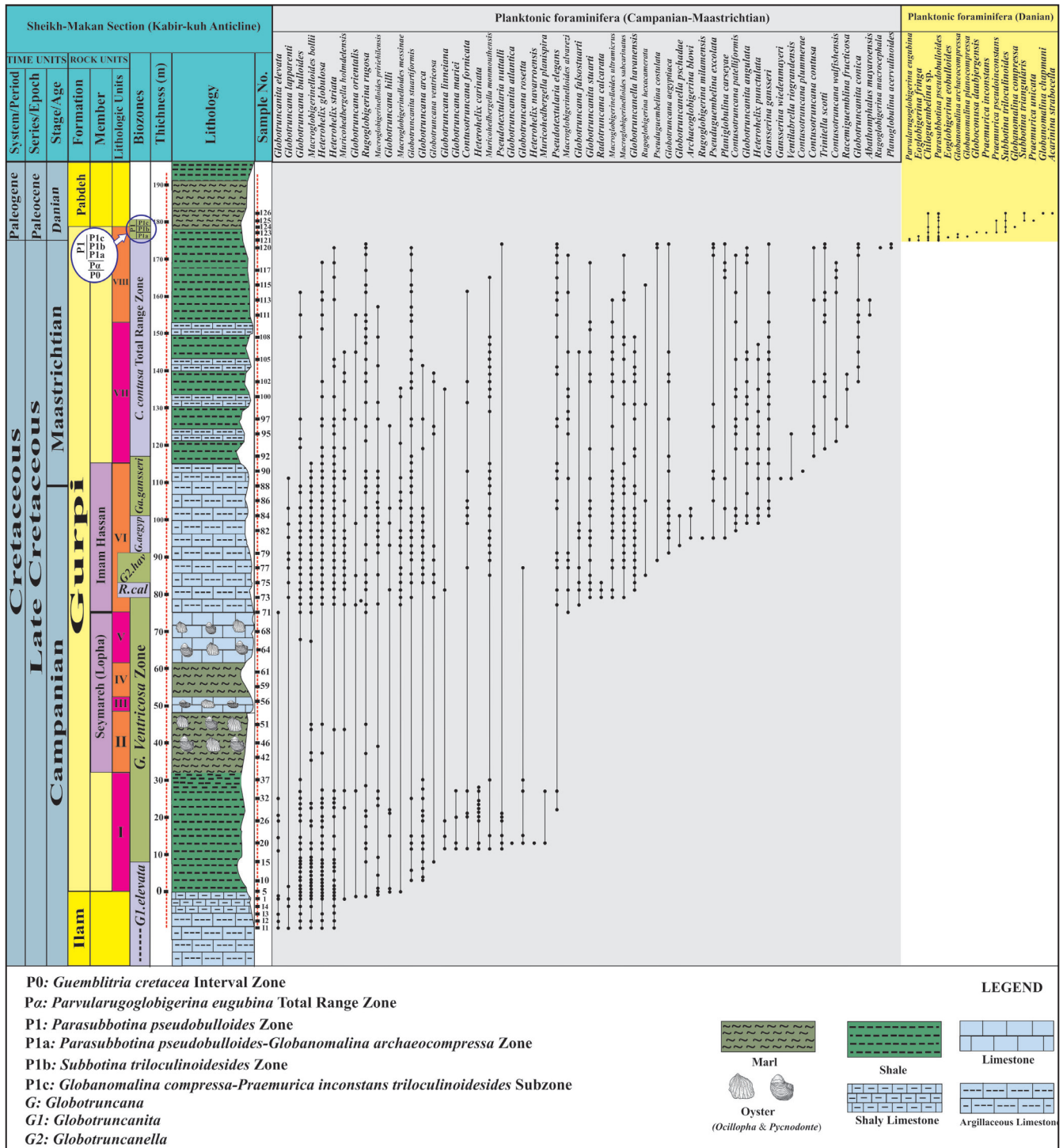
P0: *Guembelitra cretacea* Partial Range Zone

زون زیستی یاد شده از نوع زون گستره‌ای بخشی بوده و شامل محدوده‌ای از حضور گونه *Guembelitra cretacea* در حفاصل انقراض کلی روزن‌بران پلانکتونی

اختصاص داده است. مجموعه هم‌زیست زیر در این زیرزون شناسایی شده است: *Globanomalina compressa*, *Chiloguembelina* sp., *Parasubbotina pseudobulloides*, *Praemurica pseudoinconstans*, *Subbotina triloculinoides*.
بر اساس زون‌های زیستی معرفی شده در برش مورد مطالعه شیخ‌مکان که بر اساس روزن‌بران پلانکتونی تعریف شده است، سن سازند گورپی اواسط تا اواخر کامپاین پیشین - دانین پیشنهاد می‌شود. پراکندگی روزن‌بران شناسایی شده در شکل ۵، مقایسه زیست‌زون‌های شناسایی شده در این مطالعه با برخی مطالعات در ایران و حوضه تیس در شکل ۶ و تصاویر میکروفسیل‌ها در پلتهای ۱ تا ۴ ارائه شده‌اند.

داده و سن آن دانین می‌باشد. مجموعه هم‌زیست زیر در این زیرزون شناسایی شده است: *Subbotina triloculinoides*, *Chiloguembelina* sp., *Globoconusa daubjergensis*, *Parasubbotina pseudobulloides*, *Praemurica pseudoinconstans*.

P1c: *Globanomalina compressa*-*Praemurica inconstans* Interval Subzone
زیرزون زیستی یاد شده، از نوع گستره‌ای بینایی است که در حداصل نخستین حضور گونه *Globanomalina compressa* و/یا *Praemurica inconstans* در پایین و نخستین حضور گونه *Praemurica uncinata* در بالا می‌باشد. این زیرزون زیستی متعلق به سازند پابده و ۱/۵ متر انتهایی زیست‌زون P1 را در قاعده سازند پابده به خود



شکل ۵- پراکندگی روزن‌بران پلانکتونی شناسایی شده سازند گورپی در برش چینه‌شناسی شیخ‌مکان (تاق‌دیس کبیر کوه).

Figure 5. Distribution of identified planktonic Foraminifera of the Gurpi Formation in the Sheikh-Makan stratigraphic section (Kabir-Kuh anticline).

AGE(Ma)	TIME UNITS		Polarity	Chron	Permoli Silva et al. (2003) (Paleocene)	Berggren & Pearson (2005) (Paleocene)	Wade et al. (2011) (Paleocene)	Beiranvand & Ghasemi-Negad (2013) (Paleocene) Iran-Izeh	This study Iran-Lurestan	
	Series/Epoch	Stage/Age			Caron(1985) (Cretaceous)	Silter (1989) (Cretaceous)	Permoli Silva & Verga(2004) (Cretaceous)	Alavi et al.(2024) (Cretaceous) Iran-Fars		
63	Paleocene	Danian	-	C27	<i>Gl. compressa</i> <i>P. inconstans</i>	<i>Gl. compressa</i> (LOSZ) <i>P. inconstans</i>	<i>Gl. compressa</i> (LOSZ)	<i>Gl. compressa</i> (LOSZ) <i>P. unicata</i>	<i>Gl. compressa</i> (LOSZ) <i>P. inconstans</i>	
64				C28	<i>Subbotina triloculinoides</i>	<i>Subbotina triloculinoides</i> (LOSZ)	<i>Subbotina triloculinoides</i> (LOSZ)	<i>Subbotina triloculinoides</i> (LOSZ)	<i>Subbotina triloculinoides</i> (LOSZ)	
65				C29	<i>P. pseudobulloides</i> <i>Gl. archaecompressa</i>	<i>P. pseudobulloides</i> (PRSZ)	<i>P. pseudobulloides</i> (PRSZ)	<i>P. pseudobulloides</i> (PRSZ)	<i>P. pseudobulloides</i> (PRSZ)	<i>P. pseudobulloides</i> <i>Gl. archaecompressa</i>
66	Late Cretaceous	Maastrichtian	-	C29	<i>Pv. eugubina</i> <i>G. cretacea</i>	<i>Pv. eugubina</i> <i>G. cretacea</i>	<i>Pv. eugubina</i> <i>G. cretacea</i>	<i>Pv. eugubina</i> <i>G. cretacea</i>	<i>Pv. eugubina</i> <i>G. cretacea</i>	
67				C30	<i>Abathomphalus mayaroensis</i>	<i>Abathomphalus mayaroensis</i>	<i>Abathomphalus mayaroensis</i>	<i>Abathomphalus mayaroensis</i>	<i>Abathomphalus mayaroensis</i>	<i>C. contusa</i> TRZ
68				C31	<i>Gansserina gansseri</i>	<i>Gansserina gansseri</i>	<i>Contusotruncana contusa</i> <i>Racemiguembelina fructicosa</i>	<i>Contusotruncana contusa</i> <i>Racemiguembelina fructicosa</i>	<i>Gansserina gansseri</i>	<i>Gansserina gansseri</i>
69					<i>Globotruncana aegyptiaca</i> <i>Globotruncanella havanensis</i>	<i>Globotruncana aegyptiaca</i> <i>Globotruncanella havanensis</i>	<i>Gansserina gansseri</i>	<i>Gansserina gansseri</i>	<i>Gansserina gansseri</i>	
70				C32	<i>Radotruncana calcarata</i>	<i>Radotruncana calcarata</i>	<i>Globotruncana aegyptiaca</i> <i>Globotruncanella havanensis</i> <i>Radotruncana calcarata</i>	<i>Globotruncana aegyptiaca</i> <i>Globotruncanella havanensis</i> <i>Radotruncana calcarata</i>	<i>Globotruncana aegyptiaca</i> <i>Globotruncanella havanensis</i> <i>Radotruncana calcarata</i>	<i>Globotruncana aegyptiaca</i> <i>Globotruncanella havanensis</i> <i>Radotruncana calcarata</i>
71					<i>Radotruncana calcarata</i>	<i>Radotruncana calcarata</i>	<i>Globotruncana aegyptiaca</i> <i>Globotruncanella havanensis</i> <i>Radotruncana calcarata</i>	<i>Globotruncana aegyptiaca</i> <i>Globotruncanella havanensis</i> <i>Radotruncana calcarata</i>	<i>Globotruncana aegyptiaca</i> <i>Globotruncanella havanensis</i> <i>Radotruncana calcarata</i>	
72					<i>Radotruncana calcarata</i>	<i>Radotruncana calcarata</i>	<i>Globotruncana aegyptiaca</i> <i>Globotruncanella havanensis</i> <i>Radotruncana calcarata</i>	<i>Globotruncana aegyptiaca</i> <i>Globotruncanella havanensis</i> <i>Radotruncana calcarata</i>	<i>Globotruncana aegyptiaca</i> <i>Globotruncanella havanensis</i> <i>Radotruncana calcarata</i>	
73				C33	<i>Globotruncana ventricosa</i>	<i>Globotruncana ventricosa</i>	<i>Globotruncana ventricosa</i>	<i>Globotruncana ventricosa</i>	<i>Globotruncana ventricosa</i>	<i>Globotruncana ventricosa</i>
74					<i>Globotruncana ventricosa</i>	<i>Globotruncana ventricosa</i>	<i>Globotruncana ventricosa</i>	<i>Globotruncana ventricosa</i>	<i>Globotruncana ventricosa</i>	
75				C33	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>
76	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>		<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>				
77	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>		<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>				
78	C33	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>			
79		<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>				
80	C33	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>			
81		<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>				
82		<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>				
83	C33	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>			
84		<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>	<i>Globotruncanita elevata</i>				

شکل ۶- مقایسه زون‌های زیستی روزن‌بران پلانکتونی سازند گورپی در برش چینه‌شناسی شیخ‌مکان (لرستان) با زون‌های زیستی معرفی شده در ایران (فارس و ایذه) و حوضه تیس (مطابق با مقیاس زمان زمین‌شناسی ۲۰۲۰-۲۰۲۰ Geologic Time Scale 2020).

Figure 6. Comparison of biozones of planktonic foraminifera of the Gurpi Formation in the Sheikh-Makan stratigraphic section (Lurestan) with biozones introduced in Iran (Fars and Izeh) and Tethys Basin (according to the Geologic Time Scale 2020)

۴- نتیجه‌گیری

ستبرا دارد و سنگ‌شناسی آن بیشتر شامل آهک، آهک رسی، مارن و شیل می‌باشد. دو عضو آهک سیمره و امام‌حسن به ترتیب با ستبراهای ۴۳ و ۴۰ متر در سازند گورپی این برش وجود دارد. مرز زیرین و بالایی آن به ترتیب با سازند

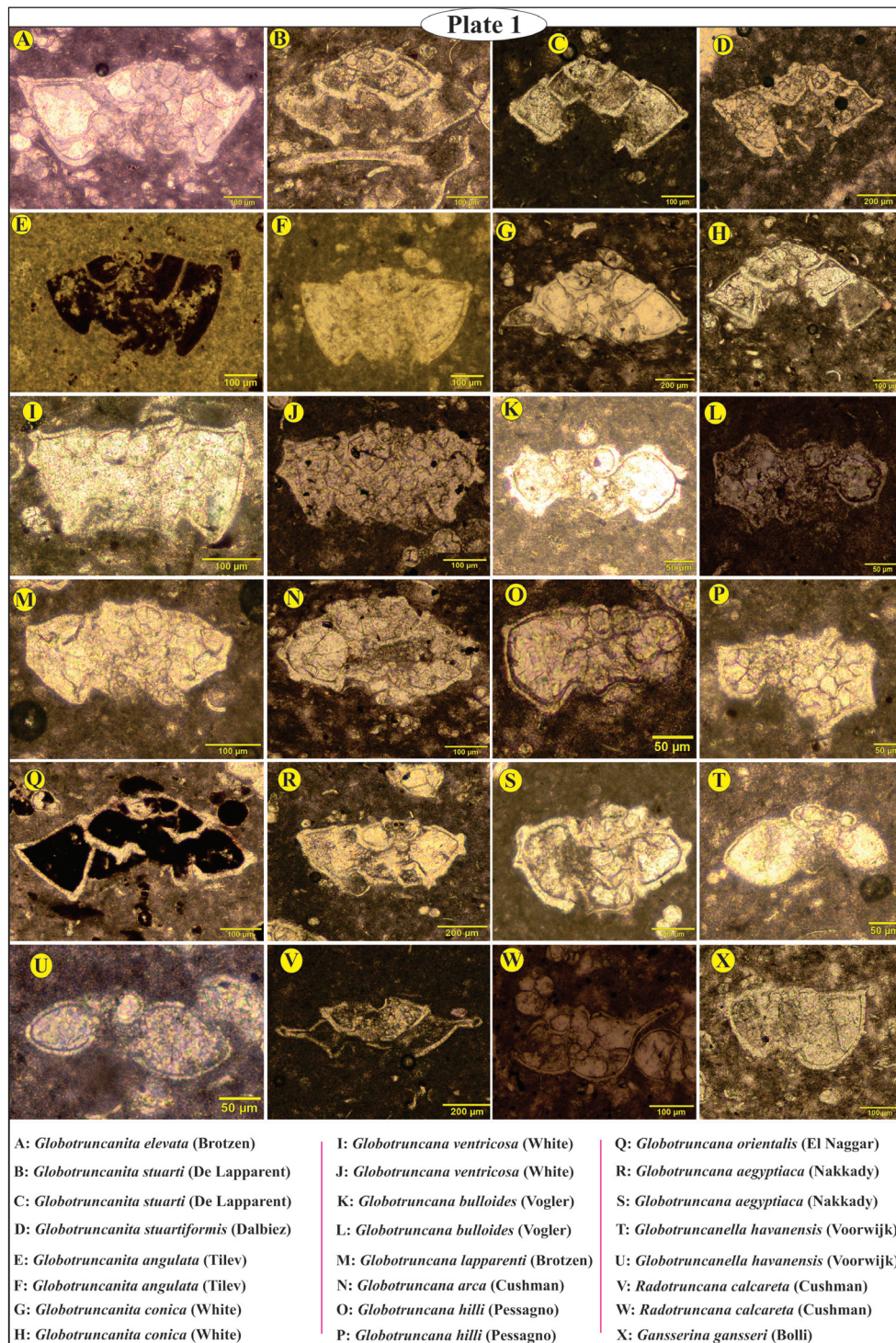
در زیست‌چینه‌نگاری سازند گورپی در برش مورد مطالعه نتایج زیر حاصل شده است:
- سازند گورپی در برش چینه‌شناسی شیخ‌مکان (تاق‌دیس کبیرکوه)، ۱۷۹ متر

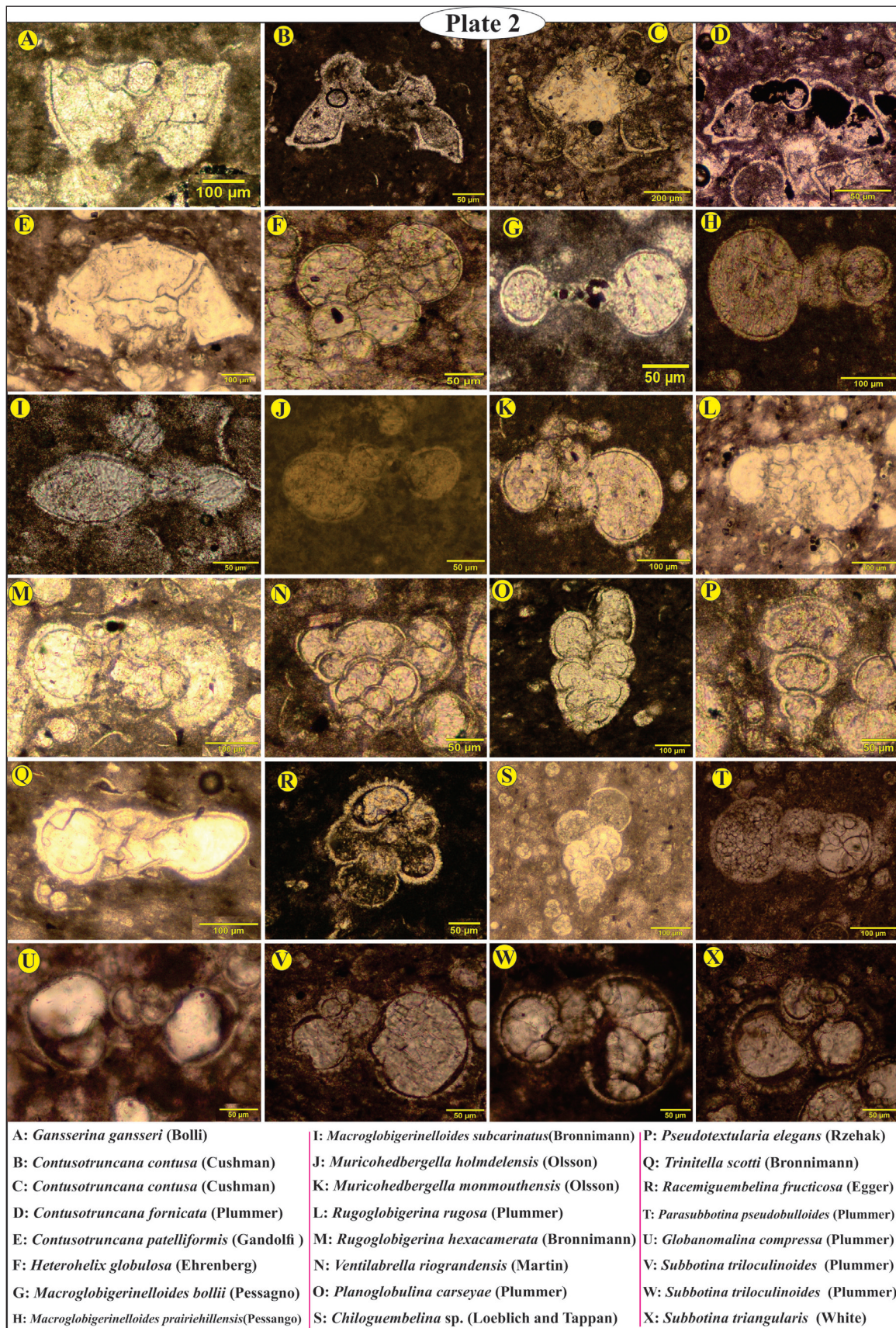
ventricosa Interval Zone. 3- *Radotruncana calcarata* Total Range Zone. 4- *Globotruncanella havanensis* Partial Range Zone. 5- *Globotruncana aegyptiaca* Interval Zone. 6- *Gansserina gansseri* Interval Zone. 7- *Contusotruncana contusa* Total Range Zone. 8- P0: *Guembelitra cretacea* Partial Range Zone. 9- Pα: *Parvularugoglobigerina eugubina* Total Range Zone. 10- P1: *Parasubbotina pseudobulloides* Partial Range Zone= P1a, P1b and P1c

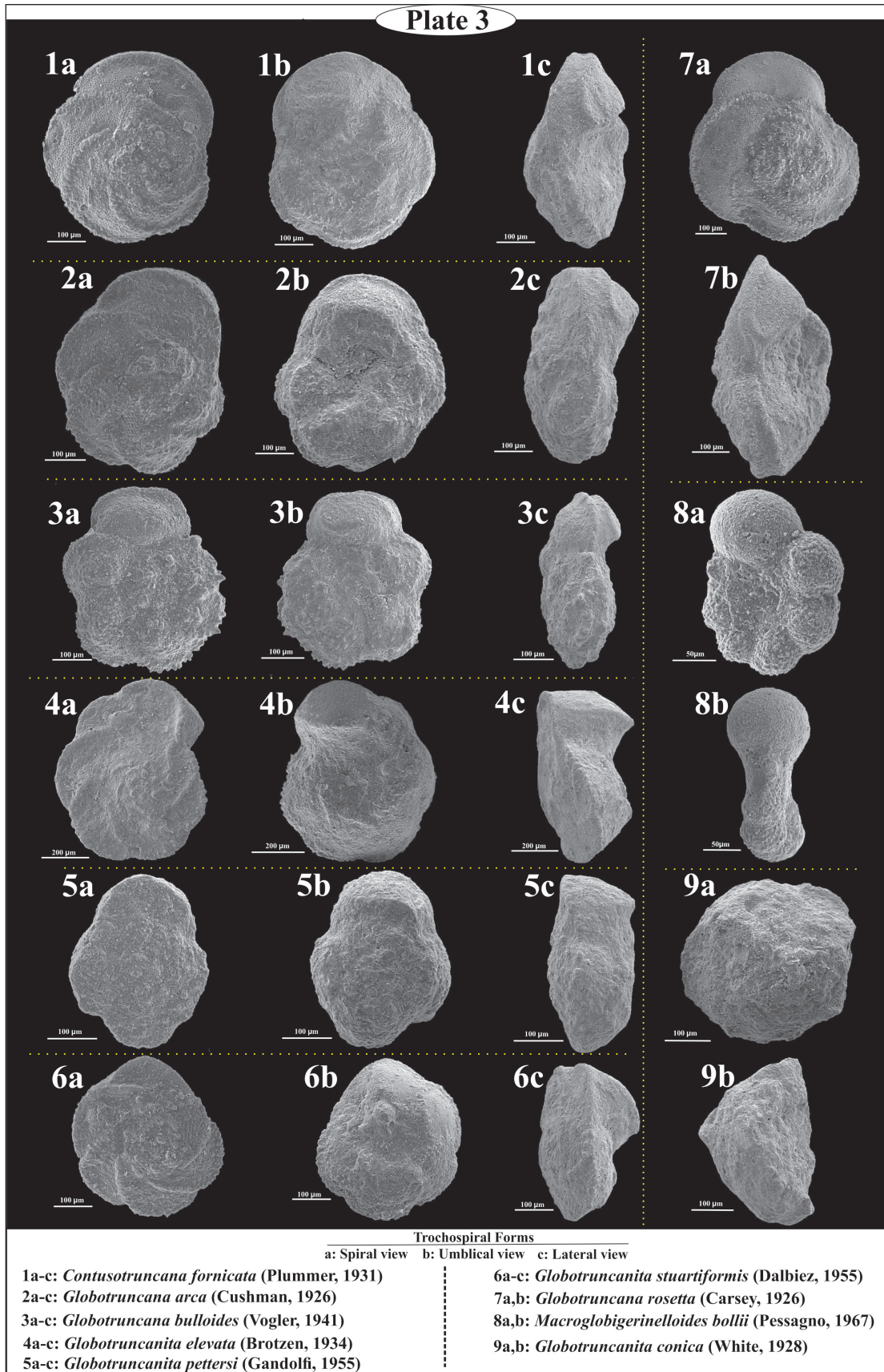
- سن سازند گورپی بر اساس زون‌های زیستی معرفی شده یاد شده در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه اواسط تا اواخر کامپانین پیشین- داین تعیین گردید. همچنین سن عضو آهکی سیمره کامپانین میانی و آهک امام‌حسن کامپانین پسین- مایستریشترین پیشین مشخص شد.

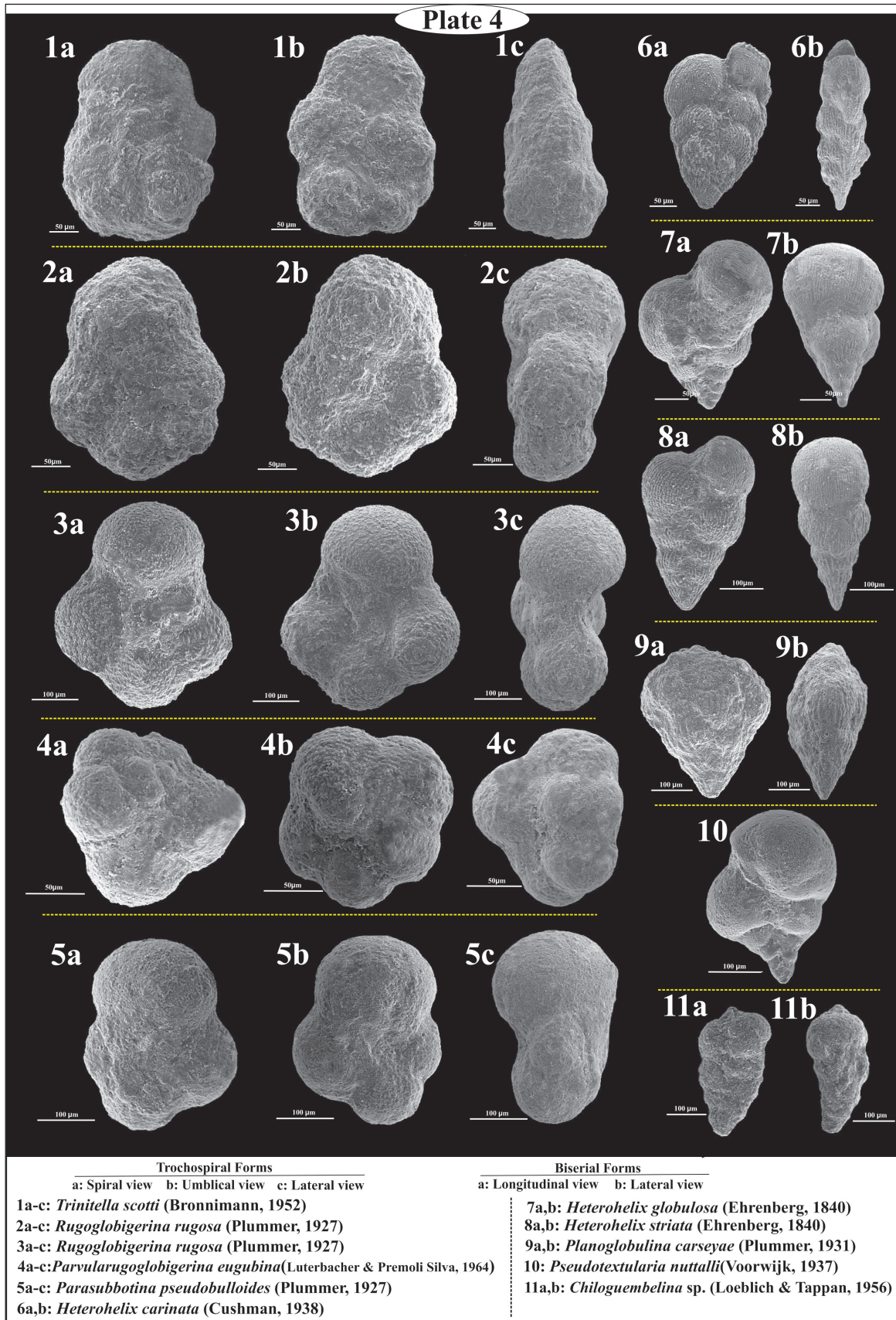
ایلام و سازند پابده به صورت پیوسته و هم‌شیب است.
- مرز کرتاسه-پالئوژن (K/Pg) به صورت پیوسته در میان شیل‌های انتهایی سازند گورپی (۳/۸۵ متر مانده به قاعده سازند پابده) قرار گرفته است و هیچ تغییری در ویژگی‌های سنگ‌شناسی در محل مرز یاد شده دیده نمی‌شود.
- در مطالعات زیست‌چینه‌ای، در مجموع تعداد ۷۷ گونه متعلق به ۲۸ جنس از روزن‌بران پلانکتون مربوط به اواخر کرتاسه و اوایل پالئوژن در سازند گورپی شناسایی شد و براساس زون‌بندی زیستی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli Silva and Verga, 2004) و پرمولی سیلوا و همکاران (Premoli Silva et al., 2003)، ۷ زون زیستی متعلق به اواخر کرتاسه و ۳ زون زیستی متعلق به اوایل پالئوژن به شرح زیر شناسایی و معرفی شدند:

1- *Globotruncanita elevata* Partial Range Zone. 2- *Globotruncana*









کتابنگاری

- اصغریان‌رستمی، م.، ۱۳۹۱، مطالعه زیست‌چینه‌نگاری و جغرافیای دیرینه سازند گورپی در برش میش خاص، جنوب خاور ایلام، با استفاده از روزن‌بران، مجله علوم زمین، سال ۲۲، شماره ۸۵، ص ۱۳۵-۱۴۸. <https://doi.org/10.22071/gsj.2012.54029>
- اصل شیرین، ف.، ۱۳۹۰، نانوستراتیگرافی سازند گورپی در برش کوه سفید (شرق رامهرمز)، رساله کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۷۸ ص.
- حسینی فالچی، ب.ح.، ۱۳۸۵، لیتوستراتیگرافی و نانوستراتیگرافی سازند گورپی در برش تاقدیس منگشت و تاقدیس کمستان (منطقه ایذه)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۹۵ ص.
- دارابی، ق.، مغفوری مقدم، ا.، صادقی، ع.، و یوسفی یگانه، ب.، ۱۳۹۶، زیست‌چینه‌نگاری و تعیین عمق دیرینه سازند گورپی در برش تاقدیس سلطان، پژوهش‌های دانش زمین، سال هشتم، شماره ۳۱، ص ۱۳۷-۱۵۱.
- رحیمی، س.، آشوری، ع. ر.، صادقی، ع. و قادری، ع.، ۱۳۹۷، زیست‌چینه‌نگاری سازند گورپی بر مبنای روزن‌داران پلانکتون در برش گنداب و تطابق آن با برش نمونه، تاقدیس کبیرکوه، جنوب غرب ایران. پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، سال سی و چهارم، شماره ۳، ص ۳۷-۵۲.
- رحیمی، س.، ۱۳۹۰، لیتوستراتیگرافی و بیوستراتیگرافی سازند گورپی در برش کوه سفید (شرق رامهرمز)، رساله کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۵۹ ص.
- شعبانپور حقیقی، آ.، بخشنده، ل.، محتاط، ط.، زمانی پدرام، م.، و وزیری، ح.، ۱۳۹۹، زیست‌چینه‌نگاری و تغییرات سطح آب دریا در رسوبات کنیاسین-ماستریشین در زاگرس (برش پیر غیب) بر اساس فرامینفرهای پلانکتونیک، فصلنامه علمی علوم زمین، ۳۰ (۱۱۸)، ص ۱۷۹-۱۹۰. doi: 10.22071/gsj.2021.127499
- شهریاری، س.، لطفعلی کتی، ا.، امیری بختیار، ح.، و جمالی، ا.، ۱۳۹۷، زیست‌چینه‌شناسی سازند گورپی در تاقدیس اتاران (ناحیه لرستان) براساس نافوسیل‌های آهکی، پژوهش‌های دانش زمین، سال نهم، شماره ۳۵، ص ۱۳۹-۱۶۱. doi: 10.29252/estj.9.3.139
- طاهری، م. ر.، ۱۳۷۷، لیتوستراتیگرافی و میکروبیوستراتیگرافی سازند گورپی در نواحی لرستان، فروافتادگی دزفول و دشت آبادان، پایان نامه کارشناسی ارشد چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، دانشگاه تربیت معلم، ۱۷۱ ص.
- علوی، م.، صادقی، ع.، آدابی، م. ح.، هداوندخانی، ن.، و عظام پناه، ی.، ۱۴۰۳، زیست‌چینه‌نگاری سازند گورپی بر مبنای روزن‌بران پلانکتونی در ناحیه فارس، حوضه زاگرس، فصلنامه علمی علوم زمین، سال سی و چهارم، شماره ۲، ص ۲۹-۴۴. doi: 10.22071/gsj.2023.406025.2098
- مطیعی، ه.، ۱۳۷۴، زمین‌شناسی ایران، زمین‌شناسی نفت زاگرس، جلد‌های ۱ و ۲، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، طرح تدوین کتاب، ۱۰۱۰ ص.
- مطیعی، ه.، ۱۳۷۲، زمین‌شناسی ایران (چینه‌شناسی زاگرس)، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، طرح تدوین کتب زمین‌شناسی، ۵۶۳ ص.
- مغفوری مقدم، ا.، دارابی، ق.، و سولگی، ز.، ۱۳۹۶، زیست‌چینه‌نگاری سازند گورپی در برش تاقدیس زنگول و مقایسه آن با برش کوه سیاه، برش عسلویه و برش چاه ایوان، یافته‌های نوین کاربردی، سال یازدهم، شماره ۲۲، ص ۴۹-۶۴. <http://dx.doi.org/10.22084/nfag.2017.12871.1239>

References

- Asgharian-Rostami, M., 2013. Study of biostratigraphy and paleogeography of the Gurpi Formation in Mish Khas section, south-eastern Ilam, based on foraminifera, *Journal of Geological Sciences*, 22(85), pp. 135-148. <https://doi.org/10.22071/gsj.2012.54029>. (In Persian).
- Alavi, M., Sadeghi, A., Adabi, M.H., Hadavandkhani, N., and Ezampanah, Y., 2024. Biostratigraphy of the Gurpi Formation based on planktonic foraminifera in the Fars area, Zagros basin". *Scientific Quarterly Journal of Geosciences*, 34 (2), pp.29-44. (In Persian). doi: 10.22071/gsj.2023.406025.2098.
- Alavi, M., 2007. Structures of the Zagros fold-thrust belt in Iran. *American Journal of science*, m307(9), pp. 1064-1095.
- Asle-Shirin, F., 2011. *Nanostratigraphy of the Gurpi Formation in Koh Sefid section (East of Ramhormoz)*, M. Sc. thesis, Faculty of Earth Sciences, Univ. of Shahid Beheshti, Iran, 178 p. (In Persian).
- Beiranvand, B., Ghasemi-Nejad, E., Kamali, M. R., and Ahmadi, A., 2014. Sequence stratigraphy of the late Cretaceous–Paleocene Gurpi Formation in southwest Iran, *GeoArabia*, 19(2), pp. 89-102.
- Beiranvand, B., and Ghasemi-Nejad, E., 2013. High resolution planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Gurpi Formation, K/Pg boundary of the Izeh Zone, SW Iran. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 16(1), pp. 5-26. DOI: 10.4072/rbp.2013.1.01.
- Berggren, W.A., and Pearson, P.N., 2005. A revised tropical to subtropical Paleogene planktonic foraminiferal zonation. *The Journal of Foraminiferal Research*, 35(4), pp. 279-298.
- Bolli, H.M., Saunders, J.B., and Perch-Nielsen, K. eds., 1989. *Plankton stratigraphy: volume 1, planktic foraminifera, calcareous nannofossils and calpionellids (Vol. 1)*. CUP Archive.
- Caron, M., 1985. Cretaceous planktic foraminifera; In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., and Perch-Nielsen, K. (eds.). *Plankton Stratigraphy*; Cambridge University Press, Cambridge, pp. 11-86.
- Darabi, G., Moghfouri Moghaddam, I., Sadeghi, A., and Yousefi Yeganeh, B., 2017. Biostratigraphy and Palaeobathymetry of Gurpi Formation in Anticlin Sultan, *Researches in Earth Sciences*, 8(31), pp. 137-152. (In Persian).
- Darvishzad, B., Ghaseminezhad, E., Ghourchaei, S., and Keller, G., 2007. Planktonic foraminiferal biostratigraphy and faunal turnover across the Cretaceous-Tertiary boundary in southwestern Iran, *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*, 18(2), pp. 139-149.
- Homke, s., Verges, J., Serra-Kiel, J., Bernaola, G., Sharp, I., Garcés, M., Montero-Verdú, I., Karpuz, R., and Goodarzi, M-H., 2009. Late Cretaceous–Paleocene formation of the proto–Zagros foreland basin, Lorestan Province, SW Iran, *GSA Bulletin*, 121(7/8), pp. 963–978. doi:10.1130/B26035.1.

- Hosseini Falhi, B.H., 2006. *Lithostratigraphy and Nanostratigraphy of the Gurpi Formation in Mangesht Anticline and Kamestan Anticline (Izeh area)*, M. Sc. thesis, Faculty of Earth Sciences, Univ. of Shahid Beheshti, Iran, 195 p. (In Persian).
- James, G. A., and Wynd, J. G., 1965. stratigraphy nomenclature of the Iranian, oil consortium agreement area, Report No.1027.
- Loeblich, A. R., and Tappan, H., 1988. Foraminifera Genera and their Classification, Van Nostrand Reinhold, New York, 970 p.
- Maghfour- Moghaddam I., Darabi, G., and Solghi, Z., 2017. *Microbiostratigraphy of the Gurpi Formation at Zangol Anticline and comparison with the Kohe Siya section, Assaluyeh section and Ivan well, New Findings in Applied Geology*, 11(22), pp. 49-64. <http://dx.doi.org/10.22084/nfag.2017.12871.1239>. (In Persian).
- Motiei, H., 1995. *Geology of Iran: Petroleum geology of Zagros*. Geological Survey of Iran Publications, 1010 p. (In Persian).
- Motiei, H., 1993. *Geology of Iran (Zagros Stratigraphy), Stratigraphy of Zagros*. Geological Survey of Iran Publication, Tehran, 536 p. (In Persian).
- Olsson, R. K., Berggren, W. A., Hemleben, C. and Huber, B. T. 1999. Atlas of Paleocene planktonic foraminifera, SMITHSONIAN INSTITUTION PRESS, Washington, 252 p.
- Postuma, J. A., 1971. Manual of planktonic foraminifera, Amsterdam, London, Elsevier. 420 p.
- Piryaei, A., Reijmer, J.J., van Buchem F.S., Yazdi-Moghaddam, M., Sadouni, J., and Danelian, T., 2010. The influence of Late Cretaceous tectonic processes on sedimentation patterns along the northeastern Arabian plate margin (Fars Province, SW Iran), Geological Society, London, Special Publications 330: pp. 211-251. <https://doi.org/10.1144/sp330.11>.
- Premoli-Silva, I., and Verga, D., 2004. Practical Manual of Cretaceous Planktonic Foraminifera, Course 3. In: Verga, D., Rettroi, R. (Eds.), International school of Planktonic Foraminifera. Universities of Perugia and Milano. Tripografiadi di Pontefecino, Perugia, 283 p.
- Premoli Silva, I., Rettroi, R., and Verga, D., 2003. Practical Manual of Paleocene and Eocene Planktonic Foraminifera, Course 2. In: Verga, D., Rettroi, R. (Eds.), International school of Planktonic Foraminifera. Universities of Perugia, 152 p.
- Rahimi, s., Ashouri, A.R., Sadeghi, A., and Ghaderi, A., 2018. *Biostratigraphy of the Gurpi Formation Based on Planktonic foraminifera in Gandab section and it's comparison with Type section, Kabir-Kuh anticline, SW Iran*. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 34(3), pp. 37-52. (In Persian). doi: 10.22108/jssr.2018.112943.1068.
- Rahimi, S., 2011. *Lithostratigraphy and Biostratigraphy of the Gorpi Formation in Koh Sefid section (east of Ramhormoz)*, M. Sc. thesis, Faculty of Earth Sciences, Univ. of Shahid Beheshti, Iran, 159 p. (In Persian).
- Razmjooei, M.J., Shahryari, S., Kani, A., Ullmann, C.V., Jamali, A.M., Rahimi, S., Verges, J., and Thibault, N., 2021. Integrated bio-and carbon isotope stratigraphy of the Campanian–Danian sedimentary succession in Lorestan (Zagros Basin, Iran): Implications for syntectonic facies distribution and basin evolution. *Journal of Asian Earth Sciences*, 214, 104779. <https://doi.org/10.1016/j.jseae.2021.104779>.
- Razmjooei, M. J., Thibault, N., Kani, A., Ullmann, C. V., Jamali, A. M. J. G., and Change, P., 2020. Santonian-Maastrichtian carbon-isotope stratigraphy and calcareous nannofossil biostratigraphy of the Zagros Basin: Long-range correlation, similarities and differences of carbon-isotope trends at global scale, 184:103075. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.103075>.
- Robaszynski, F., and Caron, M., 1995. Foraminiferes Planktic of Cretace: Commentary on the Europe-Mediterranean zonation. *Bulletin of the Societe Geologique de France*, 166(6), pp. 681- 692.
- Saura, E., Vergés, J., Homke, S., Blanc, E., Serra-Kiel, J., Bernaola, G., Casciello, E., Fernández, N., Casini, G., Embry, J.C., and Sharp, I.R., 2011. Basin architecture and growth folding of the NW Zagros early foreland basin during the Late Cretaceous and early Tertiary. *Journal of the Geological Society*, 168(1), pp. 235-250. doi: 10.1144/0016-76492010-092.
- Shaabanpour-Haghighi, A., Bakshshandeh, L., Mohtat, T., Zamani Pedram, M., and Vaziri, S. H. 2021. 'Biostratigraphy and sea level change in the Coniacian-Maastrichtian deposits of the Fars basins (Pyrgheib section) based on planktonic foraminifera', *Scientific Quarterly Journal of Geosciences*, 30(118), pp. 179-190. (In Persian). doi: 10.22071/gsj.2021.127499.
- Shahriari, S., Lotfali Kani, A., Amiri Bakhtiar, H., and Jamali, A., 2018. *Biostratigraphy of the Gurpi Formation in Anaran aAnticline (Lurestan area) based on calcareous nannofossils*, *Researches in Earth Science*, 9(35), pp. 139-161. (In Persian). doi: 10.29252/esrj.9.3.139.
- Sliter, W.V., 1989. Biostratigraphic zonation for Cretaceous planktonic foraminifers examined in thin section. *Journal of Foraminiferal Research*, 19(1), pp. 1-19.
- Stöcklin, J., 1968. Structural history and tectonics of Iran: a review. *AAPG bull.* 52(7), 1229-1258.
- Stöcklin, J., and Setudehnia, A., 1991. Stratigraphic Lexicon of Iran; Geological Survey of Iran, Tehran, 18, 409.
- Taheri, M. R., 1998. *Lithostratigraphy and Biostratigraphy of the Gurpi Formation in Lurestan area and Abadan plain*. M. Sc. thesis, Uni of Tabiat Moallem, Iran, 171p. (In Persian).
- Tarash, Z., and Vaziri-Moghaddam, H., 2024. Biostratigraphy of the Upper Cretaceous Gurpi Formation: enhancing correlation potential by identification of abundance events of planktonic foraminifera as auxiliary indicators. *Journal of African Earth Sciences*, 216(1):105292. DOI: 10.1016/j.jafrearsci.2024.105292.
- Vaziri-Moghaddam, H., 2002. Biostratigraphic study of the Ilam and Gurpi Formations based on planktonic foraminifera in SE of Shiraz (Iran). *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*, 13(4), pp. 339-356.
- Wade, B.S., Pearson, P.N., Berggren, W.A., and Pälike, H., 2011. Review and revision of Cenozoic tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and calibration to the geomagnetic polarity and astronomical time scale. *Earth-Science Reviews*, 104(1-3), pp. 111-142.