

Original Research Paper

Biostratigraphy of the Gurpi Formation based on planktonic foraminifera in the Fars area, Zagros basin

Maryam Alavi¹, Abbas Sadeghi^{1*}, Mohammad Hossein Adabi¹, Nasrin Hadavandkhani¹, and Yadolah Ezampanah²

¹ Department of Geology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

² Department of Geology, Faculty of Basic Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 2023 July 12

Accepted: 2023 November 25

Available online: 2024 June 21

Keywords:

Gurpi Formation

Upper Cretaceous

Foraminifera

Zagros

Fars

Sarbalesh

ABSTRACT

In order to study the biostratigraphy of the Gurpi Formation in the Fars area, a stratigraphic section is selected and sampled in the Sarbalesh anticline. The thickness of the Gurpi Formation in this section is 346.3 meters and its main lithology includes argillaceous limestone and shale. The lower boundary with the Sarvak Formation indicates a disconformity with dissolution holes and iron oxide bearing fragments, and its upper boundary with the Pabdeh Formation indicates a disconformity with a 30 cm thick key horizon containing phosphate nodules. In this study, by identifying 66 species belonging to 22 genera of planktonic foraminifera, 9 biozones were identified and introduced based on the Tethys standard biozonation of Premoli Silva and Verga (2004). The age of the Gurpi Formation based on identified biozones is determined from the early Santonian to the late Maastrichtian. The K/Pg boundary is located at the end of the key horizon containing phosphate nodules and correlates with the lithostratigraphic boundary of the Gurpi and Pabdeh formations.

1. Introduction

The Gurpi Formation is one of the most known and widespread formations in the Zagros Mountains in the northwest-southeast of Iran. Gurpi has been reported in some areas with source rock potential and in others with cap rock potential for hydrocarbon reservoirs (Motiei, 1995). The aforementioned characteristics and having the K/Pg boundary have made this formation very important in petroleum studies. In lateral extent, the Gurpi Formation is


associated with changes in the thickness and facies. The age of the Gurpi Formation shows differences in the Zagros basin so that the base of this formation is reported from Santonian in the Fars area to Middle Campanian in the Lorestan area and its top from Maastrichtian in the Fars area to Danian-Selandian in the Lorestan area (e.g., Beiranvand and Ghasemi-Nejad, 2013; Fereydoonpour *et al.*, 2014; Razmjooei *et al.*, 2018; Senemari and Foroughi, 2022,


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

Citation:

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), 132, 29-44. <https://doi.org/10.22071/gsj.2023.406025.2098>.

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

 doi: 10.22071/gsj.2023.406025.2098

 dor: 20.1001.1.10237429.1403.34.2.2.8



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

Ezampanah *et al.*, 2022). The K/Pg boundary in some areas is located at the top of this formation (*e.g.*, Rahimi *et al.*, 2020) and in some other areas within the Gurpi Formation (*e.g.*, Mahdavian Rad, 2009). The biozonation of the Gurpi Formation has mostly been local and based on the biozonation of Wynd (1965), and the Tethys new standard biozonation has been less used. The importance of the Gurpi Formation and the lack of such studies caused one stratigraphic section of this formation to be selected in the Fars area and studied based on the biozonation of Premoli-Silva and Verga (2004).

This stratigraphic section is located on the northern edge of the Sarbalesh anticline, in the south of Kazerun city, at the coordinates N 29° 34' 3.7" and E 51° 33' 9.81". It can be accessed via the Bushehr-Shiraz road, 20 km after Kazerun two-ways. From Kazerun two-ways on Shiraz road towards Bushehr after 20 km, there is Banaf village road. After 2 km, this road leads to a crossroads, one of which goes to the east (Banaf and Alif villages) and the other to the north. From the northern road, after 5 km, there is an old tunnel, before that a dirt road to the east side separated. The studied section is located 2 km from this dirt road (Figure 1).

2. Research methodology

After the initial visits and choosing the studied section, 387 samples were taken. Sampling distances are regular and maximum of 1 m, which is reduced to at least 10 cm at the place of lithological changes and near the boundaries. Thin sections were prepared from the rock samples and the soft sediment samples were washed to separate the microfossils. Photography of isolated forms was done by a VEGA-TESCAN model electron microscope at Razi Metallurgical Research Center in Tehran. Microfossil species were identified in thin sections by an Olympus/CX31 microscope in the paleontological laboratory of Shahid Beheshti University. Identification of genera and species is based on Postuma (1971); Loeblich and Tappan (1981); Robaszynski *et al.* (1984); Caron (1985) and Premoli-Silva and Verga (2004).

3. Results and discussions

3.1. Lithostratigraphic features of the Gurpi Formation in the studied section

The Gurpi Formation in the studied section has a thickness of 346.3 m and includes gray shales and gray, yellow, and cream-to-brown argillaceous limestones (Figure 2). The lower boundary of the Gurpi Formation with the Sarvak Formation in this section is disconformably and along with dissolution holes, extensive traces of iron oxide compounds on the surface of the top layers of the Sarvak Formation (Figure 3). Its upper boundary with the Pabdeh Formation is disconformably and indicates a gap from the early to the late Danian. Between the Gurpi and Pabdeh Formations, there

is a 30 cm horizon containing phosphate nodules (Figure 4), which varies in the lateral directions.

3.2. Biostratigraphy of the Gurpi Formation in the studied section

In the biozonation of the Gurpi Formation based on the global biozonation of Premoli-Silva and Verga (2004), 9 biozones were introduced as follows in the studied section:

- *Dicarinella asymetrica* Total Range Zone: This biozone occupies 173 meters from the base of the Gurpi Formation in Sarbalesh stratigraphic section. The diversity of large complex heterohelicids and different species of *Macroglobigerinelloides* are features of this biozone. This biozone corresponds to the biozone of the same name from biozonation of Premoli-Silva and Verg (2004) with the Early Santonian to Early Campanian age.

- *Globotruncanita elevata* Partial Range Zone: This biozone occupies 16 meters of the Gurpi Formation after biozone 1 in the studied section. The first appearance of *Globotruncana orientalis* and *Rugoglobigerina rugosa* is in this biozone. This biozone corresponds to the biozone with the same name from biozonation of Premoli-Silva and Verga (2004) with the early Campanian age.

- *Globotruncana ventricosa* Interval Zone: This biozone occupies 11 meters of the Gurpi Formation after biozone 2 in the studied section. In addition to the zonal marker, the species *Contusotruncana patelliformis*, *Contusotruncana plummerae*, *Globotruncana mariei*, and *Muricohedbergella monmouthensis* appear for the first time in this zone. The disappearance of *Globotruncanita elevata* towards the upper part of the zone is another feature of this biozone. This biozone corresponds to the biozone with the same name from biozonation of Premoli-Silva and Verga (2004) with the middle to late Campanian age.

- *Rudotruncana calcarata* Total Range Zone: This biozone occupies 14 meters of the thickness of the Gurpi Formation after biozone 3 in the studied section. In addition to the zonal marker, the appearance of *Globotruncanella havanensis* occurs in this zone. This biozone corresponds to the biozone with the same name from biozonation of Premoli-Silva and Verga (2004) with the late Campanian age.

- *Globotruncanella havanensis* Partial Range Zone: This biozone occupies 9 meters of the thickness of the Gurpi Formation after biozone 4 in the studied section. The first appearance of *Rugotruncana subcircumnodifer* species occurred in this zone. This biozone corresponds to the biozone with the same name from biozonation of Premoli-Silva and Verga (2004) with the late Campanian age.

- ***Globotruncana aegyptiaca* Interval Zone:** This biozone occupies 47 meters of the thickness of the Gurpi Formation after biozone 5 in the studied section. In this zone, subtle changes have been made in the assemblages of planktonic foraminifera, so that in addition to the first appearance of the zonal marker, new species of *Rugoglobigerina* (*R. hexacamerata*) are appeared. In this zone, the abundance of *Globotruncana lapparenti* decreases significantly towards the top of the zone. This biozone corresponds to the biozone with the same name from the biozonation of Premoli-Silva and Verga (2004) with the latest Campanian age.

- ***Gansserina gansseri* Interval zone:** This biozone occupies 34 meters of the thickness of the Gurpi Formation after biozone 6 in the studied section and is characterized by numerous changes in the faunal composition. Besides the zonal marker, the first appearance of *Contusotruncana walfishensis*, *Globotruncanita angulata*, and *Globotruncanella minuta* occurred in this biozone. Along with the relative increase in the abundance of rugoglobigerinids, the decrease in the abundance of globotruncanids towards the upper parts of the zone, the disappearance of *Globotruncana lapparenti* in the beginning part of the zone, and *Macrolobigerinelloides bollii* in the upper part can also be seen. The Campanian-Maastrichtian stages boundary is located in this biozone. This biozone corresponds to the biozone with the same name from the biozonation of Premoli-Silva and Verga (2004) with the latest Campanian- early Maastrichtian age.

- ***Contusotruncana contusa/ Racemiguembelina fructicosa* Interval Zone:** This biozone occupies 26 meters of the thickness of the Gurpi Formation after biozone 7 in the studied section. In this biozone, first *Racemiguembelina fructicosa* and then *Contusotruncana contusa* appear. One of the characteristics of this zone is the appearance of *Trititella scotti* coincides with *Contusotruncana contusa* and *Racemiguembelina fructicosa*. This biozone corresponds to the biozone with the same name from the biozonation of Premoli-Silva and Verga (2004) with the early- late Maastrichtian age.

- ***Abathomphalus mayaroensis* Interval Zone:** This zone occupies 16.3 meters of the thickness of the Gurpi Formation after biozone

8 in the studied section. Some characteristics of this zone based on the biozonation of Premoli-Silva and Verga (2004) include a drastic change in the fauna due to the extinction at the end of the Cretaceous, the disappearance of species such as *Globotruncana bulloides*, *Contusotruncana fornicata*, and *Contusotruncana patelliformis* at the base of the zone or slightly after that, the very low abundance of species such as *Globotruncana linneiana* and *Pseudoguembelina costulata* in the lower half of the zone and then their disappearance in the upper part of the zone. In the Sarbalesh section, there are the mentioned characteristics in this zone.

In Figure 5, biostratigraphic chart of the Gurpi Formation in the Sarbalesh section can be observed. In plates 1-4, isolated forms and thin sections images of the microfossils are presented.

4. Conclusion

The Gurpi Formation has 346.3 m thickness in the Sarbalesh section and is mainly composed of more or less uniform lithology consisting of shale and argillaceous limestone. Its lower boundary with the Sarvak Formation is a disconformity with iron oxide-containing fragments and dissolution holes on the surface of the Sarvak Formation sediments, and its upper boundary with the Pabdeh Formation is a disconformity along with a 30 cm horizon containing phosphate nodules.

The K/Pg boundary corresponds to the boundary of the Gurpi and Pabdeh formations in the 30 cm horizon containing phosphate nodules.

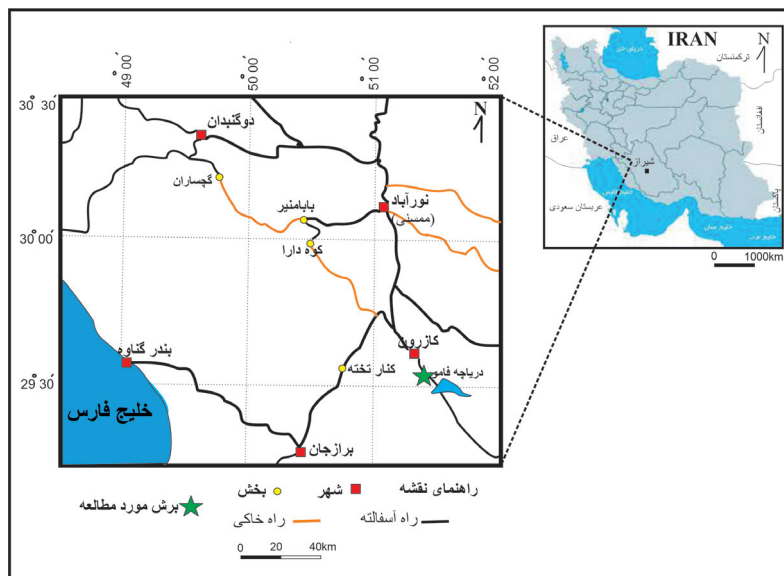
In the biostratigraphic studies of the Gurpi Formation, 66 species belonging to 22 genera of planktonic foraminifera were identified and based on the biozonation of Premoli-Silva and Verga (2004), 9 biozones were defined and introduced as follows: *Dicarinella asymetrica* Total Range Zone, *Globotruncanita elevata* Partial Range Zone, *Globotruncana ventricosa* Interval Zone, *Radotruncana calcarata* Total Range Zone, *Globotruncanella havanensis* Partial Range Zone, *Globotruncana aegyptiaca* Interval Zone, *Gansserina gansseri* Interval Zone, *Contusotruncana contusa/ Racemiguembelina fructicosa* Interval Zone and *Abathomphalus mayaroensis* Interval Zone.

The age of the Gurpi Formation based on identified biozones and planktonic foraminiferal assemblages, is early Santonian-late Maastrichtian.

انتخاب و از لحاظ زیست‌چینه‌نگاری بر مبنای زون‌بندی زیستی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli-Silva and Verga, 2004) مطالعه شود.

این برش در یال شمالی تاقدیس سربالش واقع در جنوب شهر کازرون به مختصات قاعده‌ای "N 29° 34' 3.7" و "E 51° 33' 9.81" قرار دارد. راه دسترسی به آن از طریق جاده بوشهر به شیراز، ۲۰ کیلومتر بعد از دوراهی کازرون امکان‌پذیر است. از دوراهی کازرون در مسیر جاده شیراز به سمت بوشهر پس از طی ۲۰ کیلومتر، جاده روستای بنف وجود دارد. این جاده پس از طی ۲ کیلومتر به یک دوراهی منتهی می‌شود که یکی به سمت خاور (روستاهای بنف و الیف) و دیگری به سمت شمال می‌رود. از جاده شمالی پس از طی ۵ کیلومتر یک تونل قدیمی وجود دارد که پیش از آن یک جاده خاکی به سمت خاور جدا می‌شود. برش مورد مطالعه در ۲ کیلومتری این جاده خاکی قرار دارد (شکل ۱).

تفاوت‌هایی در مناطق مختلف حوضه رسوبی زاگرس می‌باشد، به طوری که قاعده این سازند در بازه‌ای از سانتونین در فارس تا کامپانین میانی در لرستان و راس آن در بازه‌ای از ماستریشتین در فارس تا دانین-سلان‌دین در لرستان گزارش شده است. مرز K/Pg نیز در برخی نواحی از راس سازند گورپی (حکیم، ۱۳۹۶؛ محمدزاده، ۱۳۹۷؛ Rahimi et al., 2020) و در برخی از نواحی دیگر در داخل سازند گورپی (فورچایی، ۱۳۸۵؛ مهدویان راد، ۱۳۸۸) گزارش شده است. زون‌بندی زیستی انجام شده بر روی سازند گورپی بیشتر به صورت محلی و بر اساس زون‌بندی زیستی واین (Wynd, 1965) بوده و کمتر از زون‌بندی‌های زیستی جدید استاندارد در محدوده تیتس استفاده شده است. اهمیت سازند گورپی از یک سو و کمبود چنین مطالعاتی از سوی دیگر سبب شد تا یک برش چینه‌شناسی از این سازند در ناحیه فارس



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی برش سربالش و راه‌های دسترسی به آن.

Figure 1. The geographical location of the Sarbalesh stratigraphic section and its access roads.

۲- روش پژوهش

و مدت ۲۴ ساعت به آن زمان داده شد. نمونه‌های مورد نظر در الک‌های ۱۸ و ۶۰ و ۱۲۰ و ۲۳۰ مش با آب فراوان شسته شدند تا گل موجود در بین ذرات به طور کامل خارج شود. جهت مشخص شدن نمونه‌های احتمالی باقیمانده در منافذ الک‌ها، پس از هر بار استفاده، الک‌ها در محلول بلودومیتین قرار گرفتند. سپس رسوبات به دست آمده از هر الک درون بشر جداگانه‌ای با شماره مخصوص مش و نمونه منتقل شد. بشر حاوی نمونه به مدت ۲۴ ساعت در هوای آزاد قرار داده شد تا محتوای آن کاملاً خشک شود. رسوبات خشک شده درون قوطی‌های مخصوص با درج شماره نمونه ریخته و جهت رفع رسوبات زائد نهایی از دستگاه اولتراسونیک استفاده شد. فرم‌های آزاد روزن‌بران به دست آمده از رسوبات مورد نظر شناسایی شدند و گونه‌هایی با بهترین حفظ‌شدگی انتخاب و در داخل سلول‌های مخصوص نگهداری میکروفسیل با شماره مشخص قرار گرفتند. سپس فرم‌های آزاد شناسایی شده در سه جهت پیشگی، نافی و نیم‌رخ بر روی پایه‌های مخصوص که سطح آن دارای پوششی

به منظور مطالعه و بررسی سازند گورپی در برش مورد مطالعه، اطلاعاتی شامل عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای، نقشه‌های زمین‌شناسی و جغرافیایی، گزارشات موجود در شرکت ملی نفت ایران، مقالات، کتاب‌ها، پایان‌نامه‌ها و همچنین پایگاه‌های اطلاعات علمی آنلاین و اینترنتی جمع‌آوری شد. پس از بازدیدهای اولیه و انتخاب برش چینه‌شناسی مورد مطالعه، تعداد ۳۸۷ نمونه برداشت شد. فواصل نمونه‌برداری به طور منظم و بیشینه ۱ متر می‌باشد که در محل تغییرات سنگ‌شناسی و در نزدیکی مرزها تا حداقل ۱۰ سانتی‌متر کاهش یافته است. از نمونه‌های سنگی برداشت شده مقاطع نازک تهیه شد و نمونه مربوط به رسوبات نرم جهت جداسازی میکروفسیل‌ها مورد شستشو قرار گرفت. برای آماده‌سازی در آزمایشگاه رسوب‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی تهران، ابتدا حدود ۱۸۰ گرم رسوب از نمونه نرم در بشر ریخته و به آن آب اضافه شد و به مدت ۴۸ ساعت در آب خیسانده شد. به دلیل وجود رسوبات اضافی بر روی فسیل‌ها در این مرحله محلول اسید استیک ۱۰ درصد به نمونه افزوده

زیر در برش مورد مطالعه معرفی شدند:

– زیست‌زون شماره ۱: *Dicarinella asymmetrica* Total Range Zone

این زون زیستی که از نوع گستره‌ای کامل است ۱۷۳ متر از قاعده سازند گورپی در برش چینه‌شناسی سربالش را به خود اختصاص داده است. مرز زیرین و بالایی آن به ترتیب منطبق با ظهور و انقراض گونه *Dicarinella asymmetrica* می‌باشد. مرز بالایی این زون زیستی با انقراض تمام گونه‌های *Dicarinella* و *Marginotruncana* همراه است. تنوع هتروهلپسیدهای پیچیده بزرگ و گونه‌های مختلف جنس *Macroglobigerinelloides* از دیگر ویژگی‌های این زون زیستی است. این زون زیستی منطبق با زون زیستی همانم از زون‌بندی زیستی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli-Silva and Verga, 2004) با سن سانتونین پیشین تا ابتدای کامپانین پیشین می‌باشد. مجموعه همزیست زیر در این زون زیستی شناسایی شده است:

Dicarinella concavata, *Dicarinella asymmetrica*, *Marginotruncana marginata*, *Marginotruncana pseudolinneiana*, *Marginotruncana Schneegansi*, *Marginotruncana tarfayensis*, *Marginotruncana coronata*, *Marginotruncana sigali*, *Marginotruncana cf. sinousa*, *Marginotruncana sinousa*, *Whiteinella baltica*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix moremani*, *Heterohelix reussi*, *Heterohelix sp.*, *Muricohedbergella holmdelensis*, *Contusotruncana fornicata*, *Archaeoglobigerina blowi*, *Archaeoglobigerina cretacea*, *Macroglobigerinelloides prairiehillensis*, *Macroglobigerinelloides caseyi*, *Macroglobigerinelloides bollii*, *Macroglobigerinelloides subcarinatus*, *Macroglobigerinelloides messinae*, *Macroglobigerinelloides ultramicrus*, *Globotruncana bulloides*, *Globotruncana hilli*, *Globotruncana lapparenti*, *Globotruncana arca*, *Globotruncana linneiana*, *Globotruncana sp.*, *Ventilabrella glabrata*, *Ventilabrella sp.*, *Globotruncanita elevata*, *Globotruncanita stuartiformis*.

از چسب مسی است چسبانده شدند. تمامی نمونه‌ها پیش از عکس‌برداری با لایه بسیار نازکی از طلا پوشش داده شدند و فرایند عکس‌برداری از آن‌ها با میکروسکوپ الکترونی مدل VEGA-TESCAN در مرکز پژوهشی متالورژی رازی تهران صورت پذیرفت. مطالعه و شناسایی نمونه‌های فسیلی موجود در مقاطع نازک با میکروسکوپ دوچشمی Olympus/CX31 و عکس‌برداری از نمونه‌های مناسب توسط دوربین دیجیتال Olympus/SC50 در آزمایشگاه فسیل‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی تهران صورت پذیرفت. در نهایت، شناسایی جنس‌ها و گونه‌های روزن‌بران کرتاسه بر مبنای منابع معتبر انجام گرفت (Postuma, 1971; Robaszynsky et al., 1984; Caron, 1985; Loeblich and Tappan, 1988; Premoli-Silva and verga, 2004).

۳- داده‌ها و اطلاعات

۳-۱- ویژگی‌های سنگ چینه‌شناسی سازند گورپی در برش سربالش

سازند گورپی در برش مورد مطالعه ۳۴۶/۳ ستبرا دارد و به‌طور عمده از شیل‌های خاکستری‌رنگ و سنگ‌آهک‌های رسی خاکستری، زرد و کرم تا قهوه‌ای تشکیل شده است (شکل ۲).

مرز زیرین سازند گورپی در این برش با سازند سروک ناپیوسته فرسایشی (Disconformity) و همراه با حفرات انحلالی، آثار گسترده اکسید آهن و قله‌های حاوی ترکیبات آهن بر سطح آخرین لایه‌های سازند سروک است (شکل ۳). مرز بالای آن با سازند پابده ناپیوسته و همراه با یک نبود چینه‌شناسی در فاصله زمانی داتین پیشین تا داتین پسین می‌باشد. در حدفاصل دو سازند گورپی و پابده یک افق ۳۰ سانتی‌متری حاوی ندول‌های فسفات (شکل ۴) وجود دارد که در جهت جانبی متغیر است.

۳-۲- زیست‌چینه‌نگاری رسوبات سازند گورپی در برش سربالش

در مطالعه زون‌بندی زیستی سازند گورپی بر مبنای زون‌بندی استاندارد جهانی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli-Silva and Verga, 2004) ۹ زون زیستی به شرح



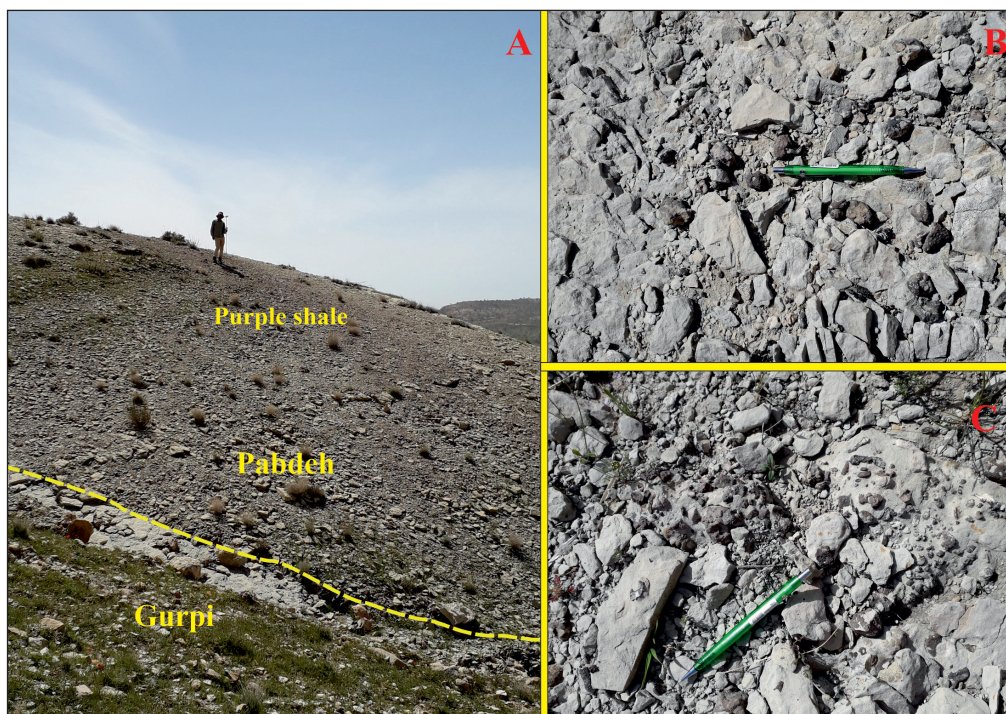
شکل ۲- نمای کلی نهشته‌های سازند گورپی در برش سربالش (دید به سمت باختر تا شمال باختر).

Figure 2. General view of the Gurpi Formation deposits in the Sarbalesh section (view toward West to North-West).



شکل ۳- A) مرز زیرین سازند گورپی با سازند سروک (دید به سمت شمال)؛ B) آثار اکسید آهن در نهشته‌های راس سازند سروک؛ C) آثار انحلال در نهشته‌های راس سازند سروک؛ D و E) قلوه‌های هماتی و حفرات انحلالی رأس سازند سروک.

Figure 3-A) The lower boundary of the Gurpi Formation with the Sarvak Formation (view toward North), B) Iron oxide traces, C) Effects of dissolution, D and E) Iron oxide-bearing fragments and dissolution holes in top deposits of the Sarvak Formation.



شکل ۴- A) مرز سازند گورپی با سازند پابده، B و C) ندول‌های آشکار فسفات در مرز گورپی با پابده.

Figure 4-A) The upper boundary of the Gurpi Formation with the Sarvak Formation, B and C) Phosphate nodules on the boundary of the Gurpi and Pabdeh formations.

زیست‌زون شماره ۲: *Globotruncanita elevata* Partial Range Zone

این زون زیستی از نوع گستره بخشی است که بر اساس محدوده‌ای از حضور *Globotruncanita elevata* در حدفاصل دو افق زیستی انقراض *Dicarinella asymerica* در پایین و ظهور *Globotruncanita ventricosa* در بالا تعریف شده است. این زون ۱۶ متر از سازند گورپی را پس از زون زیستی ۱ در برش مورد مطالعه به خود اختصاص داده است. در برش سربالشی نخستین حضور گونه‌های *Globotruncanita orientalis* و *Rugoglobigerina rugosa* در این زون زیستی رخ می‌دهد. این زون زیستی منطبق با زون زیستی با همین نام از زون‌بندی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli-Silva and Verga, 2004) با سن کامپانین پیشین است. مجموعه همزیست زیر در این زون زیستی شناسایی شده است:

Globotruncanita elevata, *Globotruncanita stuartiformis*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Globotruncanita orientalis*, *Globotruncanita hilli*, *Globotruncanita arca*, *Globotruncanita bulloides*, *Globotruncanita lapparenti*, *Globotruncanita sp.*, *Contusotruncanita fornicata*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix reussi*, *Heterohelix sp.*, *Macroglobigerinelloides bollii*, *Macroglobigerinelloides ultramicrus*, *Macroglobigerinelloides prairiehillensis*, *Macroglobigerinelloides caseyi*, *Muricohedbergella holmdelensis*, *Muricohedbergella sp.*

زیست‌زون شماره ۳: *Globotruncana ventricosa* Interval Zone

این زون زیستی که ۱۱ متر از ستبرای سازند گورپی را پس از زون زیستی ۲ در برش سربالشی به خود اختصاص داده است، به‌عنوان یک زون بینایی در حدفاصل دو افق زیستی ظهور *Globotruncana ventricosa* در پایین و *calcarata* در بالا تعریف شده است. در برش مورد مطالعه افزون بر شاخص زونی، گونه‌های *Contusotruncana patelliformis*، *Contusotruncana plummerae*، *Globotruncana mariei* و *Muricohedbergella monmouthensis* برای نخستین بار در این زون ظاهر می‌شوند. ناپدید شدن *Globotruncanita elevata* به طرف بخش بالای زون از دیگر ویژگی‌های این زون زیستی است. این زون زیستی منطبق با زون زیستی با همین نام از زون‌بندی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli-Silva and Verga, 2004) با سن کامپانین میانی تا کامپانین پسین است. مجموعه همزیست زیر در این زون زیستی شناسایی شده است:

Globotruncana ventricosa, *Globotruncana bulloides*, *Globotruncana mariei*, *Globotruncana arca*, *Globotruncana hilli*, *Globotruncana orientalis*, *Globotruncana sp.*, *Contusotruncana plummerae*, *Contusotruncana fornicata*, *Contusotruncana patelliformis*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Globotruncanita elevata*, *Pseudotextularia sp.*, *Macroglobigerinelloides bollii*, *Macroglobigerinelloides prairiehillensis*, *Macroglobigerinelloides ultramicrus*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix sp.*, *Muricohedbergella monmouthensis*

زیست‌زون شماره ۴: *Radotruncana calcarata* Total Range Zone

این زون که از نوع گستره‌ای کامل است ۱۴ متر از ستبرای سازند گورپی را پس از زون زیستی ۳ در برش مورد مطالعه به خود اختصاص داده است. گستره این زون زیستی بر اساس ظهور و انقراض گونه *Radotruncana calcarata* تعریف شده است. در برش مورد مطالعه افزون بر شاخص زونی، ظهور گونه *Globotruncanella havanensis* در این زون زیستی اتفاق می‌افتد. این زون زیستی منطبق با زون زیستی با همین نام از زون‌بندی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli-Silva and Verga, 2004) با سن کامپانین پسین است. مجموعه همزیست زیر در این زون زیستی شناسایی شده است:

است:

Radotruncana calcarata, *Radotruncana subspinoso*, *Macroglobigerinelloides bollii*, *Macroglobigerinelloides prairiehillensis*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Contusotruncana fornicata*, *Contusotruncana patelliformis*, *Contusotruncana plummerae*, *Globotruncanella havanensis*, *Heterohelix globulosa*, *Macroglobigerinelloides subcarinatus*, *Macroglobigerinelloides messinae*, *Muricohedbergella holmdelensis*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Globotruncana bulloides*, *Globotruncana arca*, *Globotruncana sp.*

زیست‌زون شماره ۵: *Globotruncanella havanensis* Partial Range Zone

این زون از نوع گستره‌ای بخشی است که ۹ متر از ستبرای سازند گورپی را پس از زون زیستی ۴ در برش مورد مطالعه به خود اختصاص داده است و در حدفاصل آخرین حضور گونه *Radotruncana calcarata* در پایین و اولین حضور گونه *Globotruncana aegyptiaca* در بالا تعریف شده است. در برش سربالشی نخستین حضور گونه *Rugotruncana subcircumnodifer* در این زون رخ داده است. این زون زیستی منطبق با زون زیستی با همین نام از زون‌بندی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli-Silva and Verga, 2004) با سن کامپانین پسین است. مجموعه همزیست زیر در این زون زیستی شناسایی شده است:

Globotruncanella havanensis, *Heterohelix globulosa*, *Globotruncana bulloides*, *Globotruncana lapparenti*, *Globotruncana ventricosa*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Macroglobigerinelloides bollii*, *Macroglobigerinelloides prairiehillensis*, *Macroglobigerinelloides alvarezii*, *Macroglobigerinelloides ultramicrus*, *Macroglobigerinelloides messinae*, *Macroglobigerinelloides subcarinatus*, *Rugotruncana subcircumnodifer*, *Contusotruncana patelliformis*, *Contusotruncana fornicata*, *Contusotruncana plummerae*, *Muricohedbergella holmdelensis*, *Muricohedbergella monmouthensis*, *Globotruncanita stuarti*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Radotruncana subspinoso*, *Archaeoglobigerina cretacea*, *Globotruncana sp.*, *Ventilabrella sp.*, *Heterohelix sp.*

زیست‌زون شماره ۶: *Globotruncana aegyptiaca* Interval Zone

این زون بینایی با ستبرای ۴۷ متر پس از زون زیستی ۵ در حدفاصل دو افق ظهور گونه *Globotruncana aegyptiaca* در پایین و گونه *Gansserina gansseri* در بالا تعریف شده است. در این زون تغییرات ظرفیتی در تجمع روزن‌بران پلانکتونی ایجاد شده است، به گونه‌ای که افزون بر نخستین حضور شاخص زونی، گونه‌های جدیدی از جنس *Rugoglobigerina* و به‌طور مشخص گونه *Rugoglobigerina hexacamera* ظاهر می‌شوند. در این زون فراوانی گونه *Globotruncana lapparenti* به سمت بالا کاهش چشمگیری پیدا می‌کند. این زون زیستی منطبق با زون زیستی با همین نام از زون‌بندی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli-Silva and Verga, 2004) با سن انتهای کامپانین پسین است. مجموعه همزیست زیر در این زون زیستی شناسایی شده است:

Globotruncana aegyptiaca, *Globotruncana ventricosa*, *Globotruncana hilli*, *Globotruncana orientalis*, *Globotruncana bulloides*, *Globotruncana arca*, *Globotruncana rosetta*, *Globotruncana lapparenti*, *Globotruncana sp.*, *Macroglobigerinelloides bollii*, *Macroglobigerinelloides prairiehillensis*, *Macroglobigerinelloides messinae*, *Macroglobigerinelloides*

سن ماستریشتین پیشین تا ماستریشتین پسین می‌باشد. مجموعه همزیست زیر در این زون زیستی شناسایی شده است:

Racemiguembelina fructifera, *Tritinella scotti*, *Contusotruncana contusa*, *Contusotruncana fornicata*, *Contusotruncana walfishensis*, *Globotruncana arca*, *Globotruncana aegyptiaca*, *Globotruncana linneiana*, *Globotruncana hilli*, *Globotruncana orientalis*, *Globotruncana mariei*, *Globotruncana rosetta*, *Globotruncana bulloides*, *Globotruncana ventricosa*, *Globotruncana sp.*, *Gansserina gansseri*, *Pseudoguembelina excolata*, *Pseudoguembelina costulata*, *Rugotruncana subcircumnodifer*, *Rugoglobigerina milamensis*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Rugoglobigerina hexacamerata*, *Muricohedbergella holmdelensis*, *Muricohedbergella monmouthensis*, *Macroglobigerinelloides subcarinatus*, *Macroglobigerinelloides ultramicrus*, *Macroglobigerinelloides alvarezii*, *Macroglobigerinelloides prairiehillensis*, *Globotruncanita conica*, *Globotruncanita stuarti*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Globotruncanita angulata*, *Globotruncanita pettersi*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix sp.*, *Globotruncanella havanensis*, *Ventilabrella sp.*

— زیست‌زون شماره ۹: *Abathomphalus mayaroensis* Interval Zone —

این زون بینایی که ۱۶/۳ متر از ستبرای سازند گورپی را پس از زون زیستی ۸ در برش سربالش به خود اختصاص داده است، در حدفاصل دو افق ظهور گونه *Abathomphalus mayaroensis* در پایین و انقراض بیشتر روزن‌بران پلانکتونی کرتاسه در بالا تعریف شده است. برخی ویژگی‌های این زون بر اساس زون‌بندی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli-Silva and Verga, 2004) عبارتند از: تغییر شدید در زیا به دلیل انقراض پایان کرتاسه، ناپدید شدن گونه‌هایی مانند *Globotruncana fornicata* و *bulloides*، *Contusotruncana patelliformis* در قاعده زون یا اندکی پس از آن، کمیاب شدن گونه‌هایی چون *Globotruncana linneiana* و *Pseudoguembelina costulata* در نیمه پایینی زون و سپس ناپدید شدن آن‌ها در بخش بالایی زون. این زون زیستی منطبق با زون زیستی با همین نام از زون‌بندی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli-Silva and Verga, 2004) با سن ماستریشتین پسین است. مجموعه همزیست زیر در این زون زیستی شناسایی شده است:

Abathomphalus mayaroensis, *Globotruncanita stuartiformis*, *Globotruncanita pettersi*, *Globotruncanita angulata*, *Globotruncanita stuarti*, *Globotruncanita conica*, *Gansserina gansseri*, *Gansserina wiedenmayeri*, *Globotruncanella havanensis*, *Globotruncanella minuta*, *Globotruncana aegyptiaca*, *Globotruncana rosetta*, *Globotruncana ventricosa*, *Globotruncana orientalis*, *Globotruncana arca*, *Globotruncana bulloides*, *Globotruncana hilli*, *Tritinella scotti*, *Rugotruncana subcircumnodifer*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Rugoglobigerina macrocephala*, *Rugoglobigerina milamensis*, *Rugoglobigerina hexacamerata*, *Pseudotextularia elegans*, *Planoglobulina carseyae*, *Ventilabrella riograndensis*, *Muricohedbergella holmdelensis*, *Macroglobigerinelloides alvarezii*, *Contusotruncana patelliformis*, *Contusotruncana fornicata*, *Contusotruncana contusa*, *Racemiguembelina fructifera*, *Pseudoguembelina excolata*, *Archaeoglobigerina cretacea*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix sp.*

در شکل ۵ پراکندگی روزن‌بران پلانکتونی و در پلیت‌های ۱ تا ۴ تصاویری از فرم‌های ایزوله و مقاطع نازک میکروفسیل‌های برش سربالش ارائه شده است.

alvarezii, *Muricohedbergella holmdelensis*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Rugoglobigerina hexacamerata*, *Radotruncana subspinosa*, *Contusotruncana fornicata*, *Contusotruncana patelliformis*, *Contusotruncana plummerae*, *Globotruncanella havanensis*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix sp.*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Globotruncanita stuarti*, *Pseudoguembelina costulata*, *Rugotruncana subcircumnodifer*

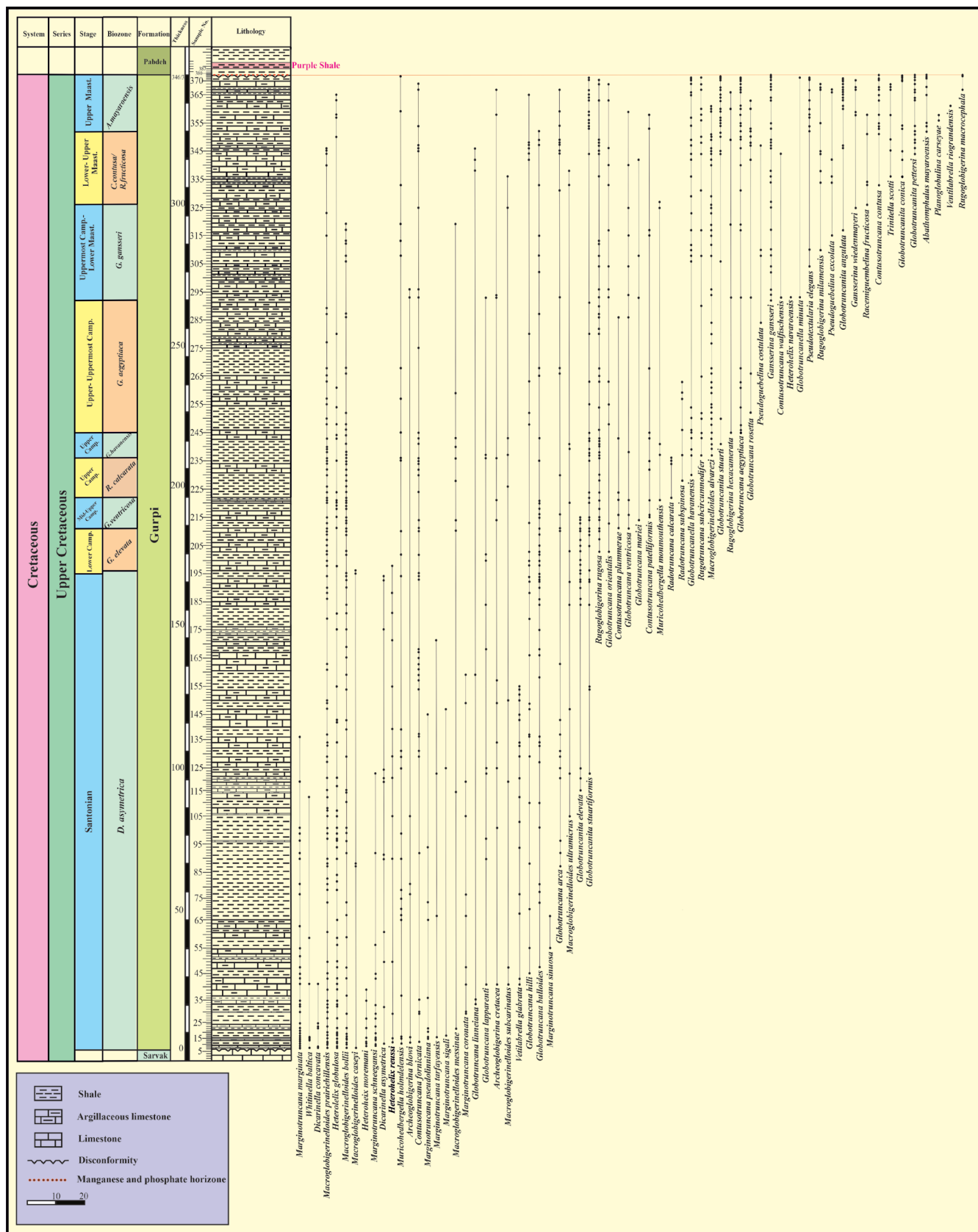
— زیست‌زون شماره ۷: *Gansserina gansseri* Interval Zone —

این زون بینایی که ۳۴ متر از ستبرای سازند گورپی در برش مورد مطالعه را پس از زون زیستی ۶ به خود اختصاص داده است، در حدفاصل دو افق ظهور گونه *Gansserina gansseri* در پایین و گونه‌های *Contusotruncana contusa* و *Racemiguembelina fructifera* در بالا تعریف شده است. از ویژگی‌های این زون یاد شده، تغییرات زیاد در ترکیب زیایی (فونی) است، به طوری که در برش مورد مطالعه افزون بر شاخص زونی، نخستین حضور گونه‌های *Contusotruncana walfishensis* و *Globotruncanella minuta* گزارش می‌شود. همراه با افزایش نسبی فراوانی روگلوبیژرینیدها، کاهش فراوانی گلوبوترونکانیدها به سمت بخش‌های بالایی زون، ناپدید شدن *Globotruncana lapparenti* در بخش آغازین زون و نیز *Macroglobigerinelloides bollii* در بخش بالایی نیز دیده می‌شود. مرز اشکوب‌های کامپاین - ماستریشتین نیز در این زون زیستی واقع شده است. این زون زیستی منطبق با زون زیستی با همین نام از زون‌بندی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli-Silva and Verga, 2004) با سن کامپاین کاملاً انتهایی - ماستریشتین پیشین است. مجموعه همزیست زیر در این زون زیستی شناسایی شده است:

Gansserina gansseri, *Gansserina wiedenmayeri*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Rugoglobigerina hexacamerata*, *Rugoglobigerina milamensis*, *Globotruncana ventricosa*, *Globotruncana orientalis*, *Globotruncana rosetta*, *Globotruncana bulloides*, *Globotruncana aegyptiaca*, *Globotruncana arca*, *Globotruncana mariei*, *Globotruncana sp.*, *Contusotruncana walfishensis*, *Contusotruncana patelliformis*, *Contusotruncana fornicata*, *Muricohedbergella holmdelensis*, *Muricohedbergella monmouthensis*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Globotruncanita stuarti*, *Globotruncanita angulata*, *Macroglobigerinelloides prairiehillensis*, *Macroglobigerinelloides subcarinatus*, *Macroglobigerinelloides bollii*, *Macroglobigerinelloides alvarezii*, *Macroglobigerinelloides messinae*, *Globotruncanella havanensis*, *Globotruncanella minuta*, *Archaeoglobigerina cretacea*, *Archaeoglobigerina blowi*, *Rugotruncana subcircumnodifer*, *Pseudoguembelina excolata*, *Pseudoguembelina costulata*, *Pseudotextularia elegans*, *Heterohelix navaroensis*, *Heterohelix sp.*

— زیست‌زون شماره ۸: *Contusotruncana contusa/ Racemiguembelina fructifera* Interval Zone —

این زون زیستی با ستبرای ۲۶ متر پس از زون زیستی ۷ از نوع بینایی بوده و گستره آن در حدفاصل ظهور گونه‌های *Contusotruncana contusa* و *Racemiguembelina fructifera* در پایین و *Abathomphalus mayaroensis* در بالا می‌باشد. در برش مورد مطالعه ابتدا گونه *Racemiguembelina fructifera* و سپس گونه *Contusotruncana contusa* ظاهر می‌شوند. از ویژگی‌های این زون می‌توان به ظهور گونه *Tritinella scotti* همزمان با *Contusotruncana contusa* و *Racemiguembelina fructifera* اشاره کرد. این زون زیستی منطبق با زون زیستی با همین نام از زون‌بندی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli-Silva and Verga, 2004) با



شکل ۵- ستون سنگ‌شناسی، پراکندگی روزن‌بران پلانکتونی و زون‌بندی زیستی آن‌ها در سازند گورپی برش سرپالاش.

Figure 5. Lithostratigraphic column, distribution of planktonic foraminifera and their biozonation in the Gurpi Formation of Sarbalesh section

۴- بحث

رسوبات سازند گورپی در برش مورد مطالعه دارای ریخت‌شناسی و ترکیب سنگ‌شناسی نسبتاً یکنواختی هستند. به نظر می‌رسد این موضوع در مورد نهشته‌های سازند گورپی در ناحیه فارس عمومیت داشته باشد (رزمجویی، ۱۳۹۸). مرز زیرین سازند گورپی در برش مورد مطالعه با سازند سروک به صورت ناپیوستگی فرسایشی است و در محل مرز، نبود چینه‌شناسی مشخصی وجود دارد. این ناپیوستگی که تحت تأثیر حرکات زمین‌ساختی اواخر سنومانین ایجاد شده است، سبب‌گردیده تا بالآمدگی و ناهمواری‌های شایان توجهی در برخی مناطق زاگرس ایجاد گردد و به دنبال آن پیش‌روی دریای بعدی با اختلاف زمانی قابل ملاحظه‌ای در مناطق مختلف این حوضه رخ دهد. به همین دلیل در مطالعات انجام‌شده، آغاز رسوب‌گذاری سازند گورپی با سن‌های مختلفی گزارش شده است. برای نهشته‌های برش سربالشی در این مطالعه ۹ زون زیستی شناسایی و معرفی شد که با زون‌های زیستی ارائه‌شده در الگوی زون‌بندی زیستی استاندارد حوضه تیس (Premoli-Silva and Verga, 2004) مطابقت دارد. آغاز رسوب‌گذاری سازند گورپی در این برش، بر اساس نخستین زون زیستی شناسایی‌شده و روزن‌بران پلانکتونی موجود در آن سانتونین پیشین و پایان رسوب‌گذاری آن ماستریشتین پسین و همزمان با انقراض فرم‌های پلانکتونی کرتاسه می‌باشد.

در ارتباط با گذر از کرتاسه به پالئوژن و مرز K-Pg، همگام با مطالعات جهانی مطالعات مختلفی در حوضه زاگرس صورت گرفته که در برخی از آن‌ها، این مرز پیوسته و در برخی ناپیوسته گزارش شده است (به تعدادی از پژوهش‌های مربوطه در پیش‌نوشتار اشاره شد). به جز در بخش‌هایی از فارس و خوزستان که مارن‌های گلوکونیتی و یا لایه نازکی از کنگلومرا به‌عنوان شواهدی از ناپیوستگی در مرز یاد شده گزارش شده‌اند (Stocklin and Setudehnia, 1991)، در بیشتر موارد، شناسایی این ناپیوستگی بر پایه هیاتوس‌های مبتنی بر مطالعات فسیل‌شناسی صورت گرفته و به صورت ناپیوستگی موازی یا پیوسته‌نما قابل مشاهده است. اگرچه پژوهشگران مختلف برای ناپیوستگی جهانی در مرز کرتاسه-پالئوژن دلایلی چون نرخ پایین رسوب‌گذاری و نوسانات جهانی سطح آب دریا را برشمرده‌اند (MacLeod and Keller, 1991; Keller et al., 1993; Watkins and Self-Trail, 2005) و همکاران (Homke et al., 2010) بر این باورند که دلیل ناپیوستگی مذکور، چین‌خوردگی و

بالآمدگی کف حوضه بر اثر نزدیکی دو صفحه عربی و ایران مرکزی می‌باشد. در برش مورد مطالعه مرز K-Pg منطبق با مرز سازندهای گورپی و پابده است، با این ویژگی که در محل مرز یک افق ۳۰ سانتی‌متری رسوبات حاوی ندول‌های فسفات و گلوکونیت وجود دارد که ناپیوستگی مذکور و نبود رسوب‌گذاری را محرز می‌سازد.

۵- نتیجه‌گیری

سازند گورپی در برش سربالشی ۳/۳۴۶ متر ستبرا دارد و به‌طور عمده از سنگ‌شناسی کم‌ویش یکنواخت متشکل از شیل و سنگ‌آهک رسی تشکیل شده است. مرز زیرین آن با سازند سروک ناپیوسته فرسایشی همراه با قلوه‌های حاوی اکسید آهن و حفرات انحلالی در سطح آخرین لایه سازند سروک است و مرز بالایی آن با سازند پابده نیز ناپیوسته فرسایشی و همراه با یک افق ۳۰ سانتی‌متری حاوی ندول‌های فسفات می‌باشد.

مرز K/Pg منطبق با مرز دو سازند گورپی و پابده و در محل افق ۳۰ سانتی‌متری حاوی ندول‌های فسفات است.

در مطالعه زیست‌چینه‌نگاری سازند گورپی ۶۶ گونه متعلق به ۲۲ جنس از روزن‌بران پلانکتونی شناسایی و بر اساس زون‌بندی پرمولی سیلوا و ورگا (Premoli-Silva and Verga, 2004) ۹ زون زیستی به شرح زیر تعریف و معرفی شدند:

- 1-Dicarinella asymetrica Total Range Zone
- 2-Globotruncanita elevata Partial Range Zone
- 3-Globotruncana ventricosa Interval Zone
- 4-Radotruncana calcarata Total Range Zone
- 5-Globotruncanella havanensis Partial Range Zone
- 6-Globotruncana aegyptiaca Interval Zone
- 7-Gansserina gansseri Interval Zone
- 8-Contusotruncana contusa/ Racemiguembelina fructifera Interval Zone
- 9-Abathomphalus mayaroensis Interval Zone

سن سازند گورپی بر اساس زون‌های زیستی شناسایی‌شده و مجموعه روزن‌بران پلانکتونی موجود در آن‌ها سانتونین پیشین - ماستریشتین پسین پیشنهاد می‌شود.

plate 1

1: *Globotruncana rosetta* (Carsey, 1926), 1a: dorsal view, 1b: lateral view, 1c: ventral view

2: *Globotruncana lapparenti* (Brotzen 1936), 2a: dorsal view, 2b: lateral view, 2c: ventral view

3: *Globotruncana mariei* (Banner and Blow 1960), 3a: dorsal view, 3b: lateral view, 3c: ventral view

4: *Globotruncana aegyptiaca* (Nakkady 1950), 4a: dorsal view, 4b: lateral view, 4c: ventral view; All scale bars =100µm

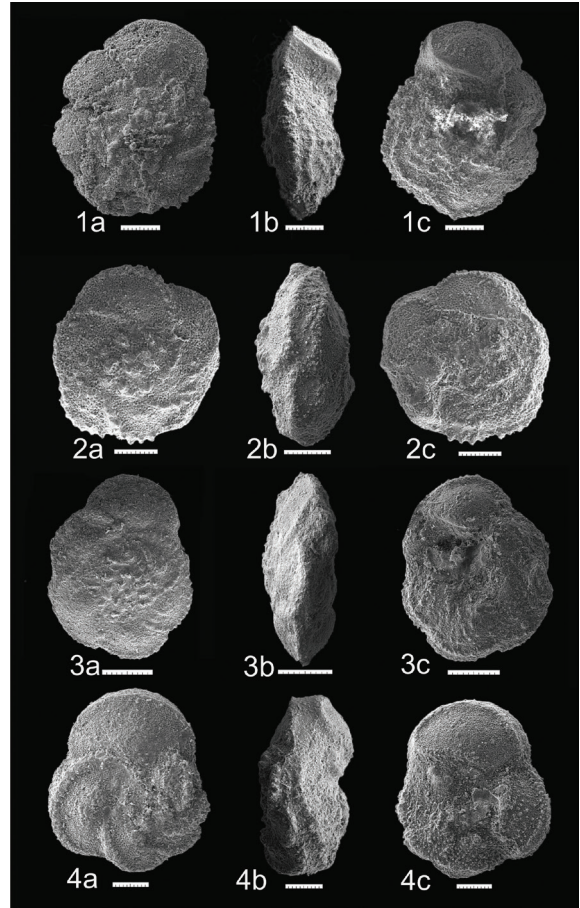


plate 2

1: *Contusotruncana fornicata* (Plummer, 1931), 1a: dorsal view, 1b: lateral view, 1c: ventral view

2: *Contusotruncana walfishensis* (Todd, 1970), 2a: dorsal view, 2b: lateral view, 2c: ventral view

3: *Rugoglobigerina rugosa* (Plummer, 1927), 3a: dorsal view, 3b: lateral view, 3c: ventral view

4: *Rugoglobigerina hexacamerata* (Brönnimann, 1952), 4a: dorsal view, 4b: lateral view, 4c: ventral view; All Scale bars=100µm except fig 2a which is 200 µm

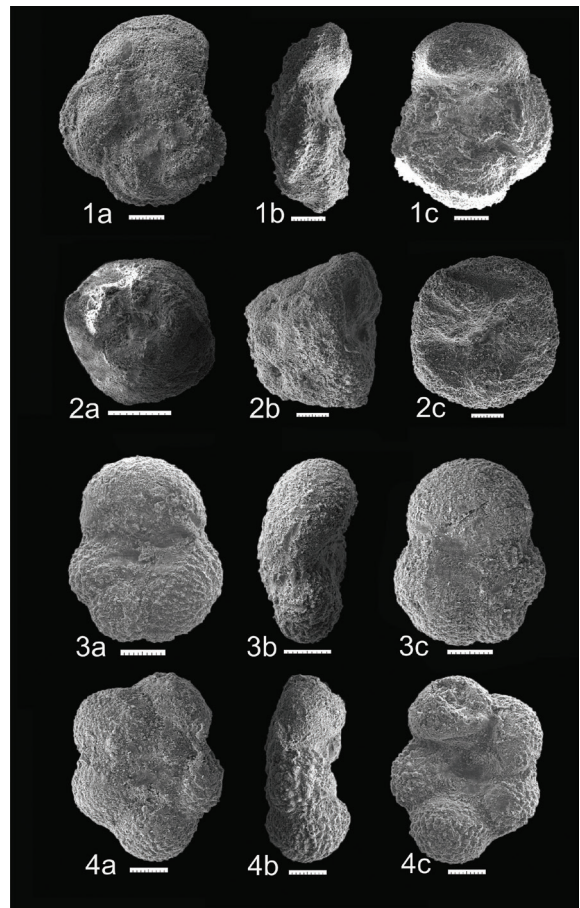


plate 3

A: *Dicarinella asymetrica* (Sigal), scale bar 200µm;
B: *Dicarinella concavata* (Brotzen), scale bar 200µm;
C: *Marginotruncana marginata* (Reuss), scale bar 50µm;
D: *Marginotruncana coronata* (Bolli), scale bar 100µm;
E: *Marginotruncana sigali* (Reichel), scale bar 100µm;
F: *Marginotruncana schneegansi* (Sigal), scale bar 50µm;
G: *Marginotruncana sinousa* (Porthault), scale bar 50µm;
H: *Ventilabrella glabrata* (Cushman), scale bar 50µm;
I: *Globotruncanella havanensis* (Voorwijk), scale bar 100µm;
J: *Contusotruncana fornicata* (Plummer), scale bar 50µm;
K: *Contusotruncana contusa* (Cushman), scale bar 200µm;
L: *Rugotruncana subcircumnodifer* (Gandolfi), scale bar 100µm

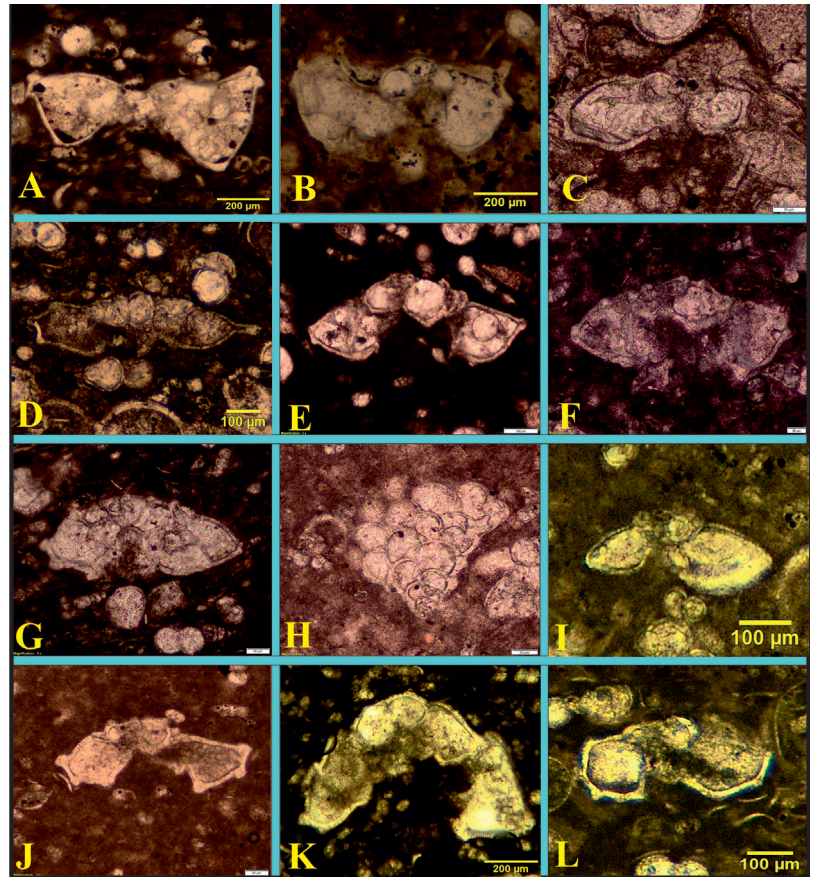
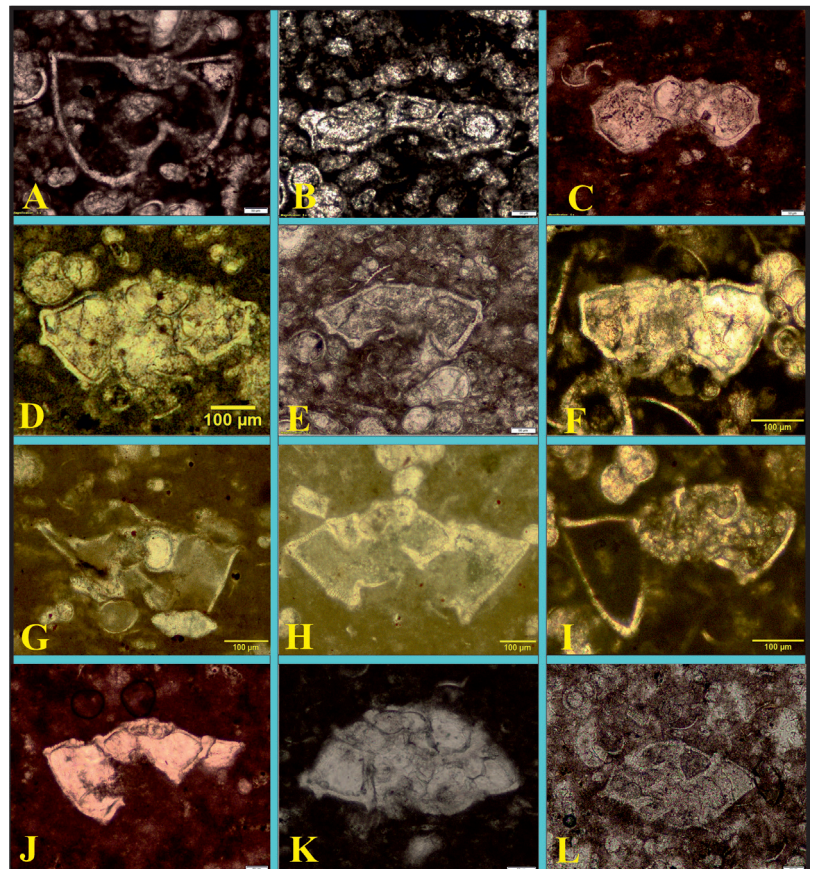


plate 4

A: *Gansserina gansseri* (Bolli), scale bar 50µm;
B: *Abathomphalus mayaroensis* (Bolli), scale bar 50µm;
C: *Globotruncana bulloides* (Vogler), scale bar 50µm;
D: *Globotruncana ventricosa* (White), scale bar 100µm;
E: *Globotruncana orientalis* (El Nagggar), scale bar 50µm;
F: *Globotruncana aegyptiaca* (Nakkady), scale bar 100µm;
G: *Radotruncana calcarata* (Cushman), scale bar 100µm;
H: *Globotruncanita stuartiformis* (de Lapparent), scale bar 100µm;
I: *Globotruncanita pettersi* (Gandolfi), scale bar 100µm;
J: *Globotruncanita elevata* (Brotzen), scale bar 50µm;
K: *Globotruncanita conica* (White), scale bar 50µm;
L: *Globotruncanita stuarti* (Dalbiez), scale bars 50µm



کتابنگاری

- تولاییان تل آبادی، ن.، ۱۳۹۰، بایواستراتیگرافی سازند گورپی در برش سیاه کوه (جنوب غرب ایلام) بر مبنای فرامینیفرا، رساله کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۲ ص.
- حاج سلطان، ف.، ۱۳۹۰، بایواستراتیگرافی و لیواستراتیگرافی سازند گورپی در میدان نفتی اهواز، رساله کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۶۳ ص.
- حکیم، ح.، ۱۳۹۶، لیواستراتیگرافی و بیواستراتیگرافی سازند گورپی در برش بناری، (جنوب شهرستان چرام)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۹۸ ص.
- دانشیان، ج.، باغبانی، د.، خسروتهرانی، خ. و فضل‌ی، ل.، ۱۳۸۷، زیست چینه نگاری روزنبران نهشته‌های سازند گورپی و سازند ایلام در خاور بندر کنگان و چاه ایوان در خلیج فارس، فصلنامه علوم زمین، سال نوزدهم، شماره ۷۴، ص ۱۵۷-۱۶۲. <https://doi.org/10.22071/gsj.2010.57348>.
- رزمجویی، م. ج.، ۱۳۹۸، نانواستراتیگرافی، پالئومگنتواستراتیگرافی و ایزوتوپ‌استراتیگرافی سازند گورپی در ناحیه فارس، حوضه زاگرس، رساله دکتری، دانشگاه شهید بهشتی، ۴۱۹ ص.
- شیخ‌الاسلامی، م.، ۱۳۹۵، چینه‌شناسی نهشته‌های کرتاسه بالایی (سازندهای سروک و گورپی) در یال شمالی تاقدیس میش، شمال شرق گچساران، رساله کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، ۲۱۸ ص.
- صادقی، ع. و دارابی، ق. ن.، ۱۳۹۴، بایواستراتیگرافی سازند گورپی در میدان نفتی مارون، پژوهش‌های چینه نگاری و رسوب‌شناسی، دوره ۳۱، شماره ۳، ص ۱۹ تا ۳۶. https://jssr.ui.ac.ir/article_16848.html
- طاهرزاده، م. س.، ۱۳۹۶، لیواستراتیگرافی و بایواستراتیگرافی سازند گورپی در برش تاقدیس کاسه ماست (شمال شرق دهلران)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۷۴ ص.
- طاهری، م. ر.، ۱۳۷۷، لیواستراتیگرافی و بایواستراتیگرافی سازند گورپی در نواحی لرستان، فروفاتادگی دزفول و دشت آبادان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت‌معلم، ۱۷۱ ص.
- قورچایی، ش.، ۱۳۸۵، بایواستراتیگرافی سازند گورپی در شمال کبیرکوه، بر مبنای فرامینیفرا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۶۷ ص.
- کاملی ازان، ا.، ۱۳۸۳، زیست چینه نگاری سازند گورپی در ناحیه لالی (خوزستان)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، ۱۲۶ ص.
- محمد زاده، ف.، ۱۳۹۷، بیواستراتیگرافی مرز کرتاسه/پالئوژن در شرق گسل کازرون (تاقدیس‌های سربالش و دشت گل)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۵۵ ص.
- مطیعی، ه.، ۱۳۷۲، زمین‌شناسی ایران (چینه‌شناسی زاگرس)، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، طرح تدوین کتب زمین‌شناسی، ۵۶۳ ص.
- مطیعی، ه.، ۱۳۷۴، زمین‌شناسی ایران، زمین‌شناسی نفت زاگرس، جلد‌های ۱ و ۲، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، طرح تدوین کتاب، ۱۰۱۰ ص.
- مغفوری مقدم، ا.، ۱۳۹۳، ریز زیست چینه نگاری سازند گورپی در یال جنوب باختری تاقدیس خرم‌آباد، حوضه زاگرس، یافته‌های نوین زمین‌شناسی کاربردی، دوره ۹، شماره ۱۸، ص ۳۲-۳۸.
- مهدویان راد، ا.، ۱۳۸۸، لیواستراتیگرافی و بایواستراتیگرافی سازند گورپی در برش کمستان (شمال غرب ابذه) و مقایسه آن با مقطع تیب (شمال لالی)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۵۷ ص.
- نوروزی، م.، ۱۳۸۰، مطالعه میکروبیواستراتیگرافی سازند گورپی از تاقدیس سلطان (ناحیه مرکزی لرستان) تا تاقدیس گورپی (برش نمونه سازند گورپی، شمال شرقی خوزستان)، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۵۲ ص.
- همتی نسب، م.، ۱۳۸۷، میکروبیواستراتیگرافی و چینه نگاری سازند گورپی در برش کاور، در جنوب ایلام، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، ۱۷۵ ص.

References

- Afghah, M., and Ghiyasi, A. A., 2013. Biostratigraphy of Gurpi Formation (Late Cretaceous) in Interior Fars: Bavan Area, Central Zagros (Southwestern Iran). *J Earth Sci Climate Change*, 4(137), 2. <https://doi.org/10.4172/2157-7617.1000137>.
- 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 e Paleontologia* 16(1):5-26. <https://doi.org/10.4072/rbp.2013.1.01>.
- Caron, M., 1985. Cretaceous planktic foraminifera. *Plankton Stratigraphy*, 1, 17-86.
- Daneshian, J., Baghbani, D., Khosrotehrani, Kh., and Fazli, L., 2010. *Foraminiferal biostratigraphy of the Gurpi and Ilam formations in east of Kangan port and Ivan well in Persian Gulf, Scientific Quarterly Journal of Geosciences. Winter 2010, v. 19 (74), 157-162. [In Persian with English Abstract].* <https://doi.org/10.22071/gsj.2010.57348>.
- Ezampannah, Y., Di Lucia, M., Yazdi-Moghadam, M., and Zaghbib-Turki, D., 2022. Planktonic foraminiferal distribution of the Late Cretaceous to late Paleocene deposits of the Bandar Abbas area (Zagros Belt, SW Iran): An update of the bio-and lithostratigraphic framework. *Journal of African Earth Sciences*, 185, 104392. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2021.104392>.
- Fereydoonpour, M., Vaziri-Moghaddam, H., and Taheri, A., 2014. Biostratigraphy and sequence stratigraphy of the Gurpi Formation at Deh Dasht area, Zagros basin. *SW Iran Acta Geologica Sinica-English Edition* 88(6):1681-1695. <https://doi.org/10.1111/1755-6724.12337>.
- Ghasemi-Nejad, E., Hobbi, M. H., and Schiøler, P., 2006. Dinoflagellate and foraminiferal biostratigraphy of the Gurpi Formation (upper Santonian-upper Maastrichtian), Zagros Mountains, Iran. *Cretaceous Research*, 27(6), 828-835. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2006.03.013>.
- Ghoorchaei, Sh., 2006. *Biostratigraphy of the Gurpi Formation in north of Kabir-Kuh based on foraminifera, M. Sc. thesis, Uni of Tehran, Iran, 167p. [In Persian with English Abstract].*
- Hajsoltan, F., 2011. *Biostratigraphy and Lithostratigraphy of the Gurpi Formation in Ahvaz oil field, M. Sc. thesis, Uni of Shahid Beheshti, Iran, 163p. [In Persian with English Abstract].*
- Hakim, H., 2017. *Lithostratigraphy and Biostratigraphy of the Gurpi Formation in Banari section (S.E Choram), M. Sc. thesis, Uni of Shahid Beheshti, Iran, 198p. [In Persian with English Abstract].*
- Hemmati Nasab, M., 2008. *Microbiostratigraphy and Sequence Stratigraphy of the Gurpi Formation in Kaaver Section, South of Kabir-kuh.*

- M. Sc. thesis, *Uni of Tehran, Iran, 175p. [In Persian with English Abstract].*
- Homke, S., Vergés, J., Van Der Beek, P., Fernández, M., Saura, E., Barbero, L., Badics, B. and Labrin, E., 2010. Insights in the exhumation history of the NW Zagros from bedrock and detrital apatite fission-track analysis: evidence for a long-lived orogeny. *Basin Research*, 22(5), 659-680. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2117.2009.00431.x>.
- Kameli-Azan, A. 2004. *Biostratigraphy of the Gurpi Formation in Lali area (Khuzestan)*. M. Sc. thesis, *Uni of Isfahan, Iran, 126p. [In Persian with English Abstract].*
- Keller, G., Barrera, E., Schmitz, B., and Mattson, E., 1993. Gradual mass extinction, species survivorship, and long-term environmental changes across the Cretaceous-Tertiary boundary in high latitudes. *Geological Society of America Bulletin*, 105(8), 979-997. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1993\)105<0979:GMESSA>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1993)105<0979:GMESSA>2.3.CO;2).
- Loeblich, A. R., and Tappan, H., 1988. *Foraminiferal General and their Classification* : Van Nostrand Reinhold Company , New yourk ,2 Volumes, 970p. plus 212p, and 847 pl.
- Macleod, N., and Keller, G., 1991. Hiatus distributions and mass extinctions at the Cretaceous/Tertiary boundary. *Geology*, 19(5), 497-501. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1991\)019<0497:HDAMEA>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1991)019<0497:HDAMEA>2.3.CO;2).
- Maghfouri Moghaddam, I., 2014. *Microbiostratigraphy of the Gurpi Formation in Southwest edge of Khorramabad anticline, Zagros basin. New Findings in Applied Geology. (9) 18: 32-38. [In Persian].*
- Mahdavian Rad. A., 2009. *Lithostratigraphy and Biostratigraphy of the Gurpi Formation in Kamestan section (northwest of Izeh) and its comparison with type section (north of Lali)*. M. Sc. thesis, *Uni of Shahid Beheshti, Iran, 157p. [In Persian with English Abstract].*
- Mohammadzadeh, F., 2019. *Biostratigraphy of Cretaceous-Paleogene boundary in east of Kazeron fault (Sarbalesh and Dasht-e-Gol anticlines)*. M. Sc. thesis, *Uni of Shahid Beheshti, Iran, 155p. [In Persian with English Abstract].*
- Motiei, H., 1993. *Stratigraphy of Zagros*. Geological Survey of Iran Publication, Tehran, 536 p. [In Persian].
- Motiei, H., 1995. *Geology of Iran: Petroleum geology of Zagros*. Geological Survey of Iran Publications, 1010p. [In Persian].
- Mousavi, M., Prodanovic, M., and Jacobi, D., 2013. New classification of carbonate rocks for process-based pore-scale modeling. *SPE Journal*, 18(2), 243-263. <https://doi.org/10.2118/163073-PA>.
- Nouroozi, M., 2001. *Microbiostratigraphy study of the Gurpi Formation from the Soltan anticline (central area of Lorestan) to the Gurpi anticline (type section of the Gurpi Formation, northeastern Khuzestan)*. M. Sc. thesis, *Uni of Tehran, Iran, 152p. [In Persian with English Abstract].*
- Postuma, J. A., 1971. *Manual of planktonic foraminifera*. Elsevier publishing company.
- 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.
- Rahimi, S., Ashouri, A. R., Sadeghi, A., and Ghaderi, A., 2020. Biostratigraphy of Campanian—Maastrichtian sequences and facies analysis in Anaran and Samand Anticlines, Zagros, Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 13(14). <https://doi.org/10.1007/s12517-020-05593-3>.
- Razmjooei, M. J., Thibault, N., Kani, A., Dinarès-Turell, J., Pucéat, E., Shahriari, S., Radmacher, W., Jamali, A. M., Ullmann, C. V., Voigt, S., and Cocquerez, T., 2018. Integrated bio- and carbon-isotope stratigraphy of the Upper Cretaceous Gurpi Formation (Iran): A new reference for the eastern Tethys and its implications for large-scale correlation of stage boundaries. *Cretaceous Research*, 91, 312-340. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2018.07.002>.
- Razmjooei, M.J., 2020. *Nannostratigraphy, paleomagnetostratigraphy and isotope stratigraphy of the Gurpi Formation in the Fars region, Zagros Basin*. Ph.D. thesis, *Uni of Shahid Beheshti, Iran, 419p. [In Persian with English Abstract].*
- Robaszynski, F., Caron, M., Gonzalez-Donoso, J., Wonders, A. A. H., and Foraminifera, E. W. G., 1984. Atlas of Late Cretaceous Globotruncanids. *Rev. Micropaléont.*, 26(3-4), 145-305. [papers3://publication/uuid/FFEFAECA-256C-4DD7-B3FA-25463DC68622](https://doi.org/10.1016/0035-0276(84)90003-3).
- Sadeghi, A., and Darabi, Gh. N., 2015. *Biostratigraphy of the Gurpi Formation in Marun oil field*. *Journal of stratigraphy and sedimentology researches*. 31(3), 19-36. [In Persian with English Abstract]. https://jsr.ui.ac.ir/article_16848.html.
- Senemari, S., and Foroughi, F., 2022. Comparison of Santonian/Danian strata based on calcareous nannofossils and planktonic foraminifera at the Zagros Basin, SW Iran, Eastern Tethyan realm. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(9), 1-14. <https://doi.org/10.1007/s12517-022-10052-2>.
- Sheikholeslami, M., 2016. *Stratigraphy of the Upper Cretaceous deposits (Sarvak and Gurpi formations) at northern flank of Kuh-e-Mish anticline, northeastern Gachsaran*. M. Sc. thesis, *Univ. of Shahid Beheshti, Iran, 218p. [In Persian with English Abstract].*
- Stöcklin, J., and Setudehina, A., 1991. *Stratigraphic lexicon of Iran*. Geological Survey of Iran Report, 18, 376.
- Taheri, M. R., 1998. *Lithostratigraphy and Biostratigraphy of the Gurpi Formation in Lorestan area and Abadan plain*. M. Sc. thesis, *Univ. of Tarbiat Moallem, Iran, 171p. [In Persian with English Abstract].*
- Taherzadeh, S. M., 2017. *Lithostratigraphy and Biostratigraphy of the Gurpi Formation in Kaseh Mast anticline section (northeast Dehloran)*. M. Sc. thesis, *Uni of Shahid Beheshti, Iran, 174p. [In Persian with English Abstract].*
- Tavallaeian Talabadi, N., 2011. *Biostratigraphy of the Gurpi Formation in Siah- kuh section (southwest of Ilam), based on foraminifera*. M. Sc.

- thesis, Uni of Shahid Beheshti, Iran, 132p. [In Persian with English Abstract].*
- Watkins, D. K., and Self-Trail, J. M., 2005. Calcareous nannofossil evidence for the existence of the Gulf Stream during the late Maastrichtian. *Paleoceanography*, 20(3), 1-9. <https://doi.org/10.1029/2004PA001121>.
- Wynd, J. G., 1965. Biofacies of the Iranian consortium-agreement area. Iranian Oil Operating Companies Report 1082. Unpublished.