



<http://ui.ac.ir/en>

Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches University of Isfahan

E-ISSN: 2423-8007

Document Type: Research Paper

Vol. 35, Issue 3, No. 76, Autumn 2019, pp. 23-36

Received: 13.03.2019 Accepted: 02.08.2019

## Calcareous nannofossils at the upper part of Gurpi Formation and the lower part of Pabdeh Formation at Arkavaz section, south east Ilam

Saeedeh Senemari\*

Associate Professor, Department of Mining, Faculty of Engineering, Imam Khomeini International University

(IKIU), Qazvin, Iran.

[senemari@eng.ikiu.ac.ir](mailto:senemari@eng.ikiu.ac.ir)

### Abstract

In this study the Paleocene sediments have been investigated at the upper part of Gurpi Formation and the lower part of Pabdeh Formation at Arkavaz section in southeast of Ilam. The upper part of the Gurpi Formation is mainly consists of grey shale and the lower part of the Pabdeh Formation consists of purple shale. As a result of this study, 22 species belong to 17 genera of calcareous nannofossils were detected. Nine bioevents were recorded and based on these bioevents, the *Ellipsolithus macellus* Zone (NP4/CNP6–CNP7) and *Fasciculithus tympaniformis* Zone (NP5/CNP7–CNP8) are recognized at the uppermost part of the Gurpi Formation. Subsequently, *Heliolithus kleinpelli* Zone (NP6/CNP8) and *Discoaster mohleri* Zone (NP7) / *Heliolithus riedelii* Zone (NP8) (NP7/8 combined Zone–CNP9/10), are identified at the base of the Pabdeh Formation, respectively. As a result of this study and based on the identified calcareous nannofossil biozones, the age of the uppermost part of the Gurpi Formation is Late Danian–Selandian and the lower part of the Pabdeh Formation is Selandian–Thanetian, and based on CNP8 the boundary between these two formations is continuous. The identified biozones in this study were compared with other parts of the Zagros Basin.

**Keywords:** Biostratigraphy, Paleocene, Gurpi Formation, Pabdeh Formation, Calcareous Nannofossils, Zagros.

### Introduction

One of the most extensive Cretaceous and Palaeogene deposits in Zagros is the marine sediments of the Gurpi and Pabdeh formations, which were first identified in the Zagros Basin on the basis of stratigraphy and paleontology. Type section of the Gurpi Formation is studied in Lali oilfield located in the NE of Masjed soleiman. Also, the term Pabdeh Formation has been introduced for the argillaceous limestone, marly limestone and shale succession exposed at the Tang-e Pabdeh, from the southeastern part of Pabdeh Mountain, located in north of the Lali oilfield. The most important thing to do in these formations is to determine the exact boundary by calcareous nannofossils. At the Arkavaz section, the upper part of Gurpi Formation (with 41.5 m thick) and the lower part of Pabdeh Formation (with 64.9 m thick) consists of 106.4 m thick was selected which mainly consists of gray shale and purple shale, respectively.

### Material and Methods

In this study 47 samples from the Gurpi and Pabdeh formations have been studied. Samples were prepared following a standard smear slide method (Bown and Young 1998). All slides were studied under polarized light microscope at  $\times 1000$  magnification. Calcareous nannofossil nomenclature follows the taxonomic schemes of Perch-Nielsen (1985).

### Discussion of Results and Conclusions

Calcareous nannofossils recorded in the Mesozoic and Cenozoic strata are believed to be an appropriate means for biostratigraphic studies. As a result of this study, 17 genera and 23 species of calcareous nannofossils have been identified. Abbreviations used in this study are the NP (Nannofossil Paleogene) and CNP (Calcareous Nannofossil Paleocene). The nannofossil zonation used in the present study is based on the Nannoplankton zonation of Martini (1971) and Agnini et al. (2014), respectively. As a result of this study, 23 species belong to 17 genera of calcareous nannofossils were detected. Nine bioevents were recorded and based on these bioevents, the *Ellipsolithus macellus* Zone (NP4/CNP6–CNP7) and *Fasciculithus tympaniformis* Zone (NP5/CNP7–CNP8) are recognized at the uppermost part of the Gurpi Formation. Subsequently, *Helioolithus kleinpelli* Zone (NP6/CNP8) and *Discoaster mohleri* Zone (NP7)/*Heliolithus riedelii* Zone (NP8) (NP7/8 combined Zone–CNP9/10), are identified at the base of the Pabdeh Formation, respectively. Two biozones of the zonation of Martini (1971) are recognized at the upper part of Gurpi Formation as follows: (1) *Ellipsolithus macellus* Zone (NP4/CNP6–CNP7): The first nannofossil unit recorded in this study is the NP4 zone. This biozone is recorded from the FO *Ellipsolithus macellus* to the FO of *Fasciculithus tympaniformis*. The age of this zone is late Late Danian–

\*Corresponding authors

Copyright©2019, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/BY-NC-ND/4.0/>), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they can't change it in any way or use it commercially.

Early Selandian. (2) *Fasciculithus tympaniformis* Zone (equivalent to NP5/ CNP7–CNP8): The second nannofossil unit recorded at the upper part of Gurpi Formation is the NP5 zone. This bio zone is recorded from the FO *Fasciculithus tympaniformis* to the FO of *Heliolithus kleinpellii*. The age of this zone is Selandian. Also, two biozones of the zonation of Martini (1971) are recognized at the lower part of Pabdeh Formation as follows: (1) *Heliolithus kleinpellii* Zone (equivalent to NP6/CNP8): The next nannofossil unit recorded in this study is the CC19 zone. This bio zone is recorded from the FO of *Heliolithus kleinpellii* to the FO of *Discoaster mohleri*. The age of this zone is Late Selandian–Early Thanetian. (2) *Discoaster mohleri* Zone (NP7) / *Heliolithus riedelii* Zone (NP8) or (NP7/8 combined Zone–CNP9/10): The last nannofossil unit recorded at the lower part of Pabdeh Formation is the NP7/8 combined zone. This

biozone is recorded from the FO of *Discoaster mohleri* to the FO of *Heliolithus riedelii*. The age of this zone is Thanetian. In this study the Paleocene sediments have been investigated at the upper part of Gurpi Formation and the lower part of Pabdeh Formation at Arkavaz section in southeast of Ilam. The upper part of the Gurpi Formation is mainly consists of grey shale and the lower part of the Pabdeh Formation consists of purple shale. The detail study based on calcareous nannofossils, enables the subdivision of the studied deposits into four bio zones. As a result of this study and based on the identified calcareous nannofossil bio zones, the age of the uppermost part of the Gurpi Formation is Late Danian–Selandian and the lower part of the Pabdeh Formation is Selandian–Thanetian, and CNP8 Zone is located in the boundary between two formations. The biozones identified in this study were compared with sections from other regions of Zagros Basin .

## بررسی نانوفسیل‌های آهکی در بخش بالایی سازند گورپی - بخش زیرین سازند پابده در برش آرکواز، جنوب خاور ایلام

سعیده سنماری<sup>\*</sup>، دانشیار، گروه معدن، دانشکده فنی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)،

قزوین، ایران

s.senemari@eng.ikiu.ac.ir

### چکیده

در مطالعه حاضر، رسوبات پالتوسن در مرز سازند‌های گورپی و پابده در برش آرکواز واقع در جنوب‌شرق ایلام بررسی شدند.

بخش بالایی سازند گورپی از شیل خاکستری و بخش زیرین سازند پابده از شیل ارغوانی تشکیل شده است. در مطالعه حاضر، ۲۳

گونه متعلق به ۱۷ جنس از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شدند. در رسوبات بررسی شده، نه حادثه زیستی ثبت شد که بر اساس آنها،

بایوزون‌های (*Fasciculithus tympaniformis* Zone و *Ellipsolithus macellus* Zone (NP4/CNP6-CNP7)

*Heliolithus kleinpelli* Zone (NP6/CNP8) از بخش بالایی سازند گورپی و متعاقباً زون‌های (NP5/CNP7-CNP8)

*Discoaster mohleri* Zone (NP7) / *Heliolithus riedelii* Zone (NP8) (NP7/8 combined Zone-و-

CNP9/10) از بخش زیرین سازند پابده تشخیص داده شدند. درنتیجه این مطالعه و بر اساس زون‌های مشخص شده، سن بخش

بالایی سازند گورپی دانین پسین - سلاندین و سن بخش زیرین سازند پابده سلاندین - تاتینیں تعیین شد. زون CNP8 در محدوده

مرز بین دو سازند قرار دارد. بایوزون‌های تعیین شده در مطالعه حاضر با برش‌هایی از دیگر نواحی زاگرس مقایسه شدند.

واژه‌های کلیدی: بیواستراتیگرافی، پالتوسن، زاگرس، سازند گورپی، سازند پابده، نانوفسیل‌های آهکی

\* نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۷۸۵۲۰۸۶

Copyright©2019, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/BY-NC-ND/4.0>), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they can't change it in any way or use it commercially.

Doi: [10.22108/jssr.2019.116010.1088](https://doi.org/10.22108/jssr.2019.116010.1088)

## مقدمه

Hemmati-Nasab et al. (2007), Hadavi et al. (2007)

Senemari et al. (2010), Heydari et al. (2010), (2008)

Senemari, Parandavar et al. (2013), Asleshireen (2011)

Khavari Khorasani et al. and Sohrabi Molla Usefi (2013)

Ahifar et al. Fereydounpour et al. (2014), al. (2014)

Mahanipour and Najafpour et al. (2015), (2015)

Razmjooei et al. Senemari (2017) Najafpour (2016)

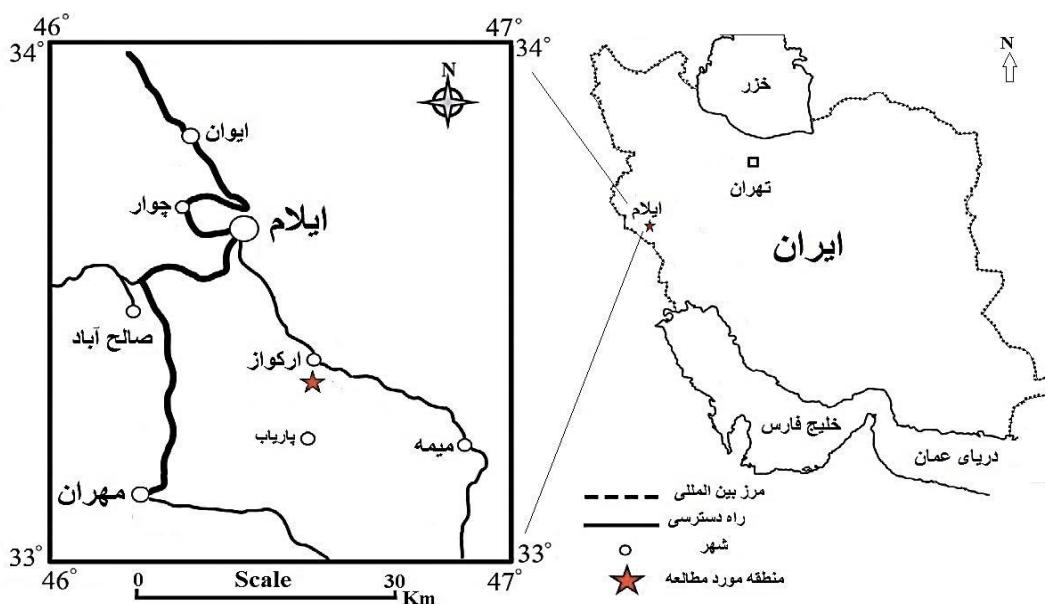
Foroughi and Aryanasab (2018) و (2018) در نقاط

مختلف حوضه رسوبی زاگرس (مطالعه موردی استان ایلام)، توالی‌های رسوبی نهشته شده طی کرتاسه-پائوسن با رخنمون کاملی از توالی‌های رسوبی این زمان وجود دارند؛ از این‌رو، برش آرکواز به منظور بررسی‌های زیست‌چینه‌نگاری در مرز سازندهای گورپی-پابده مطالعه شد. در مطالعه حاضر سعی بر شناسایی حادث زیستی بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی است تا بر اساس آن، چینه‌نگاری زیستی در مرز بین دو سازند و نیز نوع مرز مشخص شود.

## موقعیت زمین‌شناسی و جغرافیایی برش مطالعه‌شده

برش آرکواز در ۴۵ کیلومتری جنوب‌شرقی شهر ایلام واقع شده است؛ در این منطقه، سازندهای گورپی و پابده رخنمون خوبی دارند. راه دسترسی به برش مطالعه شده از مسیر جاده ایلام به قلعه دره ملکشاهی و دره شهر است. در این برش، بخش بالایی سازند گورپی از شیل خاکستری مایل به سبز و بخش زیرین سازند پابده از شیل ارغوانی تشکیل شده است. برش آرکواز در موقعیت مختصات جغرافیایی  $46^{\circ}37'$  طول شرقی و  $33^{\circ}22'$  عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱).

حوضه رسوبی زاگرس با گسترشی حدود ۲۰۰۰ کیلومتر، فرونژسته‌های مدامی طی دوران‌های مزوژوئیک و سنوزوئیک داشته است؛ به طوری که رسوبات کربناته، شیل و مارن با ضخامت زیاد در آن نهشته شده‌اند. سازندهای گورپی و پابده از جمله نهشته‌های مهم این حوضه رسوبی‌اند که مرزهای آنها در همه‌جا ویژگی‌های زمانی یکسانی ندارند (Aghanabati 2006)؛ داشتن ویژگی سنگ منشأ و قرارگیری سازندهای یادشده در ردیف سازندهای مطرح مناطق نفتی، اهمیت این سازندها را دوچندان می‌کند (Motiei 2003). برش الگوی سازند گورپی با ضخامت زده و عمده‌ای بخشی از رسوبات نهشته شده در زمان پیش روی دریای عمیق کرتاسه است؛ این برش در تنگ پابده، در جنوب باخترا دامنه کوه پابده واقع شده است و مرز زیرین این سازند با سازند ایلام از نوع ناپیوستگی فرسایشی است و در سطح بالایی به شیل‌های ارغوانی رنگ سازند پابده می‌رسد. برش الگوی سازند پابده نیز در تنگ پابده واقع در شمال میدان نفتی لالی با ضخامت حدود ۸۰۰ متر از شیل و مارن‌های ارغوانی (بخش قاعده‌ای سازند) و شیل‌های خاکستری و لایه‌های آهک رسی و گاهی چرت‌دار تشکیل شده است که به طور هم‌شبی و تدریجی به سنگ‌آهک‌های سازند آسماری می‌رسد (Aghanabati 2006). در سال‌های اخیر، مطالعه‌های بسیاری در زمینه سازندهای گورپی و پابده از جنبه‌های مختلف انجام شده‌اند که از جمله آنها عبارتند از: مطالعه‌های Badri Hosseini Falehi (2006) Hadavi and Ezadi Gholami Fard (2007), et al. (2007)



شکل ۱- موقعیت برش مطالعه شده در ایران و راههای دسترسی به آن؛ برش مطالعه شده با ستاره مشخص شده است

(برگرفته از Eftekhari et al. 2018 با کمی تغییرات)

پلاریزه و بزرگنمایی ۱۰۰۰ مطالعه و سپس با دوربین نیکون عکس برداری شدند. به منظور شناسایی گونه‌ها و مطالعه تاکسونومیکی از منابع مختلفی مانند (Perch-Nielsen 1985) و (Agnini et al. 2014) برای تعیین حوادث زیستی و زوناسیون از زوناسیون‌های ارائه شده (Martini 1971) و (Martini 1971; Okada and Bukry 1980) برای زمان پالئوژن استفاده شد.

### بحث

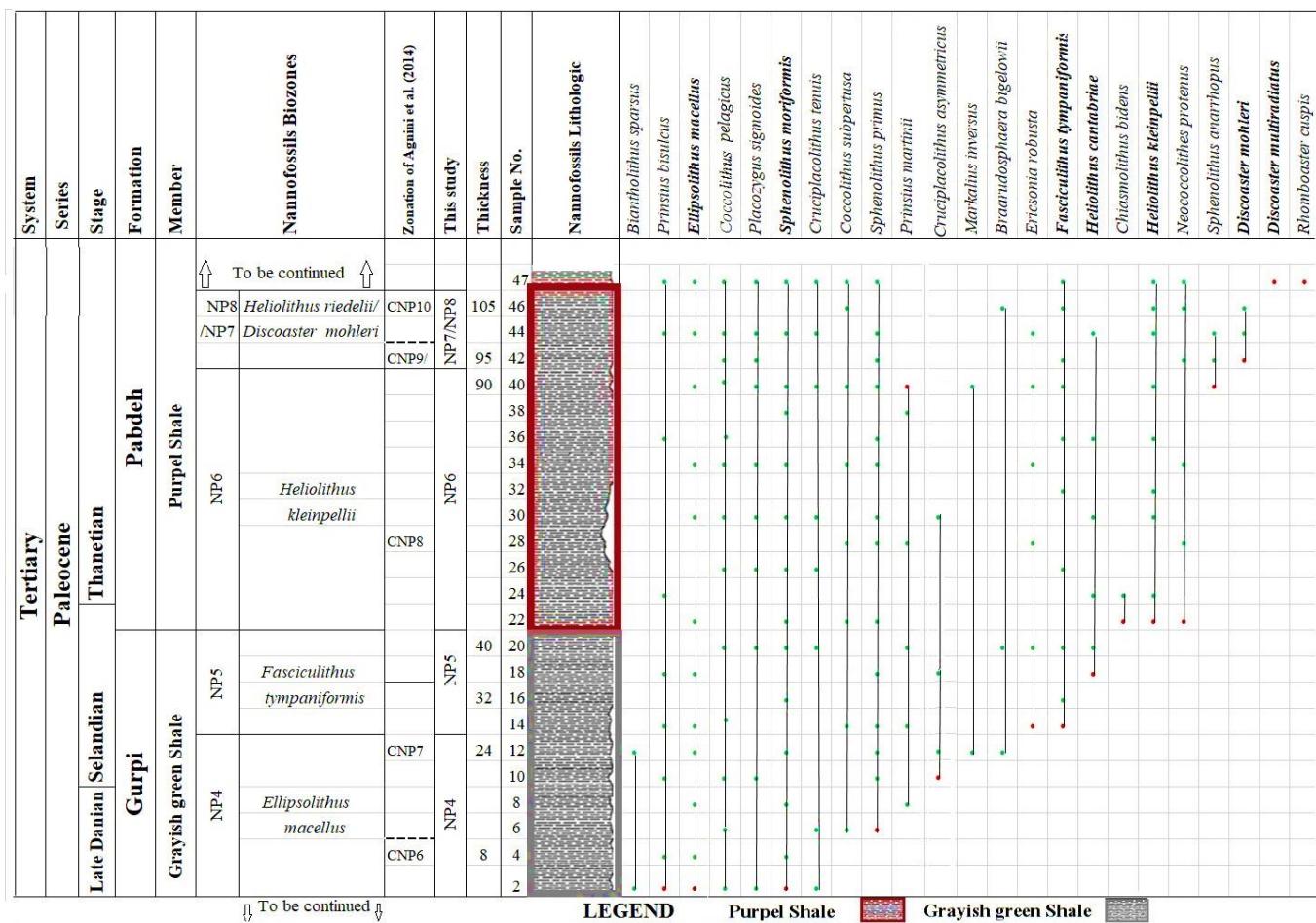
**الگوی نانواستراتیگرافی، بررسی زوناسیون و موقعیت مرز سازندهای گورپی و پابده در برش آركواز**

طی دهه‌های اخیر، زوناسیون‌های مختلفی بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی برای پالئوسن ارائه شده‌اند (Martini 1971; Okada and Bukry 1980) که درنهایت، (Perch-Nielsen 1985) آنها را به شکل زوناسیون کامل جمع آوری کرده است؛ (Agnini et al. 1991) و (Varol 1991) علاوه بر این، افرادی نظری (Bown and Young 1998) در (2014) زوناسیون‌هایی را برای پالئوسن ارائه کردند. در مطالعه حاضر با شناسایی اجزای تشکیل‌دهنده نانوفسیل‌های آهکی در رسوبات، ۲۳ گونه متعلق به ۱۷ جنس از این گروه

روش کار و مطالعه‌های آزمایشگاهی در برش آركواز، بخش بالایی نهشته‌های سازند گورپی با ضخامت ۴۱/۵ متر از رسوبات شیل خاکستری و بخش زیرین سازند پابده با ضخامت حدود ۶۴/۹ متر از رسوبات شیل ارغوانی، درمجموع به ضخامت ۱۰۶/۴ متر بررسی و نمونه‌برداری شد. مرز بالایی سازند گورپی با سازند پابده از طریق شیل‌های ارغوانی قاعده پابده مشخص شد که مبنای متراژ اندازه‌گیری شده برای دو سازند است. نمونه‌برداری از برش مطالعه شده به طور سیستماتیک انجام و مبنای برداشت نمونه‌ها از سازند گورپی ۲ متر فاصله برای هر نمونه و مبنای نمونه‌برداری برای سازند پابده ۲/۵ متر به ازای هر نمونه در نظر گرفته شد. به منظور بررسی حوادث زیستی، زوناسیون و مطالعه نانوفسیل‌ها، تعداد ۴۷ نمونه از بخش بالایی سازند گورپی و بخش زیرین سازند پابده برداشت شدند (۲۰ نمونه از بخش بالایی سازند گورپی و ۲۷ نمونه از بخش زیرین سازند پابده). آماده‌سازی نمونه‌ها طبق روش اسمیر اسلامی (Bown and Young 1998) انجام شد. سپس اسلایدها با میکروسکوپ پلاریزان المپوس (BH2) در نورهای معمولی و

Agnini et al. (2014) است. زوناسیون نهشته‌های متعلق به مرز سازند های گورپی و پابده بر مبنای نخستین ظهور و آخرین حضور گونه‌های شاخص انجام و درنهایت، بر اساس تطبیق با زوناسیون‌های استاندارد جهانی به شناسایی بایوزون‌هایی در بخش بالایی سازند گورپی و بخش زیرین سازند پابده منح شد (شکا، ۲).

فسييل شناسايي شدند که تصاویر برخی از مهم‌ترین گونه‌ها در پليت آورده شده است. حفظ‌شدگی گونه‌ها در برش مطالعه شده نسبتاً خوب است. در زوناسيون انجام شده، علامت اختصاری NP بيان‌کننده نانوفسييل‌های پالئوزن (Paleogene) از زوناسيون (1971) Martini و علامت CNP نشان‌دهنده نانوفسييل‌های آهکی پالئوسن اختصاری Calcereous Nannofossil Paleocene) از زوناسيون



شکل ۲- چینه‌نگاری زیستی در مرز سازندهای گورپی و پابده بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی در برش آرکواز، جنوب شرق ایلام (کادر قرمز بیان کننده شیل‌های ارغوانی سازند پابده و کادر خاکستری بیان کننده شیل‌های خاکستری مایل به سیز سازند گورپی است).

بازه زمانی اواخر دانین پسین - سلاندین پیشین تقریباً با ۲۷ از ۵۸ تا ۶۰ میلیون سال پیش بر پایه GTS

## معرفی بایوزون‌های تعیین شده در بخش بالایی سازند

*Fasciculithus* این زون از نخستین ظهرور گونه (*tympaniformis* نمونه ۱۳، ۲۵/۱ متر) تا نخستین ظهرور گونه (*Heliolithus kleinpellii* ادامه دارد. نخستین ظهرور گونه ۲۱/۶ متری و نمونه ۴۱/۶ *Heliolithus kleinpellii* در ضخامت ۴۱/۶ متری در انتهای سازند گورپی ثبت شد. حد بالایی این زون، آغاز شیل‌های ارغوانی سازند پابده است. در برش بررسی شده، نخستین ظهرور گونه (*Heliolithus cantabriae*) به عنوان شاخص مرز بالایی زون CNP7 در ضخامت ۳۲/۳ متر و نمونه ۱۷ ثبت شد. این بایوزون با بخش بالایی زون CNP7 و Agnini et al. (2014) از زوناسیون (CNP8) از زوناسیون (CNP7) مطابقت دارد. بایوزون مطالعه شده معرف سن سلاندین و همخوانی دارد. بایوزون مطالعه شده معرف سن سلاندین و ضخامت آن ۱۶/۵ متر است.

**زون‌های تعیین شده در بخش زیرین سازند پابده**  
زون‌های تعیین شده در بخش زیرین سازند پابده که تقریباً با GTS (Gradstein et al. 2012) برای سن سلاندین- تانین معادل است که با *Heliolithus kleinpellii* Zone (NP6/ Selandian-  
*Discoaster mohleri* Zone (NP7) / Thanetian) *Heliolithus riedelii* Zone (NP8) (NP7/8 combined مقارن است. این بایوزون‌ها در برش مطالعه شده ۶۴/۹ متر از شیل‌های ارغوانی بخش زیرین سازند پابده را به خود اختصاص می‌دهند. بایوزون‌های شناسایی شده در این محدوده به قرار زیر است:

#### ***Heliolithus kleinpellii* Zone (NP6/ CNP8)**

نخستین بایوزون شناسایی شده در بخش زیرین سازند پابده (شیل‌های ارغوانی)، بایوزون *Heliolithus kleinpellii* Zone (Shiel and Mohler) است. این زون از نخستین ظهرور گونه (*Discoaster mohleri* *kleinpellii* تا نخستین ظهرور گونه *Heliolithus* *tympaniformis* تعریف می‌شود. این زون را Hay and Mohler (1967) معرفی کرده‌اند. در برش مطالعه شده (آرکواز)، این زون از نخستین ظهرور گونه (*Heliolithus kleinpellii* نمونه ۲۱، ۴۱/۶ متر) تا

(Gradstein et al. 2012) معادل است که با زون‌های (*Fasciculithus* و *Ellipsolithus macellus* Zone (NP4) *Fasciculithus* *tympaniformis* Zone (NP5) مطالعه شده، در ۴۱/۵ متری بخش بالایی سازند گورپی و در محدوده زمان پالئوسن (دانین پسین تا سلاندین) ثبت شده‌اند. بایوزون‌های شناسایی شده در این محدوده به قرار زیر است:

***Ellipsolithus macellus* Zone (NP4/CNP6-CNP7)**  
طبق نظر Matini (1971)، این بایوزون از نخستین ظهرور گونه (*Ellipsolithus macellus* *tympaniformis* تعریف می‌شود. در برش مطالعه شده، گونه‌های (*Fasciculithus* *tympaniformis* نخستین نمونه از قاعده برش) و (*Fasciculithus* *tympaniformis* (نمونه ۱۳، ۲۵/۱ متر) شناسایی و ثبت شدند. در مطالعه حاضر، بایوزون NP4 با زون نانوفسیلی CNP6 و بخش زیرین زون CNP7 از زوناسیون (Agnini et al. 2014) مطابقت و همخوانی دارد؛ البته به علت ثبت نشدن گونه (*Fasciculithus ulii* در این زون، امکان تفکیک مرز بین زون‌های CNP6 و CNP7 میسر نشد و از این‌رو، محدوده این بایوزون‌ها (CNP6 و بخش زیرین زون CNP7) به‌شکل ترکیبی و از نخستین ظهرور گونه (*Sphenolithus moriformis* تعریف شده است. این زون از نخستین ظهرور گونه (*Fasciculithus* نمونه ۲، ۳/۸ متر) تا نخستین ظهرور گونه (*tympaniformis* نمونه ۱۳، ۲۵/۱ متر) در نظر گرفته شد. سن این زون اوخر دانین پسین- سلاندین پیشین و ضخامت آن حدود ۲۵ متر است.

#### ***Fasciculithus tympaniformis* Zone (NP5/ CNP7- CNP8)**

آخرین بایوزون شناسایی شده در بخش بالایی سازند گورپی، بایوزون *Fasciculithus tympaniformis* Zone (Hay and Mohler 1967) این بایوزون را از نخستین ظهرور گونه (*Fasciculithus tympaniformis* تا نخستین ظهرور گونه (*Heliolithus kleinpellii* تعریف کرده‌اند. در مطالعه حاضر،

دارد، زون نانوفسیلی CNP8 به طور مشترک ثبت شد؛ از این‌رو، مرز بین دو سازند گورپی و پابده در برش آرکواز از نظر داده‌های نانوفسیلی پیوسته است.

#### بررسی حوادث زیستی بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی در برش مطالعه‌شده

باتوجه‌به اینکه نانوفسیل‌های آهکی از مهم‌ترین ابزارهای چینه‌نگاری زیستی برای تعیین سن و تطابق لایه‌های رسوبی محسوب می‌شوند، این گروه فسیلی برای مطالعه در برش Okada Martini (1971) and Martini (1991)، Agnini et al. (2014) و Varol (1991) and Bukry (1980) زوناسیون نانوفسیل‌های آهکی زمان پالئوسن را انجام داده‌اند. در مطالعه حاضر برای بررسی حوادث زیستی نانوفسیل‌های آهکی از الگوی زوناسیون Martini (1971) استفاده و سپس با زوناسیون (2014) Agnini et al. و سایر بررش‌ها در پهنهٔ زاگرس تطابق داده شد (شکل ۳). مهم‌ترین رویدادهای زیستی مربوط به نانوفسیل‌های آهکی در بخش بالایی سازند گورپی در برش مطالعه‌شده، ثبت ظهور گونه‌های *Ellipsolithus macellus* (نخستین نمونه از آغاز بخش بالایی سازند گورپی)، *Sphenolithus moriformis* (نمونه ۲/۸)، *Sphenolithus primus* (نمونه ۵/۸ متری) و سپس *Fasciculithus tympaniformis* (نمونه ۱۳/۲۵ متر) به سن دانین پسین-سلاندین پیشین است که از نخستین حوادث قابل مشاهده در برش مطالعه‌شده در زون NP4 است (جدول ۱). در مطالعه حاضر، بایوزون NP4 با زون نانوفسیلی CNP6 و بخش زیرین زون CNP7 مطابقت دارد؛ البته به علت ثبت نشدن گونه *Fasciculithus ulii*، مرز زون‌های CNP6 و CNP7 تعیین نشد. مهم‌ترین حادثه زیستی در پی این حادث زیستی، ظهور گونه *Heliolithus cantabriae* (نمونه ۱۷/۳ متری) و سپس ظهور گونه *Heliolithus kleinpellii* در نمونه ۳۲/۳ متری) و ضخامت ۴۱/۶ متری به عنوان شاخص‌های مرز بالایی بایوزون CNP7 و NP5 با سن

نخستین ظهور گونه *Discoaster mohleri* (نمونه ۴۰/۸۹ متر) تعیین شد. بایوزون مطالعه‌شده با بخش بالایی زون CNP8 از زوناسیون (2014) Agnini et al. همخوانی دارد. سن این زون طبق ثبت نخستین ظهور گونه‌های شاخص بیان‌شده، سلاندین پسین-تاتین پیشین و ضخامت آن ۴۷/۴ متر است.

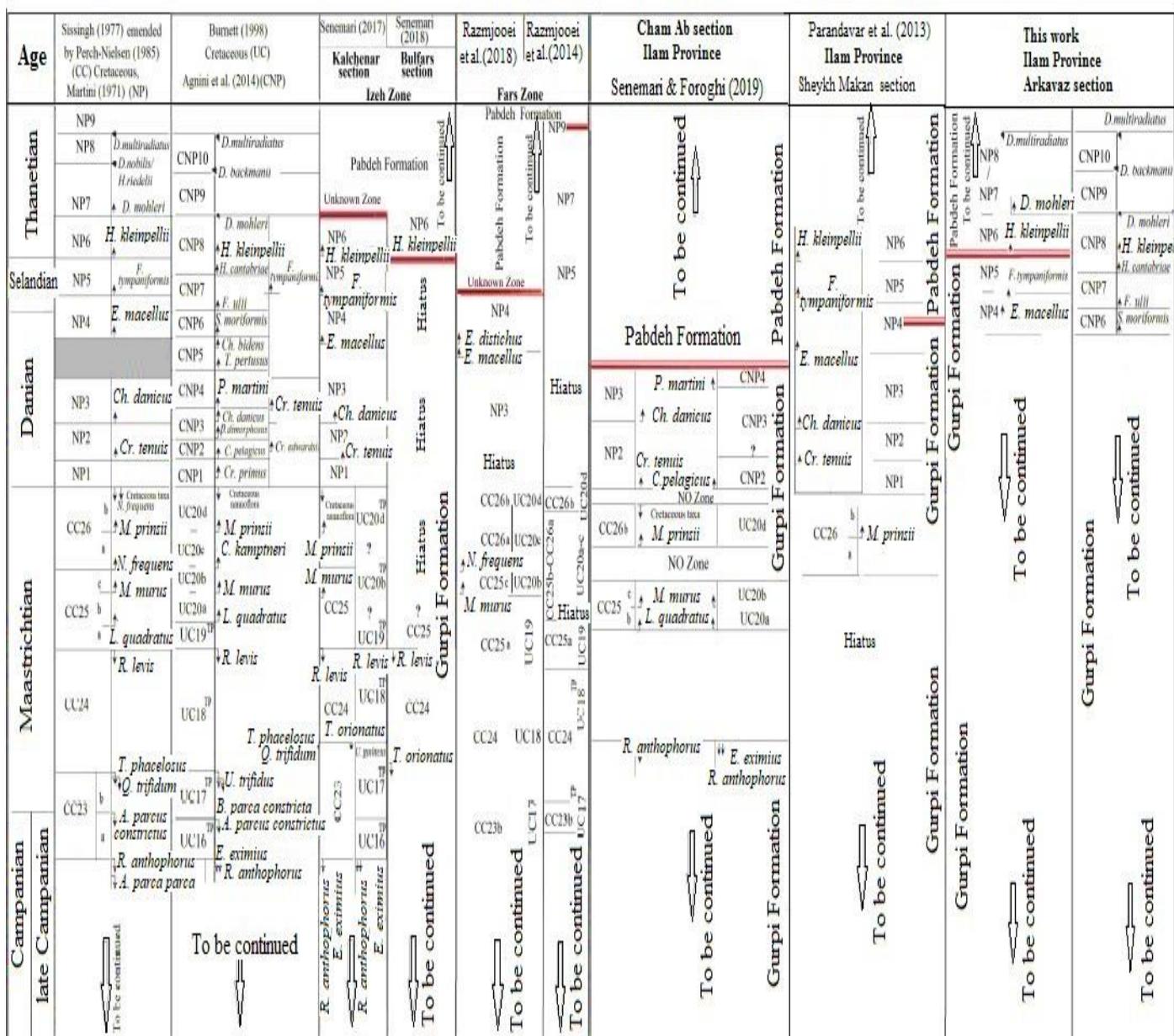
***Discoaster mohleri Zone (NP7) / Heliolithus riedelii Zone (NP8) or (NP7/8 combined Zone - CNP9/10)***  
*Discoaster mohleri* Hay and Mohler (1967) *Discoaster mohleri* Zone (NP7) تا نخستین ظهور گونه *Heliolithus riedelii* یا نخستین ظهور *Perch-Nielsen* (1972) و متعاقباً *Discoaster nobilis* زون (NP8) *Heliolithus riedelii* Zone (NP8) را از نخستین ظهور گونه *Discoaster nobilis* یا *Heliolithus riedelii* تا نخستین ظهور *Discoaster multiradiatus* تعریف کرده‌اند. در *Discoaster* و *Heliolithus riedelii* مطالعه حاضر، گونه‌های *nobilis* ثبت نشدن؛ از این‌رو، تعیین مرز بالایی زون‌های NP7-NP8 میسر نشد و بنابراین، آخرین بایوزون متواലی تعیین شده در بخش زیرین سازند پابده، بایوزون ترکیبی NP7/8 (combined Zone) است؛ همچنین بر اساس بایوزوناسیون آگینی و همکاران (2014)، زون CNP9 از نخستین ظهور گونه *Discoaster mohleri* (نمونه ۴۰/۸۹ متر) تا نخستین حضور گونه *Discoaster backmanii* است و بایوزون CNP10 از نخستین حضور گونه *D. backmanii* تا نخستین ظهور گونه *multiradiatus* (نمونه ۴۷ از متراز پایانی) تعریف می‌شود. در *D. multiradiatus* مطالعه حاضر، گونه‌های *backmanii* ثبت نشدن؛ از این‌رو، تعیین مرز زون‌های CNP9-CNP10 امکان‌پذیر نشد. سن این زون ترکیبی مطابق ثبت گونه‌های شاخص بیان‌شده، تاتین و ضخامت آن ۱۷/۵ متر است؛ بنابراین، در مرزی که بین بخش بالایی سازند گورپی و نهشته‌های متعلق به بخش زیرین سازند پابده قرار

سلامندین است؛ همان‌طور که در شکل ۲ مشخص است، این گونه‌ها در بالاترین بخش سازند گورپی ثبت شده‌اند. حادثه زیستی بعدی که در قاعده شیل‌های ارغوانی از بخش زیرین سازند پابده مشاهده شد، ثبت نخستین ظهور گونه سازند پابده در برش مطالعه‌شده در زون CNP8 یا مرز بین زون‌های NP5-NP6 از زوناسیون (1971) Martini قرار دارد؛ این در حالیست که مرز بین این دو سازند در برش شیخ‌مکان (Parandavar et al. 2013) درون زون NP4، در برش چم‌آب (CNP4) (Senemari and Foroghi 2019) در پایان زون NP3، در برش شاهنشین (Razmjooei et al. 2014) در زون NP9، در برش بوفارس (Senemari 2018) در قاعده زون NP6 و در برش کلچنار (Senemari 2017) در پایان زون NP6 قرار دارد (شکل ۳).

جدول ۱- ثبت حوادث زیستی نانوفسیل‌های آهکی و متراز اندازه‌گیری شده در برش آركواز سلامندین است؛ همان‌طور که در شکل ۲ مشخص است، این گونه‌ها در بالاترین بخش سازند گورپی ثبت شده‌اند. حادثه زیستی بعدی که در قاعده شیل‌های ارغوانی از بخش زیرین سازند پابده مشاهده شد، ثبت نخستین ظهور گونه سازند پابده در متراث ۸۹ و در نمونه ۴۰ از بایوزون Discoaster mohleri در سن سلامندین- تانتین است؛ از این حادثه برای تشخیص پایان زون CNP8 و همچنین بیان آغاز زون CNP9 استفاده شد. آخرین حادثه زیستی در برش مطالعه‌شده، ثبت نخستین حضور گونه Rhomboaster cuspis در ضخامت ۱۰۵/۳ متری از بخش مطالعه‌شده در بخش زیرین سازند پابده است که بیان‌کننده بخش بالایی زون ترکیبی NP7/8 به سن Discoaster nobilis تانتین است. در مطالعه حاضر، گونه‌های

جدول ۱- ثبت حوادث زیستی نانوفسیل‌های آهکی و متراز اندازه‌گیری شده در برش آركواز

Nannofossil bio-events in Arkavaz section	Thickness (m)	Sample No.	Zone
FO of <i>Rhomboaster cuspis</i>	105/3 m	47	Top of section
FO of <i>Sphenolithus anarrhopus</i>	89 m	39	(NP7/8)
FO of <i>Discoaster mohleri</i>	89 m	40	Base (NP7/8)
FO of <i>Neococcilithes protensus</i>	41/6 m	21	(NP6)
FO of <i>Heliolithus kleinpellii</i>	41/6 m	21	Base (NP6)
FO of <i>Chiasmolithus bidens</i>	40/4 m	21	(NP6)
FO of <i>Heliolithus cantabriae</i>	32/3 m	17	(NP5)
FO of <i>Ericsonia robusta</i>	28 m	14	(NP5)
FO of <i>Fasciculithus tympaniformis</i>	25/1 m	13	Base (NP5)
FO of <i>Sphenolithus primus</i>	8/7 m	5	(NP4)
FO of <i>Sphenolithus moriformis</i>	3/8 m	2	(NP4)
FO of <i>Prinsius bisulcus</i>	Base of section	1	(NP4)
FO of <i>Ellipsolithus macellus</i>	Base of section	1	Base (NP4)



شکل ۳- چینه‌نگاری زیستی در مرز سازندهای گورپی و پابده بر مبنای نانوفسیلهای آهکی در برش مطالعه شده و مقایسه با برش‌های دیگر (خط قرمز) در پهنه زاگرس (خط قرمز شاخص مرز سازندهای پابده و گورپی است).

NP7/8 در بخش زیرین سازند پابده تشخیص داده شدند. در

مطالعه حاضر، بایوزون‌های یادشده با بایوزون‌های CNP6

CNP7، CNP8 و CNP9/10 از زonasیون ارائه شده Agnini

et al. (2014) در پالئوسن قابل انطباق است. بر اساس ارزش

چینه‌شناسی بایوزون‌های معرفی شده، سن بخش بالایی سازند

گورپی اواخر دانین پسین - سلاندین و سن بخش زیرین

#### نتیجه

بررسی نانوفسیلهای آهکی در بخش بالایی سازند گورپی و بخش زیرین سازند پابده در برش مطالعه شده به شناسایی ۲۳ گونه متعلق به ۱۷ جنس منجر شد. بر اساس زonasیون NP4 (Martini 1971) و شاخص‌های نانوفسیلی، بایوزون‌های NP6 و NP5 در بخش بالایی سازند گورپی و بایوزون‌های

- Gholami Fard A. 2007. Nannostratigraphy of Pabdeh Formation in Gachsaran oilField, Master's Thesis of Shahid Beheshti University, 108 p. (in Persian)
- Gradstein F.M. Ogg J.G. Schmitz M.D. and Ogg G.M. 2012. The Geological Time Scale 2012, Amsterdam, Elsevier, 2 Vols. 1144 p.
- Hadavi F. Khosrowtehrani K. and Senemari S. 2007. Biostratigraphy of Calcareous Nannofossils of Gurpi Formation in North Gachsaran. Journal of Geosciences, 64: 14-23 (in Persian).
- Hadavi F. and Ezadi M. 2007. Biostratigraphy of the Gurpi Formation in Dare- Shahr section (Zagros basin). The First MAPG International Convention Conference and Exhibition, 28-31.
- Hemmati-Nasab M. Ghasemi -Nejad E. and Darvishzadeh B. 2008. Paleobathymetry of the Gurpi Formation based on benthic and planktonic foraminifera in Southwestern Iran. Journal of Science, 34: 157-173 (in Persian).
- Hosseini Falehi B. 2006. Lithostratigraphy and Nannostratigraphy of Gurpi Formation in the Anticlinal Mountain of Mangasht and Kamestan Anticlinal (Izeh Region). Master's Degree in Shahid Beheshti University, 194 p. (in Persian)
- Heidari A. 2010. Lithostratigraphy and Nannostratigraphy of Pabdeh Formation in Ahvaz Oil Field, Master's Thesis of Shahid Beheshti University, 189 p. (in Persian).
- Khavari Khorasani M. Hadavi F. and Ghaseminejad A. 2014. Nanostratigraphy and Paleoecology of Pabdeh Formation in the Northwest of Zagros Basin in Ilam Section. Paleontology, 1(2): 149-164 (in Persian).
- Martini E. 1971. Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplankton Zonation. In: Farniacci A. (Ed.), Proceedings, 2<sup>th</sup> International Conference on Planktonic Microfossils. Rome, Italy. Edizioni Tecnoscienza, 2: 739-785.
- Mahanipour A. and Najafpour A. 2016. Calcareous nannofossil assemblages of the Late Campanian- Early Maastrichtian form Gurpi Formation (Dezful embayment, SW Iran): Evidence of a climate cooling event. Geopersia, 6 (1): 129-148.
- Hay W.W. and Mohler H.P. 1967. Calcareous nannoplankton from early Tertiary rocks at pont Labau, France and Paleocene-Eocene correlations. Journal of Paleontology, 41: 1505-1541.
- Motiei H. 2003. Stratigraphy of Zagros, Treatise on the geology of Iran. Tehran, Iran, Geology Survey Press, 583 p.

سازند پابده سلاندین - تانتن است. بخش انتهایی سازند گورپی و بخش زیرین سازند پابده بر بایوزون نانوفسیلی CNP8 از زوناسیون Agnini et al. (2014) منطبق است؛ بنابراین با بررسی گونه‌های شاخص نانوفسیلی و ثبت بایوزون‌های نانوفسیلی موجود، مرز سازندهای گورپی و پابده در برش آرکواز پیوسته است و در بایوزون CNP8 قرار دارد.

## References

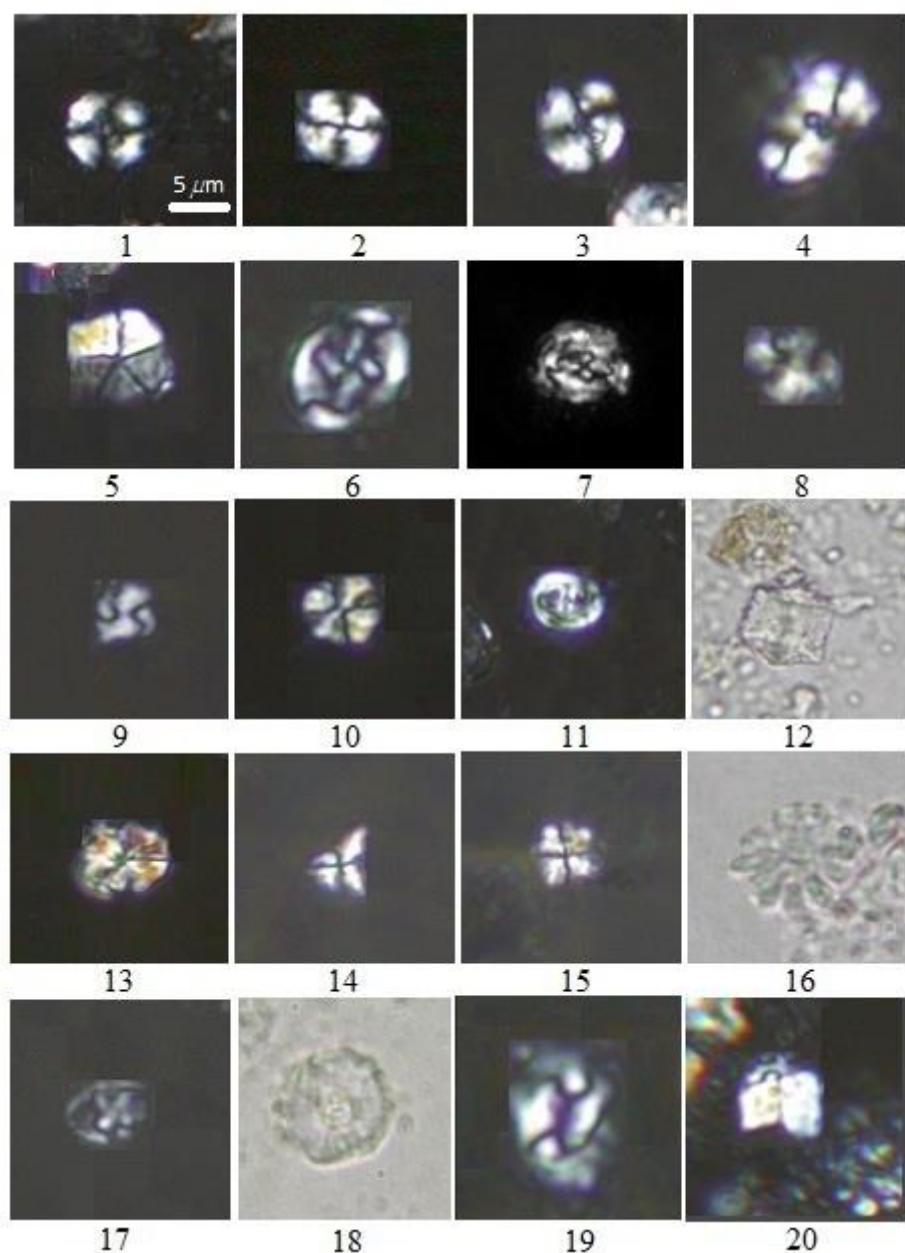
- Aghanabati A. 2006. Geology of Iran. Geological survey of Iran, Tehran, 401 p (in Persian)
- Agnini C. Fornaciari E. Raffi I. Catanzariti R. Palike H. Backman J. and Rio D. 2014. Biozonation and biochronology of Paleogene calcareous nannofossils from low and middle latitudes. Newsletters on Stratigraphy, 7 (2):131–181.
- Ahifar A. Kani A. and Amiri Bakhtiar H. 2015. Calcareous Nannofossil Biostratigraphy of Pabdeh Formation at Gurpi Anticline. Geosciences, 24(95):107–120 (in Persian).
- Asle Shirin F. 2011. Nannostratigraphy of the Gurpi Formation in the Kuh-e Sefid section (East Ramhormoz), master's thesis of Shahid Beheshti University, 177 p. (in Persian).
- Badri N. Kani A and Etemad M. 2007. Nanostratigraphy of Gurpi Formation in Gach Mountain (Lar region), Twenty-sixth Earth Science. (in Persian)
- Bown P.R. and Young J.R. 1998. Techniques. In: Bown P. R. (Ed.), Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, pp. 16-28.
- Eftekhari M. Mahanipour A. Dastanpour M. 2018. Evidence of Barremian climate condition based on calcareous nannofossils at Garau Formation, Qaleh-Darreh section. Geosciences, 27 (108): 27-36.
- Fereydounpour M. Vaziri Moghadam H. Ghobishavi A. and Taheri A. 2014. Stratigraphy of the Gurpi Formation in the section of the Kuh-e Black Anticline and comparing with the sections of Boualfaris and Aghar's anticline. Sedimentary Facies, 7 (1): 83-106. (in Persian).
- Foroughi F. and Aryanasab M.R. 2018. Biostratigraphy and paleoecology of Calcareous nannofossils from upper Gurpi and base of Pabdeh formations in Kuh-e Gurpi anticline, Zagros Basin, SW of Iran for demonstration of Kp/g boundary. The 36th national and the 3<sup>rd</sup> International Geosciences Congress, Tehran, Iran (in Persian).

- Geosciences, 26(103):287–294 (in Persian).
- Senemari S. 2018. Biostratigraphy of Mesozoic-Cenozoic boundary based on calcareous nannofossils in section Bulfars, Southwest Iran. Iranian Geological Quarterly, 12(46): 1–9 (in Persian).
- Senemari S. and Sohrabi Molla Usefi M. 2013. Evaluation of Cretaceous-Paleogene boundary based on calcareous nannofossils in section of Pol Dokhtar, Lorestan, southwestern Iran. Arabian Journal of Geosciences, 6: 3615–3621.
- Varol O. 1991. Paleocene calcareous nannofossil biostratigraphy. In: Crux J. A. van Heck S. E. (Eds.), Nannofossils and their applications. Chichester: Ellis Hoewood Limited, British Micropaleontological Society Series, pp. 267–310.

#### Taxonomic index

- Biantholithus sparsus* Bramlette & Martini, 1964
- Braarudosphaera bigelowii* (Gran and Braarud, 1935) Deflandre, 1947
- Chiasmolithus bidens* (Bramlette & Sullivan, 1961) Hay & Mohler, 1967
- Coccolithus pelagicus* (Wallich 1877) Schiller, 1930
- Cruciplacolithus tenuis* (Stradner, 1961) Hay and Mohler in Hay et al., 1967
- Cruciplacolithus asymmetricus* van Heck & Prins, 1987
- Discoaster mohleri* Bukry and Percival 1971
- Discoaster multiradiatus* Bramlette & Riedel, 1954
- Ellipsolithus macellus* (Bramlette and Sullivan 1961) Sullivan 1964
- Ericsonia subpertusa* Hay & Mohler, 1967
- Ericsonia robusta* (Bramlette & Sullivan 1961) Edwards & Perch-Nielsen 1975
- Fasciculithus tympaniformis* Hay and Mohler in Hay et al. 1967
- Heliolithus cantabriae* Perch-Nielsen 1971
- Heliolithus kleinpellii* Sullivan 1964
- Markalius inversus* (Deflandre in Deflandre and Fert 1954) Bramlette and Martini 1964
- Neococcolithes protensus* (Bramlette & Sullivan 1961) Black 1967
- Placozygus sigmoides* (Bramlette & Sullivan 1961)
- Prinsius bisulcus* (Stradner 1963) Hay & Mohler 1967
- Prinsius martinii* (Perch-Nielsen 1969) Haq 1971
- Rhomboaster cuspis* Bramlette & Sullivan 1961
- Sphenolithus anarrhopus* Bukry & Bramlette 1969
- Sphenolithus moriformis* (Brönnimann & Stradner 1960) Bramlette & Wilcoxon, 1967
- Sphenolithus primus* Perch-Nielsen 1971

- Najafpour A. Mahanipour A. and Dastanpour M. 2015. Calcareous nannofossil biostratigraphy of Late Campanian-Early Maastrichtian sediments in southwest Iran. Arabian Journal of Geoscience, 8: 6037-6046.
- Okada H. and Bukry D. 1980. Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975): Marine Micropaleontology, 5(3): 321-325.
- Parandavar M. Mahanipour A. Aghanabati A. and Hosseini A. 2013. Biostratigraphy of calcareous nannofossils in the upper part of the Gurpi Formation and lower part of Pabdeh Formation (purple shale) in the northeastern limit of the Gurpi anticlinal. Geosciences, 89(23):187–198 (in Persian).
- Perch-Nielsen K. 1972. Remarks on late Cretaceous to Pleistocene coccoliths from the north Atlantic. Initial Republic Deep see drilling project, 12: 1003-1069.
- Perch-Nielsen K. 1985. Cenozoic Calcareous Nannofossils, In: Bolli H. M. Saunders J. B. and Perch-Nielsen K. (Eds.), Plankton Stratigraphy. Cambridge University Press, 427–554.
- Razmjooei M.J. Thibault N. Kani A. Mahanipour A. Boussaha M. and Korte C. 2014. Coniacian-Maastrichtian calcareous nannofossil biostratigraphy and carbon-isotope stratigraphy in the Zagros Basin (Iran): consequences for the correlation of Late Cretaceous Stage Boundaries between the Tethyan and Boreal realms. Newsletters on Stratigraphy, 47(2): 183–209.
- Razmjooei M.J. Thibault N. Kani A. Dinares-Turel J. Puceat 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.
- Senemari S. Fazli L. and Omrani M. 2010. Correlation of Calcareous Nannoplanktons and Plankton Foraminiferal of Gurpi Formation in East Behbahan, Geosciences, 75: 119-126. (in Persian).
- Senemari S. 2017. Calcareous nannofossils biostratigraphy of the Gurpi Formation at Kalchenar section in Northwest of Izeh.



**Plate:** All figures light micrographs  $\times 1000$ , the taxa considered in the present figure are referenced in Perch-Nielsen (1985); Scale bar: 5  $\mu\text{m}$ , 1. *Ericsonia subpertusa*, (Sample No. 40), 2. *Heliolithus kleinpellii*, (Sample No. 22), 3. *Heliolithus cantabriae*, (Sample No. 18), 4. *Ellipsolithus macellus*, (Sample No. 4), 5. *Braarudosphaera bigelowii*, (Sample No. 46), 6. *Cruciplacolithus asymmetricus*, (Sample No. 30), 7. *Cruciplacolithus tenuis*, (Sample No. 30), 8. *Prinsius bisulcus*, (Sample No. 10), 9. *Prinsius martinii*, (Sample No. 38), 10. *Sphenolithus primus*, (Sample No. 43), vertical, 11. *Placozygus sigmoides*, (Sample No. 26), 12. *Rhomboaster cuspis*, (Sample No. 47), 13. *Biantholithus sparsus*, (Sample No. 12), 14. *Sphenolithus anarrhopus*, (Sample No. 43), rotated with about  $45^\circ$ , 15. *Sphenolithus moriformis*, (Sample No. 20), vertical, 16. *Discoaster mohleri*, (Sample No. 46), 17. *Neococcolithes proterus*, (Sample No. 42), 18. *Markalius inversus*, (Sample No. 12), 19. *Coccolithus pelagicus*, (Sample No. 10), 20. *Fasciculithus tympaniformis*, (Sample No. 26).