

## Microbiostratigraphy and paleoecology of the Qom Formation in the Goylar section, southwest of Zanjan Province

Hamideh Noroozpour<sup>1\*</sup>

1- Faculty of Science, Department of Geology, Payame Noor University (PNU), Tehran, Iran

**Keywords:** Qom Formation, Biostratigraphy, Paleoecology, Early Miocene, Burdigalian

### 1-Introduction

The Qom Formation have been studied in Central Iran, Sanandaj- Sirjan and Urumieh-Dokhtar magmatic arc by many researchers. This section is located in the southwest of the Zanjan Province. To access the Goylar stratigraphic section, after 70 km route through Zanjan-Mianeh asphalt road, turn southwards to Gharabutta and Goy Tapeh villages and then by dirt road to Goylar village, the section was obtained.

### 2-Methodology

In this research, the materials and methods and field observations were carried out based on the Furrer and Soder (1955), Bozorgnia (1966), Blow (1969), Kennett and Srinivasan (1983), Bolli and Saunders (1985), Sam Boggs (1987), Murray (1973, 1991), Buxton and Pedley (1989), Iaccarino and Premoli-Silva (2005), Wilson (2005), and Wade et al. (2011) studies.

### 3- Results and discussion

#### 3-1- Stratigraphy

The Qom Formation (155 meters) in the Goylar section is composed of cream to brown, thin-to thick-bedded limestone, sandy limestone, alternation of shale and green marl, reef-coral limestone, and green marl and argillitic limestone.

#### 3-2- Biostratigraphy

According to paleontological studies, a total of 32 genera and species including 18 genera and 9 species of benthic foraminifera and 14 genera and 10 species of planktonic foraminifera have been identified. Based on the stratigraphic distribution of foraminifera, Borelismelocurdica - Borelismelomelo Assemblage Zone (Burdigalian, Early Miocene; Laursen et al. 2009) has been diagnosed with certainty for the Qom Formation.

#### 3-3- Paleoecology

Investigating the abundance of fossil assemblages, morpho-types, and shell types of benthic and planktonic foraminifera, the abundance of reef corals along with algal coexistence have led to the identification of salinity, temperature, light, and bathymetry of the Early Miocene sea. Accordingly, sedimentation of the Qom Formation occurred in a carbonate platform from the lagoon, barrier to open marine depositional setting.

### 4-Conclusion

A 155-m-thick stratigraphic section was selected for biostratigraphic and paleoecological studies of the Qom Formation in the northwest of Central Iran (southwest of Zanjan province). Stratigraphic studies showed that the Qom Formation includes thin to thick-bedded limestone, sandy limestone, alternation of shale and green marl, reef-coral limestones, green marl, and argillitic limestones. Paleontological studies show that the Qom Formation in basal (0 to 5 meter) is likely Aquitanian in age.

\* Corresponding author: hamideh.noroozpour@pnu.ac.ir

DOI: 10.22055/AAG.2020.32844.2097

Received 2020-03-04

Accepted 2020-07-03

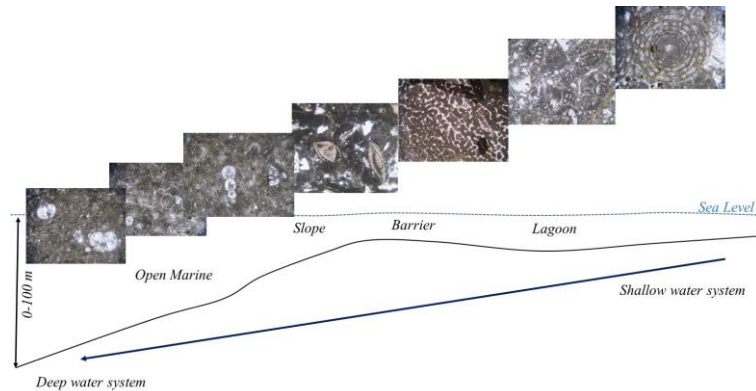


Fig. 1. Early Miocene marine bathymetry system, Goylar section.

Based on the stratigraphic distribution of foraminifera, *Borelis melocurdica*-*Borelis Melo Melo* Assemblage Zone (Burdigalian, Early Miocene) has been diagnosed with certainty for the Qom Formation. Investigating the abundance of fossil assemblages, morpho-types, and shell types of benthic and planktonic foraminifera, the abundance of reef corals along with algal coexistence have led to the identification of salinity, temperature, light, and bathymetry of the Early Miocene sea. Accordingly, sedimentation of the Qom Formation has occurred in a carbonate platform from the lagoon, barrier to the open marine depositional setting. Bathymetric studies showed that abrupt changes in water depths occurred in the Reef Dam's shallow water system to the deepwater system (Open Marine) of the Miocene Sea (Fig. 1).

#### References

- Blow, W.H., 1969. Late Middle Eocene to recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In: Bronnimann P, Renz H H, eds. Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils. Leiden: E. J. Brill, 199–421.
- Boggs, S., 1987. Principles of Sedimentology and Stratigraphy by Sam Boggs. Longman Higher Education (1619).
- Bolli, H.M., Saunders, J.B., 1985. Oligocene to Holocene low latitude planktic foraminifera. In: Bolli H M, Saunders J B, Perch-Nielson K, eds. Plankton Stratigraphy. Cambridge University Press, pp. 155–262.
- Bozorgnia, F., 1966. Qom Formation stratigraphy of the Central Basin of Iran and its intercontinental position. Bull. Iran. Pet. Inst. 24, 69–75.
- Buxton, M.W.N., Pedley, H.M., 1989. A Standardized Model for Tethyan Tertiary Carbonates Ramps. Journal of the Geological Society 146, 746-748.
- Furrer, MA., Soder, P., A., 1955. The Oligo–Miocene marine Formation in the Qom region (Central Iran). In: Proceedings of 4th World Petrology Congress. Roma, section I/A/5, 267–277.
- Iaccarino, A., Premoli-Silva, M., 2005. Practical Manual of Oligocene to Middle Miocene Planktonic Foraminifera, International School on Planktonic Foraminifera, 4th course, 14e18 February. University of Perugia Press, Perugia.
- Kennett, J.M., Srinivasan, M.S., 1983. Neogene Planktonic Foraminifera: A Phylogenetic Atlas. Pennsylvania: Hutchinson Ross publishing Company, p. 1–263.
- Laursen, G.V., Monibi, S., Allan, T. L., Pickard, N.A., Hosseiney, A., Vincent, B., Hamon, Y., Van Buchem, F. H., Moallemi, A., Driullion, G. 2009. The Asmari Formation revisited: changed stratigraphic allocation and new biozonation. In: Shiraz First international petroleum conference and exhibition. Iran, 4–6.
- Murray, J.W., 1973. Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminifera. Longman Scientific & Technical, London, p.397.
- Wade, B.S., Pearson, P.N., Berggren, W.A., Pälike, H., 2011. Review and revision of Cenozoic tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and calibration to the geomagnetic polarity and astronomical time scale. Earth Science Review 104(1-3), 111–142.
- Wilson, B., 2005. Planktonic foraminiferal biostratigraphy and paleoecology of the Brasso Formation (Middle Miocene) at St. Fabien Quarry, Trinidad, West Indies. Caribbean Journal of Science 4, 797–803.

#### HOW TO CITE THIS ARTICLE:

Noroozpour, H., 2020. Microbiostratigraphy and paleoecology of the Qom Formation in the Goylar section, southwest of Zanjan Province. Adv. Appl. Geol. 10(2), 224-234.

DOI: 10.22055/AAG.2020.32844.2097

url: [https://aag.scu.ac.ir/article\\_15709.html?lang=en](https://aag.scu.ac.ir/article_15709.html?lang=en)

## میکروبیواستراتیگرافی و پالئواکولوژی سازند قم در برش گوپلر، جنوب باختر استان زنجان

حمیده نوروزپور\*

دانشکده علوم، گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، صندوق پستی ۳۶۹۷-۱۹۳۹۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۱۳

\* hamideh.noroozpour@pnu.ac.ir

## چکیده

یک برش چینه‌شناسی به ضخامت ۱۵۵ متر به جهت تعیین ویژگی‌های بیوزوناسیونی و پالئواکولوژیکی نهشته‌های قم در جنوب باختری استان زنجان، ناحیه ساختاری ایران مرکزی انتخاب شده است. بررسی‌های صحرایی نشان می‌دهد سازند قم از سنگ آهک‌های کرم تا قهوه‌ای رنگ نازک تا ضخیم لایه، سنگ آهک ماسه-ای، تناوب شیل و مارن سبز، سنگ آهک ریفی-مرجانی و تناوب مارن سبز و آهک آرژیلیتی تشکیل شده است. براساس مطالعات دیرینه‌شناسی، در مجموع تعداد ۲۴ جنس و ۱۸ گونه شامل ۱۷ جنس و ۹ گونه از فرامینفرای بنتیک و ۷ جنس و ۹ گونه از فرامینفرای پلانکتونیک شناسایی شده است که بر مبنای گسترش چینه-شناسی فرامینفرای، یک بیوزون تجمع‌ی به نام Borelismelocurdicta- Borelismelomelo Assemblage zone به سن بوردیگالین (میوسن پیشین) با قطعیت برای سازند قم تشخیص داده شده است و ۵ متر قاعده‌ای نهشته‌های قم منطبق بر روی سنگ‌های ولکانیکی به سن احتمالی آکیتانین (?) در نظر گرفته شده است. بررسی شواهد پالئواکولوژیکی از جمله فراوانی اجتماعات فسیلی، مورفوتایپ‌ها، نوع دیواره فرامینفرای بنتیک و پلانکتونیک و حضور فراوان مرجان‌های ریف‌ساز با همزیستی جلبک‌ها، دریای قم دارای شوری نرمال و درجه حرارت نیمه گرم تا گرم داشته است. همچنین تغییرات نور در دریای قم عمدتاً در محدوده‌های مزوفوتیک-الیگوفوتیک و آفوتیک بوده است. براساس عمق زیست دیرینه آلوکم‌ها، رسوب‌گذاری سازند قم احتمالاً در یک شلف کربناته در محیط‌های لاگون، سد تا بخش‌های عمیق دریای باز اتفاق افتاده است.

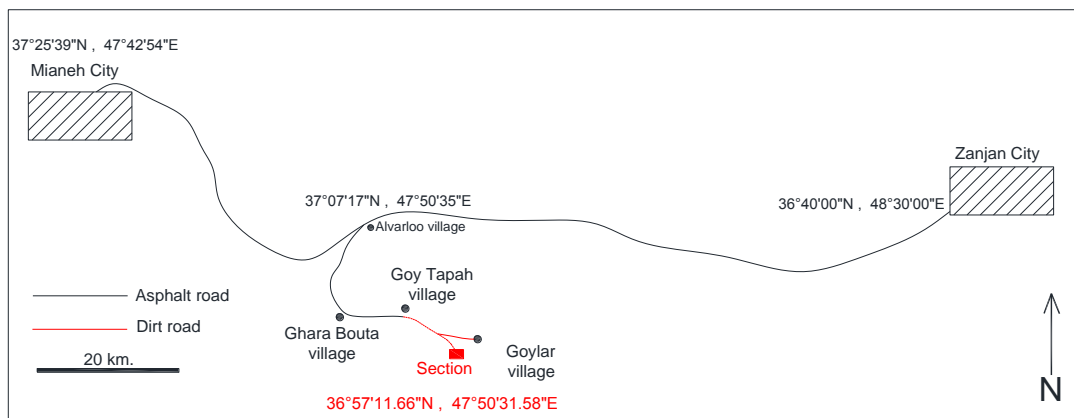
کلمات کلیدی: سازند قم، بیواستراتیگرافی، پالئواکولوژی، میوسن، بوردیگالین

## مقدمه

ها، (e) مارن‌های سبز و (f) سنگ آهک. همچنین Aباie و همکاران در سال (۱۹۶۴) سازند قم را در برش تیپ به ده عضو به سن شاتین تا بوردیگالین تقسیم کردند. سرانجام Bozorgia در سال (۱۹۶۶) سازند قم را به ۹ عضو (a, b, c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub>, c<sub>3</sub>, c<sub>4</sub>, d, e, f) به سن روپلین تا بوردیگالین تقسیم-بندی کرد که توسط کمیته ملی چینه‌شناسی ایران پذیرفته شد.

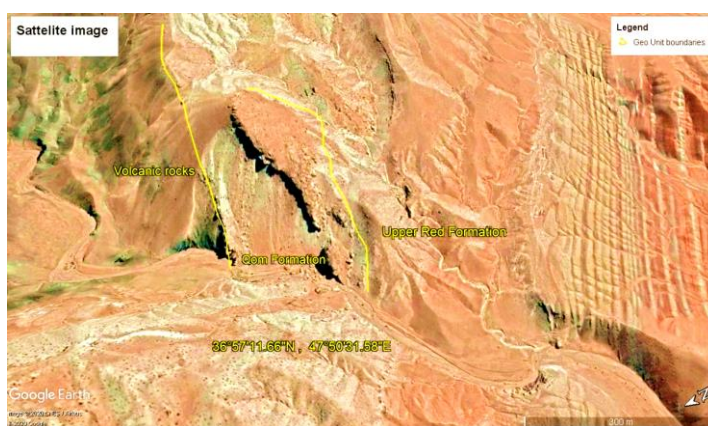
همان‌طور که ذکر شد برش چینه‌شناسی گوپلر در جنوب باختری استان زنجان قرار گرفته است. جهت دسترسی به این برش، می‌توان از طریق جاده آسفالته زنجان-میانه، مسیر ۷۰ کیلومتر را به سمت شهرستان میانه طی کرد، سپس می‌بایست به سمت جنوب و به طرف روستاهای قره بوت و گوی تپه تغییر مسیر داد و از طریق راه خاکی به طرف روستای گوپلر و برش مورد مطالعه دسترسی پیدا کرد (شکل ۱). تصویر ماهواره‌ای از برش گوپلر در شکل ۲ نمایش داده شده است. به لحاظ جایگاه زمین‌شناسی، این برش در ناحیه ساختاری ایران مرکزی قرار گرفته است (شکل ۳).

سازند قم در نواحی ایران مرکزی، سنج سیرجان و کمان ماگمایی ارومیه - دختر توسط محققان زیادی مورد مطالعه قرار گرفته است. زمان رسوب‌گذاری سازند قم در نواحی مذکور متفاوت بوده است به‌گونه‌ای که در مناطقی از جمله سبزواران و قم، این پیشروی درالیگوسن پیشین و در آذربایجان در میوسن پیشین بوده است (Aghanabati, 2005). منطقه ایران مرکزی در طول فرورانش صفحه آفریقایی / عربی به صفحه ایران نشأت گرفته و این روند در دوران مزوزوئیک آغاز شده است. این فرورانش منجر به اتصال صفحه ایران به صفحه عربستان و بسته شدن اقیانوس نئوتتیس شده است. از این‌رو، یک کمان ماگمایی و دو حوضه جلو کمانی و پشت کمانی ایجاد شده است که حوضه قم در بخش حوضه پشت کمانی تشکیل شده است (Berberian, 1983). در سال ۱۹۵۵ میلادی، Soder و Furrer (1955) حوضه قم را به شش عضو a تا f تقسیم کردند: (a) سنگ آهک قاعده‌ای، (b) مارن‌های ماسه‌ای، (c) تناوب مارن و سنگ آهک، (d) تبخیری



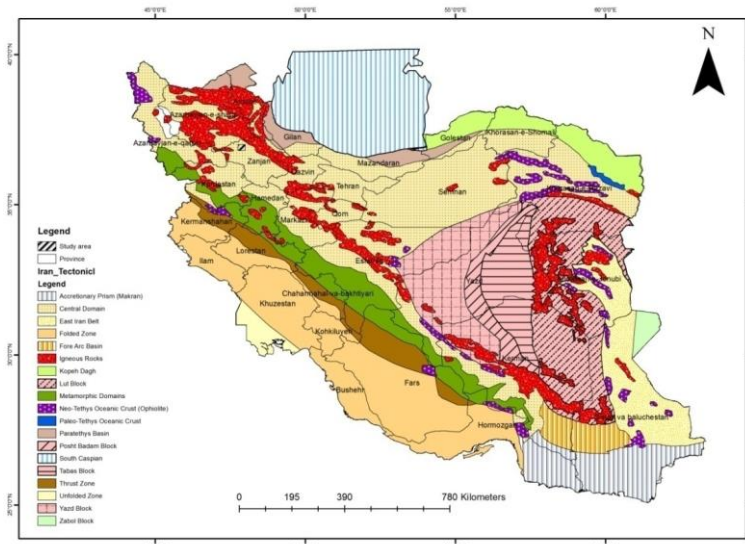
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی برش چینه شناسی گویلر.

Fig. 1. Geographical location of the Goylar stratigraphic section.



شکل ۲- تصویر ماهواره‌ای از برش مورد مطالعه (برگرفته از (Satellite Google Earth).

Fig. 2. Satellite image from the studied section (Google Earth).



شکل ۳- جایگاه زمین‌شناسی برش گویلر در ناحیه باختر ایران مرکزی (برگرفته از تقسیمات نواحی ساختاری ایران، 2005، Aghanabati).

Fig. 3. The geological setting of Goylar section at western Central Iran.

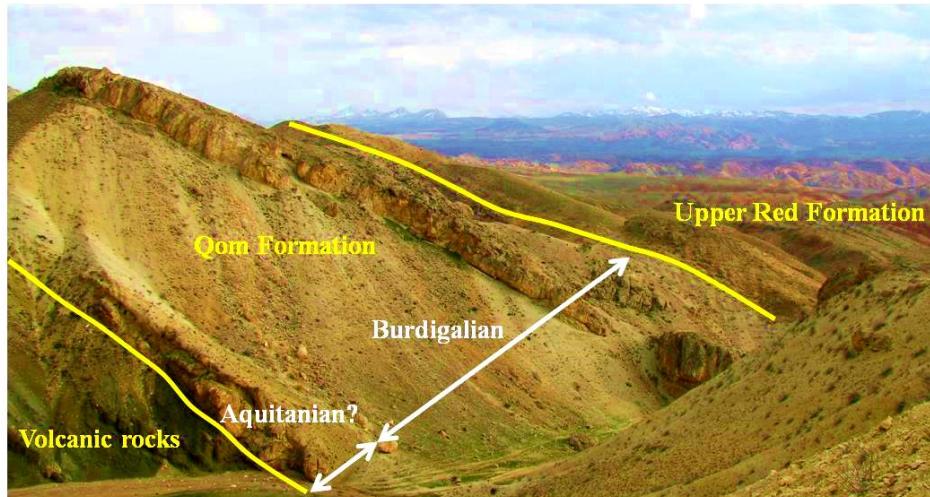
### روش کار

در این محدوده رخنمون ندارد. سازند قم از قاعده شامل: سنگ آهک کرم رنگ ضخیم‌لایه، سنگ آهک کرم روشن نازک تا متوسط لایه هوازده، سنگ آهک ماسه‌ای سفید تا کرم‌رنگ نازک تا متوسط لایه پرفسیل، تناوب شیل و مارن سبز، سنگ آهک قهوه‌ای روشن ضخیم‌لایه پرفسیل،

نهشته‌های قم در برش گویلر به ضخامت ۱۵۵ متر از لحاظ مرز سنگ چینه‌نگاری بر روی سنگ‌های ولکانیکی از جنس توف، بازالت و آندزیت به صورت ناپیوستگی آذرین پی قرار گرفته‌اند. در حقیقت سازند قرمز زیرین

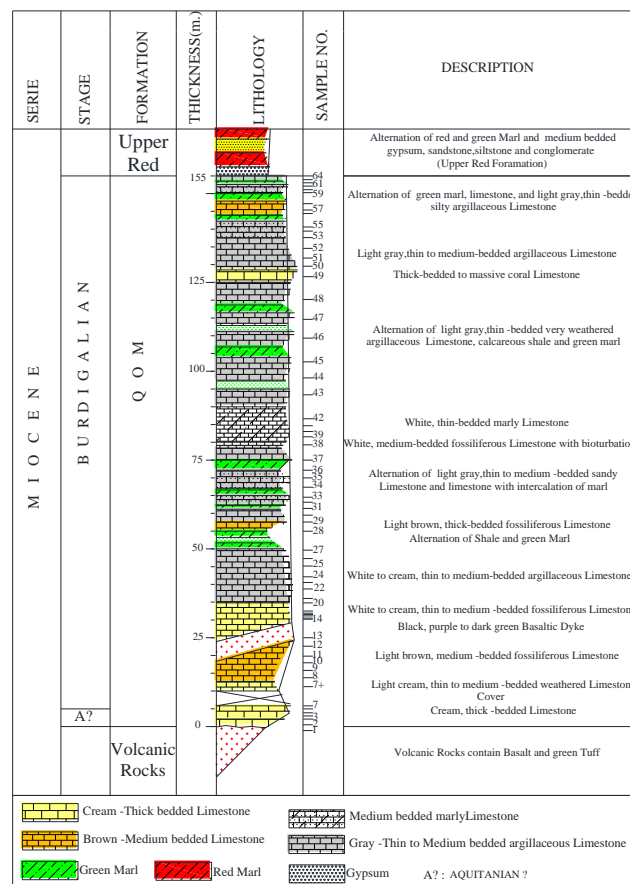
بالایی به صورت ناپیوستگی هم شیب قرار گرفته است. با توجه به خصوصیات سنگی-زیستی، می توان این بخش از سازند قم را معادل عضو f از برش تیپ در نظر گرفت. تصویر صحرایی و ستون چینه نگاری سازند قم در شکل های ۴ و ۵ ارائه شده اند.

تناوب سنگ آهک ماسه ای با مارن، سنگ آهک پرفسیل با هندسه آشفته گی زیستی، سنگ آهک ریفی-مرجانی، سنگ آهک نازک لایه تا متوسط لایه به رنگ خاکستری روشن و تناوب مارن سبز و آهک آرژیلیتی سیلتی. همچنین یک دایک بازالتی به رنگ سبز تا ارغوانی تیره در درون نهشته های قم نفوذ کرده است. بر روی سازند قم نهشته های سازند قرمز



شکل ۴- تصویر صحرایی از برش چینه شناسی گوپلر- نگاه به سوی جنوب خاور.

Fig. 4. The field-photograph from Goylar stratigraphic section, look to the southeast.



شکل ۵- ستون سنگ گاری سازند قم در برش گوپلر.

Fig. 5. Lithostratigraphy of the Qom Formation in Goylar stratigraphic section.

## زیست چینه نگاری

دلیل شباهت فونای سازند قم با سازند آسماری در ناحیه زاگرس، مطالعات زیست چینه‌نگاری سازند قم عمدتاً براساس بیوزوناسیوهای انجام شده توسط Wynd (۱۹۶۵) و Adams و Bourgeois (۱۹۶۷) برای سازند آسماری انجام گرفته است. Wynd (۱۹۶۵) برای نهشته‌های میوسن حوضه زاگرس، ۲ بیوزون به شرح زیر مشخص کرده است:

*Austrotrillina howchini*  
*Peneroplisevolutus* assemblage zone # 59  
*Borelismelocurdica* zone # 61

Adams و Bourgeois در سال (۱۹۶۷) نیز برای این نهشته‌ها ۲ بیوزون و ۲ زیرزون به شرح زیر معرفی کرده‌اند:

- 1- *Borelismelo* group - *Meandropsina iranica* Assemblage Zone
- 2- *Miogypsinoides-Archaias-Valvulinid* Assemblage Zone
- 2a- *Elphidium* sp. 14- *Miogypsina* Assemblage Subzone
- 2b- *Archaias asmaricus-Archaiashensoni* Assemblage Subzone

بیوزون شماره ۱ به سن بوردیگالین و بیوزون شماره ۲ را آکیتانین دانسته‌اند. در سال ۲۰۰۷ میلادی، نهشته‌های الیگوسن و میوسن از نظر

ایزوتوپ‌های استرانسیوم توسط Ehrenberg و همکاران در سال (۲۰۰۷) مورد بررسی قرار گرفته است که در نتیجه این مطالعه مرز بین الیگوسن و میوسن در ناحیه زاگرس تغییر قابل ملاحظه‌ای نموده است. Laursen و همکاران (۲۰۰۹) براساس نتایج مطالعه (Ehrenberg et al., 2007) مرز بین الیگوسن و میوسن را بین زون‌های:

- *Archaias asmaricus-Archaiashensoni*
- *Miogypsinoides complanatus* Assemblage zone
- *Miogypsina-Elphidium* sp. 14-
- *Peneroplifarsensis* Assemblage zone

قرار داده‌اند. قبلاً این مرز توسط Wynd (۱۹۶۵) بین زون‌های ۵۷ و ۵۹ و توسط Adams و Bourgeois (۱۹۶۷) بین زون‌های ۲ و ۳ مشخص شده بود (شکل ۶). همچنین Laursen و همکاران (۲۰۰۹) براساس مطالعات ایزوتوپی Ehrenberg و همکاران (۲۰۰۷) ضمن تعیین گسترش چینه‌ای فرامینیفرانتونیک نهشته‌های الیگوسن و میوسن، ۲ بیوزون نیز برای توالی میوسن معرفی نموده‌اند که به شرح ذیل است:

- Miogypsina-Elphidium* sp. 14-
  - Peneroplifarsensis* Assemblage zone
  - Borelismelocurdica-Borelismelomelo* Assemblage zone
- ایشان سن رسوبات بوردیگالین را بر اساس حضور گونه *Borelismelocurdica, Borelismelomelo* تعیین نموده‌اند (شکل ۶).

Previous studies				Standard Chronostratigraphy			
Age interpretation		Wynd (1965)	Adams & Bourgeois (1967)	Laursen et al., (2009)	Age interpretation		Age (ma)
SERIE	STAGE				STAGE	SERIE	
MIOCENE	BURDIGALIAN	<i>Borelis melo cordica</i> Zone #61	<i>Borelis melo cordica - Meandropsina iranica</i> Assemblage Zone	<i>Borelis melocurdica - Borelis melo melo</i> Assemblage Zone	BURDIGALIAN	MIOCENE	20
	AQUITANIAN	<i>Austrotrillina howchini - Peneroplifarsensis</i> Assemblage Zone #59	<i>Elphidium</i> sp.14- <i>Miogypsina</i> Assemblage Subzone <i>Archaias asmaricus - Archaias hensoni</i> - Assemblage Subzone	<i>Miogypsina - Elphidium</i> sp.14 - <i>Peneroplifarsensis</i> - Assemblage Zone Indeterminate	AQUITANIAN		23.03
OLIGOCENE	OLIGOCENE UNDIVIDED	<i>Archaias operculiniformis</i> Zone # 58 <i>Lepidocyclina - Operculina - Dürupa</i> Assemblage Zone # 56	<i>Euprotina - Lepidocyclina - Nummulites</i> Assemblage Zone <i>Globigerina</i> spp. Assemblage Zone (Wynd, 1965)	<i>Lepidocyclina - Operculina - Dürupa</i> Assemblage Zone <i>Archaias asmaricus - Archaias hensoni - Miogypsinoides complanatus</i> Assemblage Zone <i>Nummulites vasculus - Nummulites fichteli</i> Assemblage Zone <i>Globigerina - Turborotalia cerroacutensis - Hankenina</i> Assemblage Zone	CHATTIAN	OLIGOCENE	25
		<i>Globigerina</i> spp. Assemblage Zone # 55			RUPELIAN		30
							33.9

شکل ۶- بیوزوناسیون نهشته‌های الیگوسن و میوسن حوضه زاگرس.

Fig. 6. The Oligocene -Miocene biozonation of Zagros Basin.

مطالعات (Tappan and Loeblich, 1988) و جهت شناسایی جنس و گونه‌های فرامینیفرای پلانکتونیک از منابعی همچون:

Furrer and Soder (1955); Bozorgnia (1966); Blow (1969); Bolli and Saunders (1985); Kennett and

## زیست چینه نگاری سازند قم در برش گوپلر

در مجموع تعداد ۶۴ مقطع نازک از نمونه‌های سخت سازند قم در برش گوپلر جمع‌آوری و تهیه شده است. جهت شناسایی فرامینیفرای بنتیک از

Assemblage Zone به سن بوردیگالین (میوسن پیشین) به ضخامت ۱۵۰ متر با قطعیت برای سازند قم تشخیص داده شده است. گونه *Borelismelocurdica* در ۵ متر قاعده‌ای سازند قم در برش گویلر مشاهده نشده است. بنابراین ۵ متر قاعده‌ای نهشته‌های قم منطبق بر روی سنگ‌های ولکانیکی (مرز چینه‌شناسی پایینی سازند قم) به سن آکیتانین (؟) در نظر گرفته شده است. فرامینیفرای پلانکتونیک شناسایی شده براساس منابع مذکور سن میوسن پیشین را تأیید می‌کند و در حقیقت ضخامت قابل توجهی از بیوزون *Borelismelocurdica*-*Borelismelomelo* Assemblage zone را شامل می‌شوند. به لحاظ پالئوبیوژئوگرافی، زون تجمعی مذکور معادل زون # 61 *Borelismelocurdica*zone (Wynd ۱۹۶۵)، زون شماره ۱ Adams و Bourgeois (۱۹۶۷) به نام *Borelismelo* group - *Meandropsinairanica* Assemblage Zone در حوضه زاگرس و همچنین معادل زون *Borelismelocurdica*-*Miogypsina* (Pognant و Cahuzac ۱۹۹۷) در حوضه اروپا است.

Srinivasan (1983); Iaccarino and Premoli-Silva (2005); Wilson (2005); Wade et al., (2011).

استفاده گردیده است. براین اساس در مجموع تعداد ۲۴ جنس و ۱۸ گونه شامل ۱۷ جنس و ۹ گونه از فرامینیفرای بنتیک:

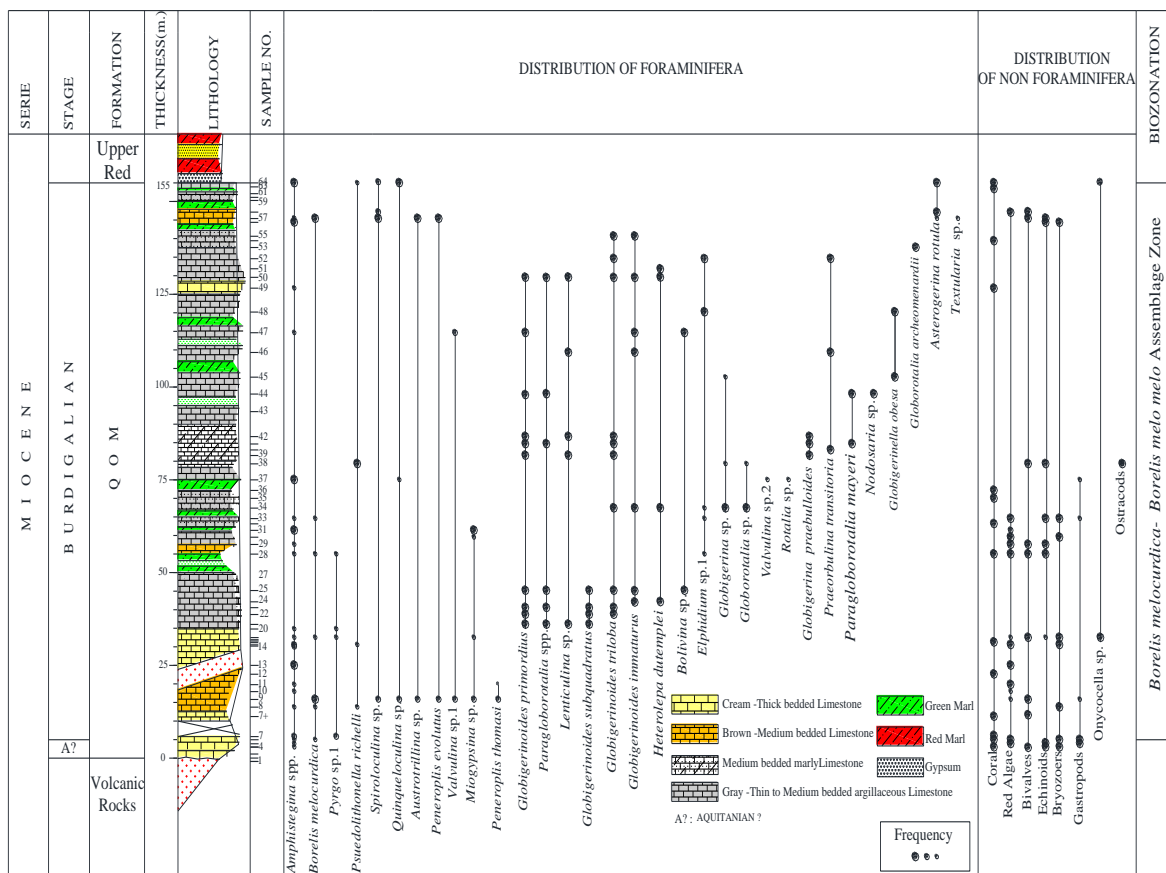
*Borelis melocurdica*, *Psuedoilthonella richelli*, *Peneroplis evolutus*, *Peneroplis thomasi*, *Heterolopa dutemplei*, *Asterigerina rotula*, *Valvulina sp.1*, *Valvulina sp.2*, *Pyrgo sp.1*, *Amphisteginasp.*, *Spiroloculina sp.*, *Quinqueloculina sp.*, *Austrotrillinasp.*, *Miogypsinasp.*, *Lenticulinasp.*, *Elphidium sp.1*, *Rotaliasp.*, *Nodosariasp.*, *Textularia sp.*

و ۷ جنس و ۹ گونه از فرامینیفرای پلانکتونیک شامل:

*Globigerinoides primordius*, *Globigerinoides subquadratus*, *Globigerinoides triloba*, *Globigerinoides immaturus*, *Paragloborotalia mayeri*, *Paragloborotaliasp.*, *Globigerina praebulloides*, *Globigerina sp.*, *Globigerinella obesa*, *Globorotalia archeomenardii*, *Globorotalia sp.*, *Praeorbulina transitoria*, *Bolivinasp.*

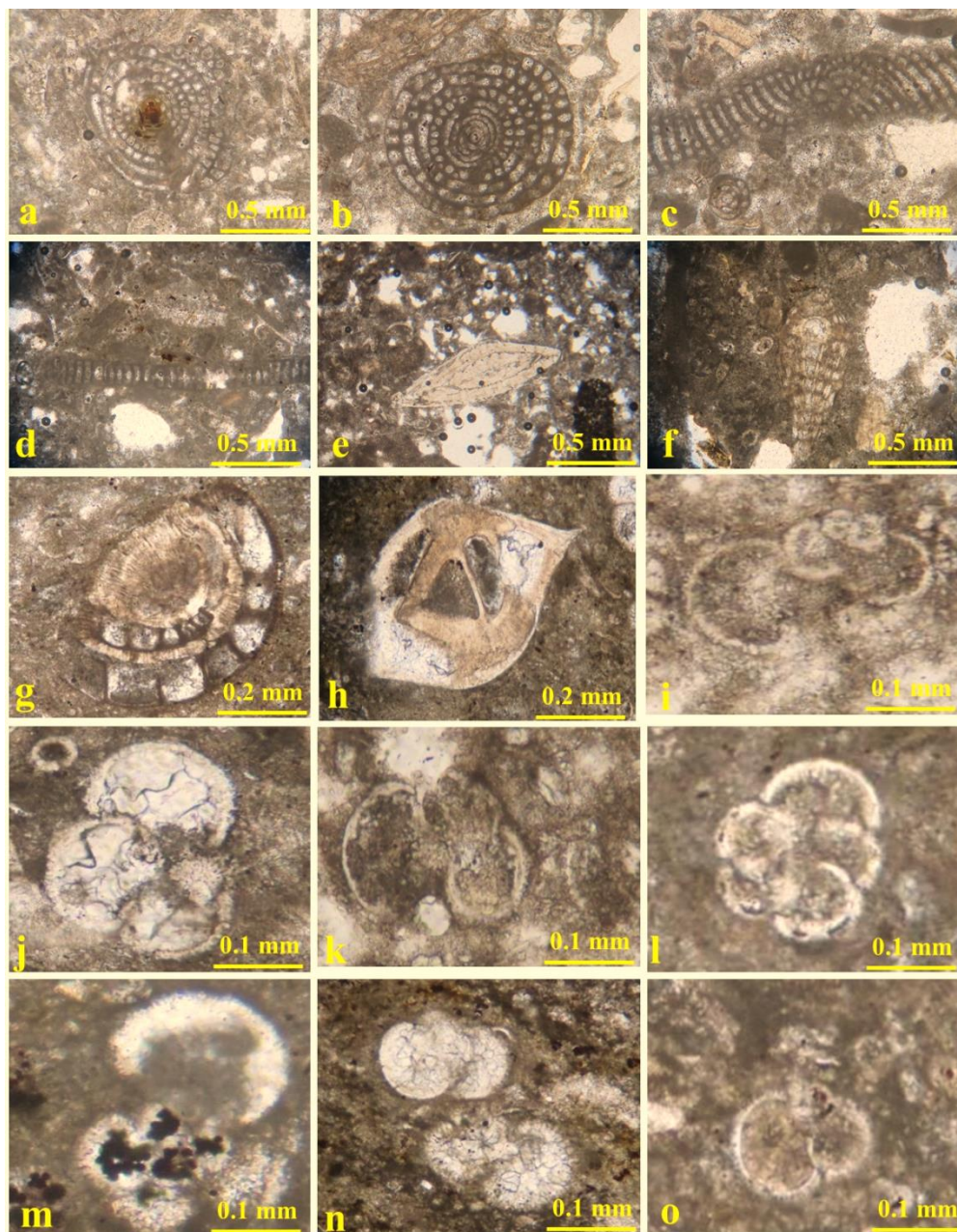
شناسایی شده است. بر مبنای گسترش چینه شناسی فرامینیفرا (شکل

۷) و اولین ظهور گونه شاخص *Borelis melocurdica*. یک بیوزون تجمعی به نام *Borelismelocurdica*-*Borelismelomelo*



شکل ۷- گسترش چینه شناسی فرامینیفرا و بیوزوناسیون سازند قم در برش گویلر.

Fig. 7. Stratigraphic distribution of foraminifera and biozonation of Qom Formation, Goylar section.



شکل ۸- تصویر برخی از فرامینیفرای شناسایی شده از سازند قم در برش گویلر.

Fig. 8. Foraminifera microphotograph of Qom Formation, Goylar section.

(a-b) *Borelismelocurdica*, Equatorial section, (c) *Peneroplisevolutus*, Axial section, (d) *Peneroplisthomasi*, Axial section, (e) *Amphisteginasp.*, Axial section, (f) *Miogypsinasp.*, Axial section, (g) *Heterolopadutemplei*, Equatorial section, (h) *Lenticulinasp.*, Axial section, (i) *Globigerinoidestriloba*, Axial section, (j) *Globigerinapraebulloides*, Equatorial section, (k) *Globigerinoidesprimordius*, Axial section, (l) *Paragloborotaliamayeri*, Equatorial section, (m) *Globigerinellaobesa*, Equatorial section, (n) *Globigerinoidesimmaturus*, Axial section, and (o) *Praeorbulinatransitoria*, Axial section.

### پالئوآکولوژی سازند قم در برش گویلر

مشخص شده‌اند (شکل ۹). این نمودارها کمک می‌کنند که اجتماعات فسیلی شناسایی شوند. تجمع فونای ریفی شامل مرجان‌ها، بریوزوئرها و جلبک‌های قرمز به وفور (۳۹ درصد از کل) در برش گویلر مشاهده می‌شوند (شکل ۹). فونای ریفی معمولاً در آب با شوری نرمال، نور یوفوتیک، عمق آب تا ۹۰ متر و درجه حرارت ۲۵-۳۶ درجه سانتی‌گراد رشد می‌کنند (Flügel, 2004; Murray, 1973; Al-saad and Ibrahim, 2002) (جدول ۱). مجموعه مرجان‌ها عموماً به صورت پشته‌های سدی بر

فرامینیفرای بنتیک برای مطالعه پالئوآکولوژی مناسب‌تر از گونه‌های پلانکتونیک می‌باشند زیرا گونه‌های پلانکتونیک چه در زمان زیست و چه در زمان مرگ در محدوده جغرافیایی وسیعی منتشر می‌شوند (Boggs, 1987). در برش مورد مطالعه، پس از شناسایی محتوای فسیلی موجود در مقاطع نازک، جنس‌ها و گونه‌های موجود برای هر مقطع نازک شمارش شدند و بر اساس فراوانی و همچنین براساس تنوع دیواره، تفکیک و



1973; Murray, 2004) (جدول ۱). وجود جنس‌های دیگر با پوسته پورسلانوز (بدون منفذ) از جمله:

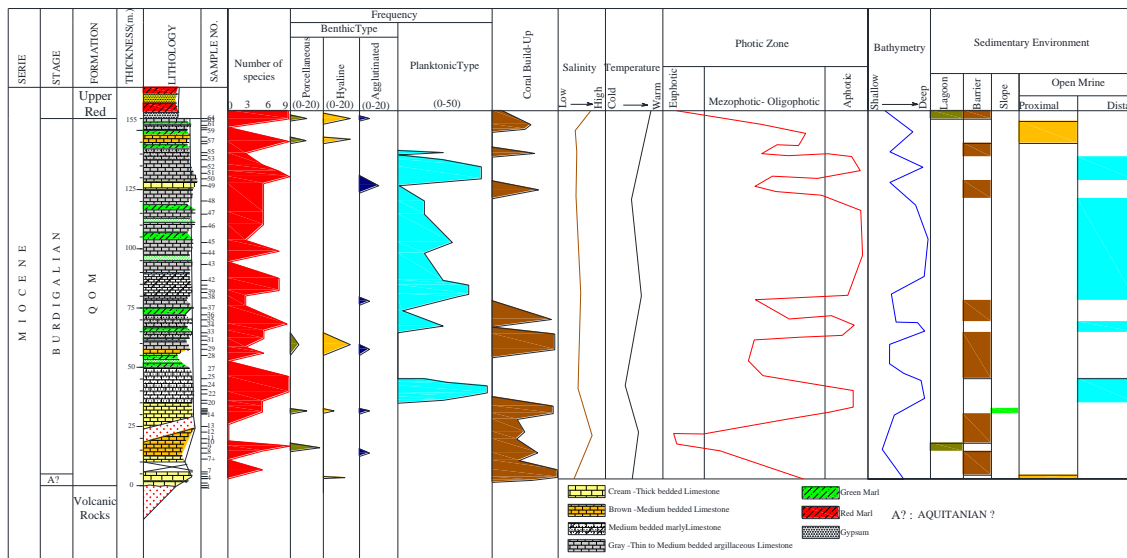
*Quinqueloculina, Pyrgo, Peneroplis, Spiroloculina*

نشانگر محیط رسوبی لاگون با درجه شوری هیپرسالین، عمق تا ۳۵ متر، درجه حرارت ۱۸ تا ۳۵ سانتی گراد و با نور زیاد (Euphotic) است (Flugel, 2004; Murray, 1973). در تجمعات جنس و گونه‌های با پوسته هیالین و مورفولوژی کوچک مانند جنس‌های *Amphistegina* و *Astrogerina* محیط رسوبی مربوط به بخش‌های کم عمق دریای باز (Proximal Open Marine)، شوری نرمال دریا، حرارت ۲۶ درجه سانتی‌گراد و عمق تا ۴۵ متر پیشنهاد شده است (جدول ۱) (Geel, 2000). در اجتماعات اندک به میزان ۵ درصد، حضور فونای با پوسته هیالین و پورسلانوز می‌تواند نشان‌دهنده محیط رسوبی شیب قاره (Slope) با شوری نرمال، حرارت ۲۶ درجه سانتی‌گراد و عمق تا ۴۰ متر باشد (Geel, 2000; Buxton and Pedley 1989). بنابراین با توجه به مطالعات پالئوآکولوژیکی، احتمالاً پلتفرمدریای قم در برش گوپلر، با توجه به عمق زیست دیرینه فسیل‌ها و وفور فونای ریفی، از نوع یک شلف کربناته شامل محیط‌های رسوبی لاگون، محیط سد در حاشیه شلف کربناته تا بخش عمیق دریای باز باشد. لیکن با تحلیل‌های رخساره‌ای می‌توان دقیق‌تر محیط رسوبی سازند قم را مشخص نمود (شکل ۱۰).

روی لبه یک پلتفرم کربناته تشکیل می‌شوند (Flugel, 2004; Murray 1973; Al-saad and Ibrahim 2002). فرامینیفرای پلانکتونیک در بخش میانی تا بالایی از سازند قم در برش گوپلر توزیع یافته‌اند. عمدتاً عمق‌سنجی فرامینیفرای پلانکتونیک براساس مورفولوژی (مورفوتایپ) آنهاست. به‌گونه‌ای که صدف‌های تک ردیفی و ترکواسپیرال با حجرات کروی در عمق تا ۵۰ متر، صدف ترکواسپیرال با حجرات فشرده و کارن ابتدایی یا حجرات کروی با صدف بزرگ در عمق ۵۰ تا ۱۰۰ متر، صدف ترکواسپیرال با حجرات فشرده و کارن قوی یا صدف با کارن قوی و حجرات مسطح - محدب در عمق بیش از ۱۰۰ متر زیست می‌کند (Keller, 1999). بر این اساس و با توجه مورفولوژی فونای شناسایی شده، تغییرات عمق دیرینه فونای پلانکتونیک در برش مورد مطالعه ۵۰ تا ۱۰۰ متر تعیین شده است. بنابراین می‌توان گفت تجمعات فونا پلانکتونیک (۴۹ درصد از کل) در محیط رسوبی دریای باز (Distal Open Marine)، نور آفوتیک (Aphotic)، شوری و درجه حرارت کم قرار داشته‌اند (Flugel, 2004; Murray, 1973) (شکل ۹). تغییرات ناگهانی عمق آب (Bathymetry) برای دریای میوسن پیشین (بوردیگالین) با توجه به منابع مذکور در شکل ۹ تعیین شده است. اجتماعات فرامینیفرای با پوسته پورسلانوز، ۷ درصد از کل مجموعه فسیلی سازند قم را در برش مورد مطالعه شامل می‌شوند. حضور گونه *Borelismelocuridica* نشانگر کم عمق بودن حوضه است (Flugel, 2004).

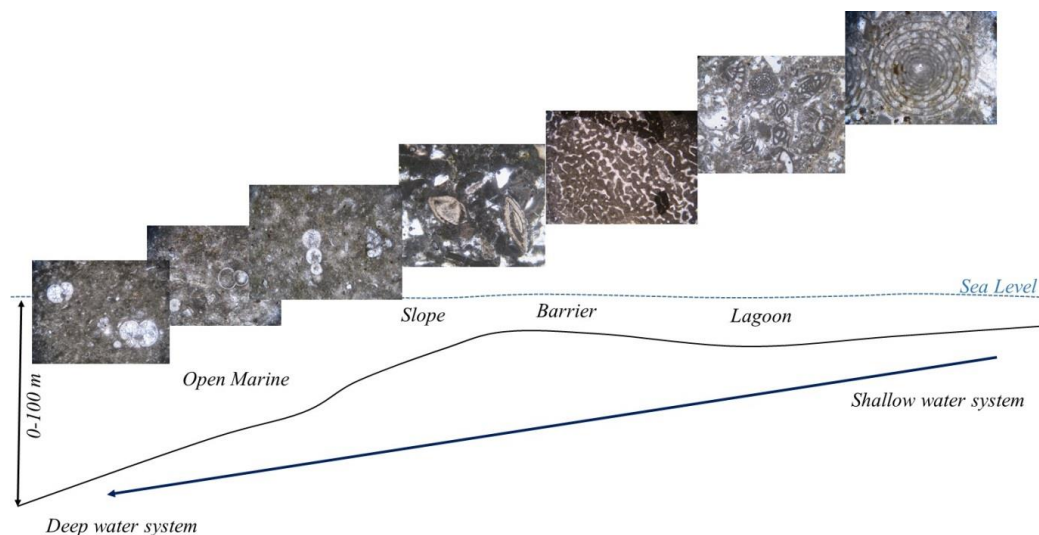
جدول ۱- مشخصات پالئوآکولوژی برخی از فرامینیفرای فونای ریفی (Flugel, 2004; Murray 1973; Al-saad and Ibrahim, 2002).  
Table.1. Paleocological characteristics of some fauna (Flugel, 2004; Murray, 1973; Al-saad and Ibrahim, 2002).

Fossil	Environment	Depth(m)	Salinity	Temperature (Santi grade)
Borelis	Lagoon	0-35	Normal-Hypersaline	25-35
Peneroplis	Lagoon	0-35	Hypersaline	18-27
Triloculina	Lagoon	0-40	Normal-Hypersaline	Moderate - tropical
Quinqueloculina	Lagoon	0-40	Normal-Hypersaline	Moderate - Subtropical
Amphistegina	Open Marine	5-45	Normal	26
Astergerina	Open Marine	0-45	Normal	Tropical - Subtropical
Elphidium	Platform	0-50	Normal-Hypersaline	≥15
Pyrgo	Platform	0-50	Normal	Moderate
Rotalia	Platform	0-50	Normal-Hypersaline	14-25
Textularia	Platform	40-50	Normal	Polar - Equatorial
algae	Reef	0-50	Normal	25-35
bryozoon	Reef	0-50	Normal	Polar - Equatorial
coral	Reef	0-90	Normal	25-36
Bigenerina	Open Marine	≥100	Normal	Cold



شکل ۹- تغییرات پالئوآکولوژیکی فونا در سازند قم در برش گویلر.

Fig. 9. Paleogeological variation of Fauna in Qom Formation, Goylar section.



شکل ۱۰- تغییرات عمق آب دریای میوسن پیشین (بوردیگالین)، برش گویلر.

Fig. 10. Early Miocene (Burdigalian) marine bathymetry system, Goylar section.

### نتیجه گیری

Zone به سن بوردیگالین (میوسن پیشین) و ضخامت ۱۵۰ متر برای سازند قم تعیین شده است. بررسی خصوصیات پالئوآکولوژیکی اجتماعات فسیلی از جمله مورفوتایپ، و نوع دیواره فرامینیفرای بنتیک و پلانکتونیک و حضور فراوان مرجان‌های ریف‌ساز با همزیستی جلبک‌ها، نشان داد که دریای قم دارای شوری نرمال و درجه حرارت نیمه گرم تا گرم داشته است. همچنین تغییرات نور در دریای قم بیشتر در محدوده های مزوفوتیک-لیگوفوتیک و آفوتیک بوده است. با توجه به عمق زیست دیرینه فسیل‌ها براساس منابع مذکور و وفور فونای ریفی، پلتفرم دریای قم احتمالاً از نوع یک شلف کربناته شامل محیط‌های رسوبی لاگون، سد و بخش عمیق دریای باز باشد. لیکن با تحلیل‌های رخساره‌ای می‌توان دقیق‌تر محیط رسوبی سازند قم را مشخص نمود.

یک برش چینه‌شناسی به ضخامت ۱۵۵ متر به جهت بررسی‌های بیواستراتیگرافی و پالئوآکولوژیکی سازند قم در شمال باختر ناحیه ساختاری ایران مرکزی (جنوب باختری استان زنجان) انتخاب شد. به لحاظ بررسی‌های سنگ چینه‌نگاری، سازند قم شامل سنگ آهک‌های نازک تا ضخیم لایه، سنگ آهک ماسه ای، تناوب شیل و مارن سبز، سنگ آهک ریفی-مرجانی و تناوب مارن سبز و آهک آرژیلیتی است. مطالعات دیرینه شناسی نشان داد که ۵ متر قاعده ای سازند قم (مرز چینه‌شناسی زیرین با سنگ‌های ولکانیکی) احتمالاً سن آکیتانین؟ دارند و براساس اولین ظهور گونه *Borelismelocurdica*، یک بیوزون تجمعی به نام *Borelismelocurdica- Borelismelomelo Assemblage*

## منابع

- Adams, T.D., Bourgeois, F., 1967. Asmari biostratigraphy Iran, Oil Operation Company, Geological Exploration. Report No. 1074, 1–37.
- Aghanabati, A., 2005. Geological of Iran. Geological survey of Iran, 560.
- Al-Saad, H., Ibrahim, M., 2002. Stratigraphy micropaleontology and Palaeoecology of the Miocene Damam Formation Qatar. *Geo Arabia* 7(1), 9-28.
- Blow, W., H., 1969. Late Middle Eocene to recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In: Bronnimann P, Renz H H, eds. *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils*. Leiden: E. J. Brill, 199–421.
- Boggs, S., 1987. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy* by Sam Boggs. Longman Higher Education.
- Bolli, H., M., Saunders, J. B., 1985. Oligocene to Holocene low latitude planktic foraminifera. In: Bolli H M, Saunders J B, Perch-Nielson K, eds. *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, 155–262
- Bozorgnia, F., 1966. Qum Formation stratigraphy of the Central Basin of Iran and its intercontinental position. *Bull Iran Pet Inst* 24, 69–75.
- Buxton, M.W.N., Pedley, H.M., 1989. A Standardized Model for Tethyan Tertiary Carbonates Ramps. *Journal of the Geological Society* 146, 746-748.
- Cahuzac, B., Poignant, A., 1997. An attempt of biozonation of the European basin, by means of larger neritic foraminifera. *Bulletin de la Société géologique de France* 168 (2), 155-169.
- Ehrenberg, S.N., Pickard, N.A., Laursen, G.V., Monibi, S., Mossadegh, Z.K., Svånå, T.A., Aqrawi, A.A.M., McArthur, J.M., Thirlwall, M.F., 2007. Strontium isotope stratigraphy of the Asmari Formation (Oligocene-Lower Miocene), SW Iran. *Petroleum Geology* 30(2), 107–128.
- Flügel, E., 2004. *Carbonate sedimentary rocks*: Berlin, Springer, p. 976.
- Furrer, M.A., Soder, P., A., 1955. The Oligo–Miocene marine Formation in the Qom region (Central Iran). In: *Proceedings of 4th World Petrology Congress*. Roma, section I/A/5, 267–277.
- Geel, T., 2000. Recognition of stratigraphic sequences in carbonate platform and slope deposits: empirical models based on microfacies analysis of paleogene deposits in southeastern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 155, 211-238.
- Iaccarino, A., Premoli-Silva, M., 2005. *Practical Manual of Oligocene to Middle Miocene Planktonic Foraminifera*, International School on Planktonic Foraminifera, 4th course, 14e18 February. University of Perugia Press, Perugia.
- Keller, G., 1999. The Cretaceous-Tertiary Mass extinction in planktonic foraminifera: Biotic Constrains for Catastrophe theories. New York, London, p. 49-83.
- Kennett, J., M., Srinivasan, M., S., 1983. *Neogene Planktonic Foraminifera: A Phylogenetic Atlas*. Pennsylvania: Hutchinson Ross publishing Company, p. 1–263.
- Laursen, G. V., Monibi, S., Allan, T. L., Pickard, N. A., Hosseiney, A., Vincent, B., Hamon, Y., Van Buchem, F. H., Moallemi, A., Driullion, G. 2009. The Asmari Formation revisited: changed stratigraphic allocation and new biozonation. 1<sup>st</sup> International Petroleum Conference and Exhibition, Shiraz, Iran, p. 4–6.
- Loeblich, A., R., Tappan, J., H., 1988. *Foraminiferal genera and their classification*. Van Nostrand Reinhold Company, p. 1–869.
- Murray, J.W., 1973. *Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminifera*. Longman Scientific & Technical, London, p. 397.
- Wade, B.S., Pearson, P.N., Berggren, W.A., Pälike, H., 2011. Review and revision of Cenozoic tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and calibration to the geomagnetic polarity and astronomical time scale. *Earth Science Review* 104 (1-3), 111–142.
- Wilson, B., 2005. Planktonic foraminiferal biostratigraphy and paleoecology of the Brasso Formation (Middle Miocene) at St. Fabien Quarry, Trinidad, West Indies. *Caribbean Journal of Science* 4, 797–803.
- Wynd, J., 1965. Biofacies of the Iranian consortium agreement area. Iranian Oil Offshore Company Report No. 1082.