



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

Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches University of Isfahan

E-ISSN: 2423-8007

Document Type: Research Paper

Vol. 36, Issue 4, No. 81, Winter 2021, pp. 135-147

Received: 19.05.2020 Accepted: 13.10.2020

## Investigating bio-events and time expansion of Calcareous nannofossils in the upper part of the Gurpi Formation and lower part of the Pabdeh Formation, northwestern Shiraz

Saeedeh Senemari\*

Associate Professor, Faculty of Engineering, Imam Khomeini International University (IKIU), Qazvin, Iran

s.senemari@eng.ikiu.ac.ir

Behzad Saeedi Razavi

Assistant Professor, Institute of Technology and Engineering, Standard Research Institute, Karaj, Iran

bsaidi@standard.ac.ir

### Abstract

In this study, calcareous nannofossils are investigated in the upper part of the Gurpi Formation and lower part of the Pabdeh Formation at the Par-e Nobar section located in the northwest of Shiraz. The thickness of the studied section is about 41 m. The upper part of the Gurpi Formation is mainly composed of shales and pelagic limestones while the lower part of the Pabdeh Formation consists of shale facies. As a result, 32 species and 22 genera of calcareous nannofossils were detected. According to the first and last occurrence of index species and fossil assemblages, two bio-zones including *Nephrolithus frequens* Zone (CC26/UC20d<sup>TP</sup>) and *Markalius inversus* Zone (NP1) are recognized in the upper part of the Gurpi Formation, respectively. *Fasciculithus tympaniformis* Zone (NP5) and *Heliolithus kleinpellii* Zone (NP6) are reported for the first time from the lower part of the Pabdeh Formation, respectively. Based on the identified calcareous nannofossils zones, the age of the upper part of the Gurpi Formation is the latest Maastrichtian–early Danian, and the lower part of the Pabdeh Formation is the middle Paleocene/Selandian. Therefore, according to the nannofossil data, the boundary between the two formations is unconformable.

**Keywords:** Paleogene, Bio-event, Zagros, Cretaceous, Calcareous nannofossil.

### Introduction

One of the most extensive Cretaceous and Cenozoic deposits are the Gurpi and Pabdeh formations in the Zagros Basin, which are studied in this research based on calcareous nannofossils. The type section of the Gurpi and Pabdeh formations is located in the southwestern Tang-e Pabdeh, North of Lali oilfield (Jams & Wynd, 1965). The important goals of studying the upper part of the Gurpi Formation and lower part of the Pabdeh Formation is the evaluation of boundary and biostratigraphy.

### Material & Methods

In this study, 33 samples from the upper part of the Gurpi Formation and lower part of the Pabdeh Formation have been studied. Samples were prepared following the standard smear slide method (Bown and Young 1998). All slides were studied under a polarized light microscope at  $\times 1000$  magnification. The nomenclature of calcareous nannofossils follows the taxonomic schemes of Perch-Nielsen (1985).

### Discussion of Results & Conclusions

To study biostratigraphy of the succession based on calcareous nannofossils, the boundary of the Gurpi and Pabdeh formations in the Par-e Nobar section located in the northwest of Shiraz was selected. In this section, the upper

part of the Gurpi Formation with 22.2 m thickness mainly consists of shales and argillaceous limestones and the lower part of the Pabdeh Formation with 18.8 m thickness is consists of shale facies. For introducing index species, calcareous nannofossil assemblages, and bio-zones, slides have been studied at the Gurpi/Pabdeh formations boundary which led to the recognition of 32 species and 22 genera of calcareous nannofossils. According to the first and last occurrence of index species and recording bio-events, two bio-zones include *Nephrolithus frequens* Zone (CC26/UC20d<sup>TP</sup>) and *Markalius inversus* Zone (NP1) has been recognized in the upper part of the Gurpi Formation. The *Fasciculithus tympaniformis* Zone (NP5) and *Heliolithus kleinpellii* Zone (NP6) are reported for the first time from the lower part of the Pabdeh Formation in the studied section, respectively. The bio-zones identified in the upper part of the Gurpi Formation with a thickness of 22.2 m at the Cretaceous to Paleogene boundary are as follows:

*Nephrolithus frequens* Zone (CC26) / (UC20b<sup>TP</sup>, UC20d<sup>TP</sup>): The first zone in the upper part of the Gurpi Formation is recorded from the FO to LO of *Nephrolithus frequens*. The age of this zone is late Late Maastrichtian. The thickness of this zone is 14.8 m.

*Markalius inversus* Zone (NP1) / (CNP1): This zone spans the interval from the last occurrence of Cretaceous taxa

\*Corresponding author

Copyright©2021, 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.

to the FO of *Cruciplacolithus tenuis*. The age of this zone is early Paleocene (early Danian). The thickness of this zone is 7.4 m.

Bio-zones introduced in the lower part of the Pabdeh Formation are as follows:

These bio-zones in the studied section are 18.4 m thickness from the lower part of the Pabdeh Formation.

*Fasciculithus tympaniformis* Zone (NP5): The first nannofossil unit recorded in the lower part of the Pabdeh Formation is the NP5. This zone spans the interval from the FO of *Fasciculithus tympaniformis* to the FO of *Heliolithus kleinpellii*. The age of this zone is Paleocene (Selandian). The thickness of this zone was measured at about 7.4 m.

*Heliolithus kleinpellii* Zone (NP6): The last bio-zone recorded is NP6. This zone is from the lower part of the Pabdeh Formation. This zone spans the interval from the FO of *Heliolithus kleinpellii* to the FO of *Discoaster mohleri*.

The age of this zone is Paleocene (Selandian). The thickness of this zone was measured at about 11 m.

Thus, based on the identified calcareous nannofossils zones, the age of the upper part of the Gurpi Formation is the latest Maastrichtian–early Danian, and the lower part of the Pabdeh Formation is the middle Paleocene/Selandian. Therefore, according to the nannofossil data, the boundary between the two formations is unconformable. In addition, the Cretaceous–Paleogene boundary is continuously at the top of the Gurpi Formation. This interval was recorded by a significant decrease in Cretaceous nannofossil species, along with an increase in *Thoracosphaera operculata* and the appearance of the Paleocene species. Also, the conditions of the basin that is part of the eastern Tethys were identified by determining the index species calcareous nannofossils. Therefore, the presence of these species confirms warm climate conditions during the sedimentation of mentioned deposits in this part of Zagros.

## بررسی حوادث زیستی و گسترش زمانی نانوفسیل‌های آهکی در بخش فوکانی سازندگورپی-

بخش تحتانی سازند پابده، شمال غرب شیراز

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

s.senemari@eng.ikiu.ac.ir

بهزاد سعیدی رضوی، استادیار پژوهشی، پژوهشکده فناوری و مهندسی، پژوهشگاه استاندارد، کرج، ایران

behzadsaidi47@yahoo.com

### چکیده

در این مطالعه نانوفسیل‌های آهکی بخش فوکانی سازندگورپی و بخش تحتانی سازند پابده در برش پره نوبر واقع در شمال غرب شیراز مورد بررسی قرار گرفت. ستبرای محدوده برداشت شده در برش مورد مطالعه ۴۱ متر است. در این برش، بخش فوکانی سازندگورپی اساساً از لیتولوژی شیل و آهک آرژیلی و بخش تحتانی سازند پابده از رخساره شیل تشکیل شده است. در این مطالعه ۳۲ گونه و ۲۲ جنس از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شد. مطابق با اولین ظهور و آخرین حضور گونه‌های شاخص و ثبت حوادث زیستی، دو بیوزون-<sup>TP</sup> (CC26/ UC20d<sup>TP</sup>) و *Nephrolithus frequens* Zone (NP1) و *Markalius inversus* Zone (NP2) از بخش فوکانی سازندگورپی و زون‌های (*Fasciculithus tympaniformis* Zone (NP5), *Heliolithus kleinpellii* Zone (NP6)) از بخش تحتانی سازند پابده برای اولین بار در برش مورد مطالعه گزارش می‌شوند. در نتیجه این مطالعه و بر اساس زون‌های تعیین شده، سن بخش فوکانی سازندگورپی، اواخر ماسترستین پسین-دانین پیشین و سن بخش تحتانی سازند پابده، پالئوسن میانی/سلاندین تعیین گردید. بنابراین بر پایه داده‌های نانوفسیلی مرز بین دو سازند، ناپیوسته تعیین گردید. علاوه بر این مرز کرتاسه-پالئوژن بصورت پیوسته در بخش بالای سازندگورپی قرار دارد. در محدوده این مرز کاهش بارز گونه‌های نانوفسیلی کرتاسه، همراه با افزایش گونه *Thoracosphaera operculata* و ظهور گونه‌های پالئوسن ثبت شد. علاوه بر این، شرایط حاکم بر حوضه رسوبی که بخشی از تنیس شرقی است با شناسایی گونه‌های شاخص نانوفسیل‌های آهکی مشخص شد بطوری که حضور گونه‌ها موید شرایط آب و هوایی گرم در زمان رسوبگذاری نهشته‌های مذکور در این بخش از ایران است.

واژه‌های کلیدی: پالئوژن، حادثه زیستی، زاگرس، کرتاسه، نانوفسیل‌های آهکی.

\*نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۷۸۵۲۰۸۶

Copyright©2021, 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.2020.123093.1165](https://doi.org/10.22108/jssr.2020.123093.1165)

## مقدمه

رسوبی و پژوهش‌هایی براساس گروه‌های مختلف فسیلی

همچون داینوفلازل‌ها، نانوفسیل‌های آهکی و فرامینیفرهای Hadavi and Ezadi (2007), Hadavi et al. (2007), Hemmati- Nasab et al. (2008), Sadeghi & Hadavandkhani (2010), Senemari and Sohrabi Molla Usefi (2012), Parandavar et al. (2013), Beiranvand et al. (2014), Fereydounpour et al. (2014), Khavari Khorasani et al. (2014), Ahifar et al. (2015), Najafpour et al. (2015), Mahanipour and Najafpour (2016), Senemari (2017), Razmjooei et al. (2018).

سعی شده است با ثبت و شناسایی حوادث زیستی برمنای نانوفسیل‌های آهکی، بررسی‌های زیست‌چینه‌نگاری انجام و درنهایت مرز زیستی بین دو سازند مشخص شود.

#### منطقه جغرافیایی، راه دسترسی و روش پژوهش

برش بررسی شده از بخش فوقانی سازند گورپی و بخش تحتانی سازند پابده در موقعیت جغرافیایی شمال غرب شیراز واقع در یال جنوب غربی تاقدیس انار قرار دارد (شکل ۱). در این برش، بخش فوقانی سازند گورپی با ۲۲,۲ متر ضخامت از رسوبات شیل خاکستری و آهک آرژیلی و بخش تحتانی سازند پابده با ۱۸,۸ متر ضخامت از رسوبات شیلی درمجموع با ۴۱ متر ضخامت مطالعه شد. حد فوقانی سازند گورپی در تماس با سازند پابده با شیل‌های ارغوانی قاعده پابده مشخص می‌شود. برای بررسی نانوفسیل‌ها تعداد ۱۸ نمونه از بخش فوقانی سازند گورپی و ۱۵ نمونه از بخش تحتانی سازند پابده و درمجموع ۳۳ نمونه از هر دو بخش به طور سیستماتیک برداشت شد. برش پرهنوب در موقعیت جغرافیایی  $51^{\circ}50'$  طول شرقی و  $29^{\circ}05'$  عرض شمالی واقع شده است. آماده‌سازی نمونه‌ها براساس روش استاندارد اسمیر اسلامیانجام شد (Bown and Young 1998); سپس اسلایدها با میکروسکوپ پلاریزان المپوس با نورهای معمولی (PPL/XPL/crossed polarized light) مطالعه و با دوربین نیکون عکس برداری شد. به‌منظور شناسایی گونه‌ها از منابع مختلفی همچون پرج نیلسون (Perch-Nielsen 1985a) و بارت (Burnett 1998) استفاده شد.

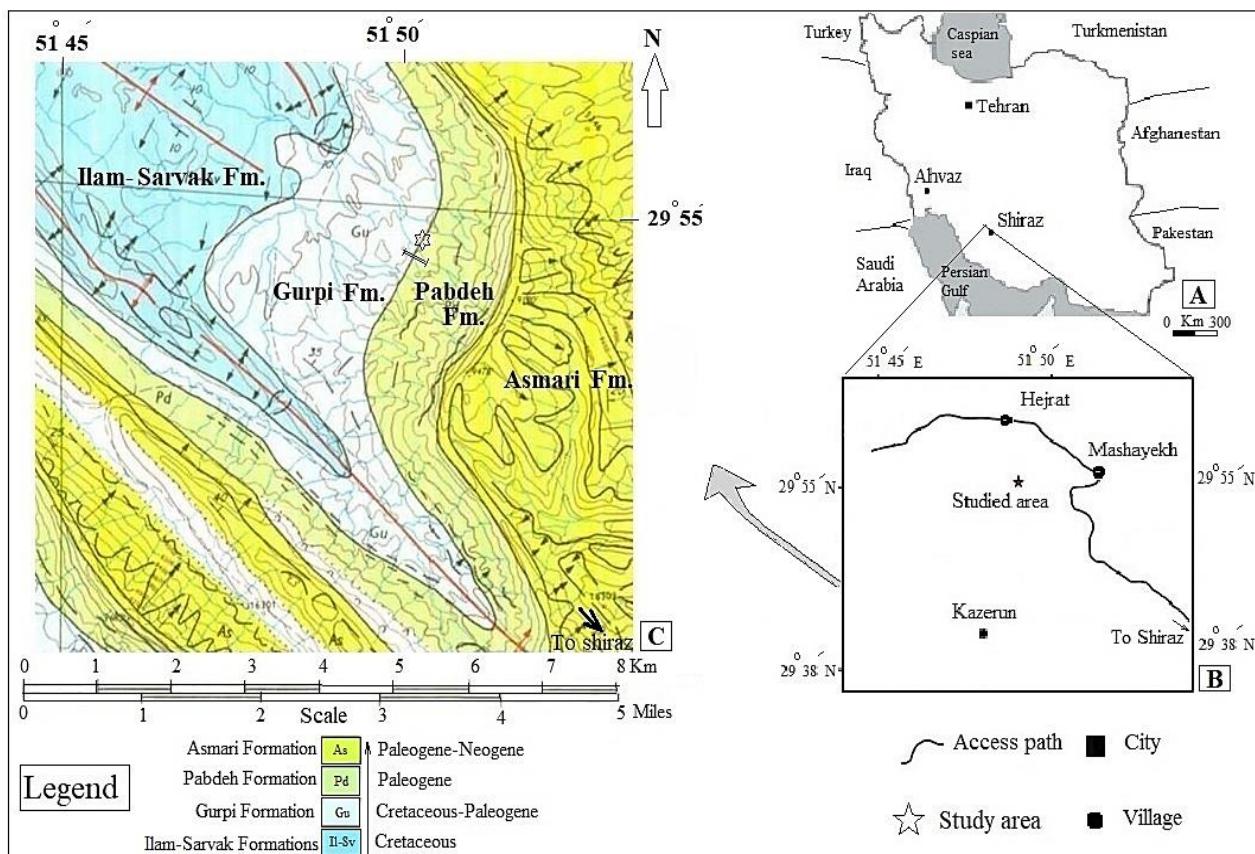
پنهانه رسوبی زاگرس که با بسته شدن اقیانوس نئوتیس شکل گرفت، با گسترشی حدود ۲۰۰۰ کیلومتر و با نهشته‌هایی به ضخامت ۱۰۰۰ متر در همه‌جا ویژگی زمین ساختی و رسوبی یکنواختی نداشته است؛ از این رو به زیرپنهنهای مختلفی تقسیم می‌شود. این حوضه با روند شمال غرب-جنوب شرق شامل پنهنهای فارس، ایذه، لرستان، فروافتادگی دزفول و خشکی بندرعباس، با گسترش زمانی از انتهای پرکامبرین تا حال حاضر است (Aghanabati 2006). در هریک از این زیرپنهنهای، نهشته‌های رسوبی با عنوان سازندهای مختلف با ضخامت‌های متفاوت در دوران دوم و سوم زمین‌شناسی رسوب‌گذاری شده است (Motiei 2003).

برش مطالعه شده در زیرپنهنه فارس از زون ساختاری زاگرس قرار دارد. از مهم‌ترین توالی‌های رسوبی موجود در این ساختار رسوبی، رسوبات متعلق به کرتاسه پسین (سانتونین) تا پالئوزن با عنوان سازندهای گورپی و پابده است که به مثابة سنگ‌منشأ نفت از نظر اقتصادی اهمیت ویژه‌ای دارد (Alavi 2004). در بعضی موارد گاه تعیین مرز سازندهای گورپی و پابده با مشکلاتی روبروست؛ به طوری که در بررسی‌های چینه‌شناسی سنگی به آن سازند گورپی- پابده گفته می‌شود (James and Wynd 1965; Stocklin 1971). برش الگوی سازند گورپی که بخشی از رسوبات نهشته شده در زمان پیشروی دریای عمیق کرتاسه است، در تنگ پابده در جنوب باخترا دامنه کوه پابده قرار دارد که از نظر سنگ‌شناسی از لیتولوژی مارن، شیل و آهک مارنی با ضخامت ۳۲۰ متر تشکیل شده است (Aghanabati 2006). برش الگوی سازند پابده نیز در تنگ پابده واقع در شمال میدان نفتی لالی با ضخامتی حدود ۸۰۰ متر به صورت هم‌شیب و تدریجی به سنگ‌های آهک سازند آسماری منتهی می‌شود (Aghanabati 2006).

در دهه‌های اخیر پژوهش‌های زیادی درباره سازندهای گورپی و پابده از جنبه‌های گوناگون نظری بررسی محیط

برای زمان کرتاسه و زون‌بندی Martini (1971) برای زیست‌چینه‌نگاری زمان پالئوزن استفاده شده است.

در پژوهش حاضر برای تعیین وضعیت دقیق مرز زون‌های زیستی از زون‌بندی‌های Burnett (1998) و Sissingh (1977) و



شکل ۱- A. موقعیت منطقه پژوهش در ایران؛ B. راه‌های دسترسی به برش مدنظر؛ C. توالی سازندهای ایلام- سروک، گورپی، پابده و آسماری در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کازرون؛ گذر سازندهای گورپی و پابده با ستاره مشخص شده است.

**Fig 1- A. Location of research area in Iran; B. Ways access to the studied section; C. Sequence of Ilam-Sarvak, Gurpi, Pabdeh and Asmari formations in the geological map of 1:100000 Kazerun; The passage of Gurpi and Pabdeh formations is marked with a star.**

ماستریشتن پسین)، از نخستین حوادث زیستی ثبت شده در توالی مطالعه شده است. از این حادثه برای تفکیک زون CC26 به زیرزون‌های CC26a و CC26b براساس زون‌بندی (Sissingh 1977) و همچنین بیان شروع زیرزون UC20d<sup>TP</sup> مطابق زون‌بندی Burnett (1998) استفاده می‌شود. حضور گونه‌های *Micula murus* و *Lithravidites quadratus* به همراه گونه *M. prinsii* در سترای ۳,۸ متر از بخش فوقانی سازند گورپی بیان کننده زیرزون CC26b با سن اواخر ماستریشتن پسین است. در این بخش از توالی مطالعه شده،

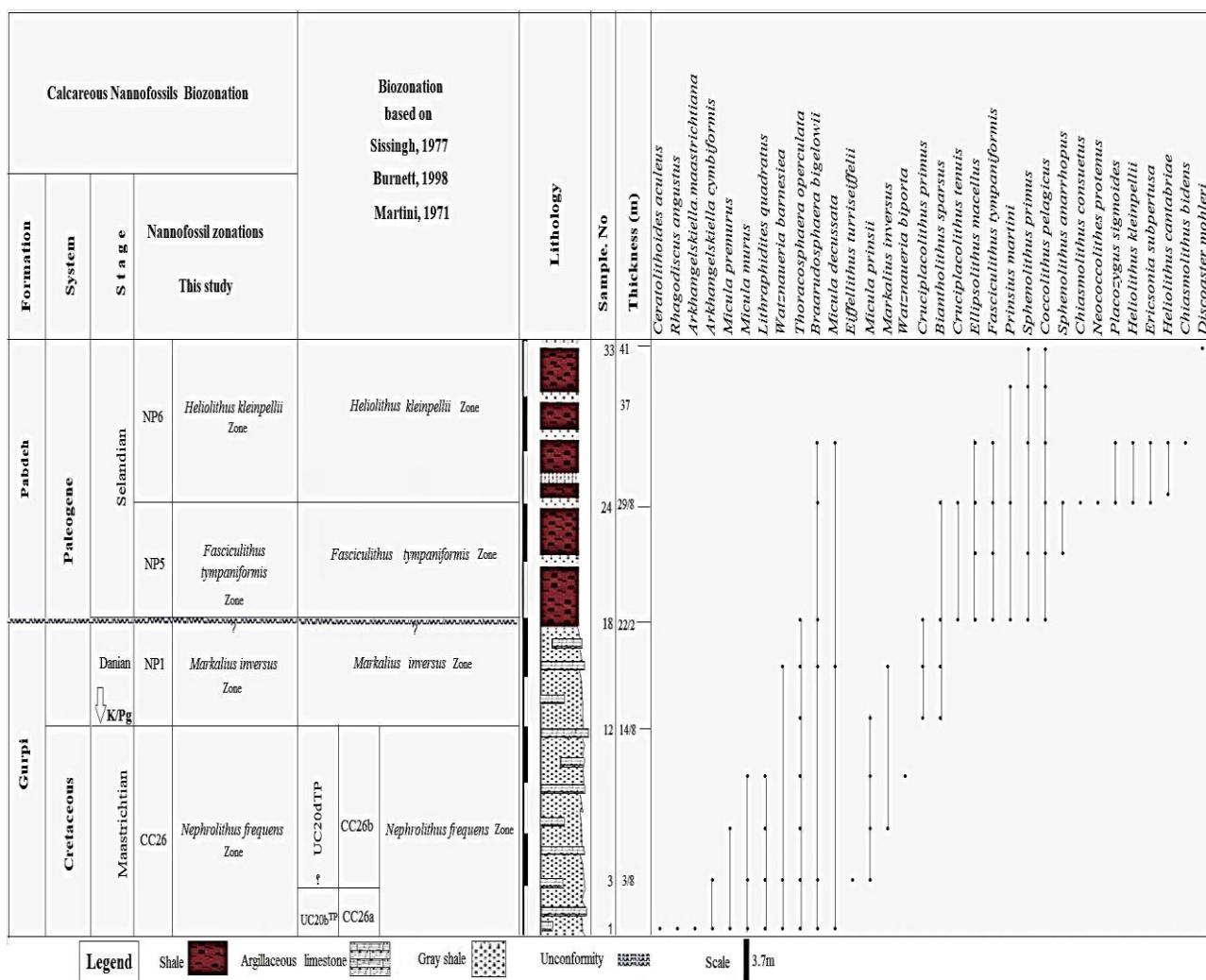
**یافته‌های پژوهش**  
ثبت حوادث زیستی برمنای نانوفسیل‌های آهکی گروه نانوفسیل‌های آهکی به دلیل گسترش جغرافیایی زیاد و تکامل سریع، یکی از دقیق‌ترین ابزارهای چینه‌نگاری زیستی در مطالعات مربوط به تعیین سن و تطابق لایه‌های رسوبی است (Bown 1998). بررسی توالی مطالعه شده به ثبت گونه‌های شاخص و تجمعات فیلی از گروه نانوفسیل‌های آهکی منجر شد. در بخش فوقانی سازند گورپی، ثبت ظهور گونه *Micula prinsii* در سترای ۳,۸ متری (با سن اواخر

نتایج (1971; Thierstein 1976; Sissingh 1977; Roth 1978 Perch-Nielsen 1985a) تمامی این زون‌بندی‌ها را درنهایت پرج نیلسون (Perch-Nielsen 1985a) گردآوری و به صورت زون‌بندی جامع ارائه کرد. در پژوهش حاضر نیز، با شناسایی اجزای تشکیل‌دهنده نانوفسیل‌های آهکی در رسوبات بخش فوکانی سازند گورپی و بخش تحتانی سازند پابده، ۳۲ گونه متعلق به ۲۲ جنس از این گروه فسیلی شناسایی شد. تصاویر بعضی از گونه‌ها در پلیت ارائه شده است. در زون‌بندی حاضر، علامت اختصاری Cretaceous CC بیان‌کننده کوکولیت‌های کرتاسه (Coccoliths) براساس زون‌بندی Sissingh (1977) و علامت اختصاری UC بیان‌کننده زون‌های متعلق به زمان کرتاسه بالای Burnett (1998) مطابق زون‌بندی (Upper Cretaceous) Martini است؛ همچنین علامت اختصاری NP به زون‌بندی (1971) از بازه زمانی پالئوزن مربوط است؛ بنابراین زون‌بندی ارائه شده بر مبنای اولین ظهور و آخرین حضور گونه‌های شاخص در برش مدنظر انجام شد که درنهایت به تعیین دو بیوزون در محدوده بخش فوکانی سازند گورپی و دو بیوزون در محدوده بخش تحتانی سازند پابده انجامید (شکل ۲).

با کاهش ناگهانی گونه‌های نانوفسیلی معرف بازه زمانی کرتاسه (کرتاسه پسین) رو به رو هستیم؛ همچنین ثبت ظهور گونه‌های *Cruciplacolithus primus*, *Biantholithus sparsus* همراه با فراوانی بارز گونه *Thoracosphaera operculata* در ضخامت حدود ۱۵ متر بیان‌کننده شروع زون NP1 در دانین پیشین (آغاز پالئوزن) است.

### الگوی زیست‌زون‌بندی و چینه‌نگاری زیستی

نانوپلانکتون‌های آهکی از جمله جانداران تک‌سلولی محیط‌های اقیانوسی هستند که محدوده زندگی آنها در محیط‌های پلازیک تا نزدیک به ساحل و در مناطق با عرض‌های جغرافیایی مختلف است (Bornemann et al. 2003; Wise 1988; Watkins et al. 1996). صفحات کلسیتی پوشش‌دهنده این موجودات با ریزش به کف حوضه رسوبی، شاخص زیست‌محیطی مهم برای انجام بررسی‌های چینه‌نگاری زیستی در زمان‌های مختلف است (Sissingh 1977; Perch-Nielsen 1985a; Burnett 1998; Young and Bown 1998; Bralower 2005; Villa et al. 2008 Lees 2002; Manivit 1971; Worsley 1971) از دهه هفتاد میلادی به بعد زون‌بندی‌های گوناگون بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی ارائه شد (Worsley 1971).



شکل ۲- چینه‌نگاری زیستی در بخش فوقانی سازند گورپی و بخش تحتانی سازند پابده بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی در برش پره‌نوبر، شمال غرب شیراز

**Fig 2- Biostratigraphy in the upper part of Gurpi Formation and the lower part of Pabdeh Formation based on calcareous nannofossils in Pare Nobar section, northwest of Shiraz.**

ثبت رسید. معرفی زون‌های زیستی تعیین شده به قرار زیر است:

#### - *Nephrolithus frequens* Zone (CC26) / (UC20b<sup>TP</sup>, UC20d<sup>TP</sup>)

این زون در عرض‌های جغرافیایی بالا، از اولین ظهور تا آخرین حضور گونه *Nephrolithus frequens* معرفی می‌شود *N. frequens* (Perch-Nielsen 1985a). در برش مدنظر گونه *Micula murus*, *Micula prinsii* و *Thoracosphaera operculata* ثبت نشد، اما ثبت اولین ظهور گونه‌های *Micula murus*, *Micula prinsii* در توالی مدنظر انجام شد؛ از این رو تعیین قاعده زون براساس ظهور

زون‌های تعیین شده در بخش فوقانی سازند گورپی گذر یادشده برای بازه زمانی اوخر ماستریشتین پسین تقریباً برابر با ۲ Ma از ۶۶-۶۸ Ma برپایه ( Berggren et al. 1995) است که مقارن با زون *Nephrolithus frequens* Zone (CC26) است؛ همچنین سن تقریبی ۱,۱ Ma (برابر با ۶۶-۶۴,۹ Ma) برپایه GTS (Gradstein et al. 2012) متعلق به زمان *Markalius inversus* Zone (NP1) است که در این محدوده قرار می‌گیرد. این زون‌های زیستی در برش مدنظر در ستبرایی معادل ۲۲,۲ متر از بخش فوقانی سازند گورپی و در محدوده مرز کرتاسه تا بالکوژن به

*Cruciplacolithus primus*, اولین ظهرور گونه‌های *T. operculata* همراه با فراوانی گونه *Biantholithus sparsus* در مرز تحتانی این زون و در ستبرای حدود ۱۵ متر از بخش فوقانی سازند گورپی رخ داد. از لحاظ سنگ‌شناسی و ویژگی‌های لیتولوژی، قاعده این زون که معرف مرز کرتاسه-پالئوزن است، از شیل خاکستری همراه با میان‌لایه‌هایی از آهک آرژیلی تشکیل شده است. حد فوقانی زون NP1، شروع شیل‌های ارغوانی قاعده سازند پابده است. بازه زمانی زون مدنظر مطابق ثبت گونه‌های شاخص یادشده، پالئوسن پیشین (دانین پیشین) است. ضخامت زون ۷,۴ متر است.

زون‌های تعیین شده در بخش تحتانی سازند پابده زون‌های تعیین شده در بخش تحتانی سازند پابده تقریباً Ma ۲,۴ GTS (Gradstein et al. 2012) معادل ۶۱,۶-۵۹,۲ برپایه (GTS) برای سن پالئوسن میانی (سلاندین) است که مقارن با زون‌های *Fasciculithus tympaniformis* Zone (NP5/ Selandian) و *Heliolithus kleinpellii* Zone (NP6/ Selandian) زیست‌زون‌ها در برش مدنظر ۱۸,۸ متر از بخش تحتانی سازند پابده (نمونه‌های ۱۹ تا ۳۳) را به خود اختصاص می‌دهند. زیست‌زون‌های شناسایی شده در این محدوده به قرار زیر است:

#### ***Fasciculithus tympaniformis* Zone (NP5)**

اولین زون زیستی شناسایی شده در بخش تحتانی سازند پابده، زیست‌زون *Fasciculithus tympaniformis* Zone است (Perch- Nielsen 1985b). این زون از اولین ظهرور گونه (نمونه ۱۹) تا اولین ظهرور گونه *Heliolithus kleinpellii* (ستبرای ۲۹,۸ متر، نمونه ۲۴) ادامه دارد. سن این زون براساس ثبت گونه‌های شاخص، پالئوسن میانی (سلاندین) است. ضخامت این زون ۷,۴ متر است. اولین ظهرور گونه *H. cantabriae* کمی پایین‌تر از ظهرور گونه

گونه *M. murus* انجام شد. ثبت حادثه زیستی ظهرور گونه *UC20b<sup>TP</sup>* در زون‌بندی Burnett (1998) است؛ همچنین در این مطالعه از اولین ظهرور گونه *Micula prinsii* برای تقسیم زون به دو زیرزون فرعی CC26b و CC26a مطابق زون‌بندی Sissingh (1977) استفاده شد که در ستبرای ۸,۳ متری از بخش فوقانی سازند گورپی در نمونه ۳ ثبت شد؛ علاوه بر این ثبت ظهرور گونه یادشده Burnett (1998) است. در این زون، گونه *Ceratolithoides kampfneri* ثبت نشد؛ بنابراین زیرزون *UC20c<sup>TP</sup>* از زون‌بندی Burnett (1998) تعیین نشد؛ از این رو مرز بین زیرزون‌های *UC20b<sup>TP</sup>*، *UC20d<sup>TP</sup>* (Burnett 1998) در شکل ۲ تعیین نشد. در این مطالعه، حد فوقانی زون با آخرین حضور نانوفسیل‌های کرتاسه و همچنین ثبت اولین ظهرور گونه‌های پالئوسن پیشین (دانین پیشین) یعنی گونه‌های *Cruciplacolithus primus* و *Biantholithus sparsus* ضخامت ۱۴,۸ متر و در نمونه ۱۲ تعیین شد؛ بنابراین در این مطالعه زون زیستی CC26 با زیرزون‌های *UC20b<sup>TP</sup>* و *UC20d<sup>TP</sup>* از زون‌بندی بارت (Burnett 1998) مطابقت دارد. سن زون، اوآخر ماستریشتن پسین و ضخامت آن، ۱۴,۸ متر (تقریباً ۱۵ متر) است.

#### ***Markalius inversus* Zone (NP1) / (CNP1)**

دومین زون زیستی شناسایی شده در بخش فوقانی سازند گورپی، زون زیستی *Markalius inversus* Zone است. این زون براساس تعریف پرج نیلسون (Perch- Nielsen 1985b) از آخرین حضور گونه‌های نانوفسیلی کرتاسه پسین تا اولین ظهرور گونه *Cruciplacolithus tenuis* حاضر نیز، این زون از آخرین حضور گونه‌های نانوفسیل‌های کرتاسه در ضخامت ۱۴,۸ متر (نمونه ۱۲) تا اولین ظهرور گونه *C. tenuis* در ستبرای ۲۲,۲ متر (نمونه ۱۸) تعیین شد. همان‌طور که پیش از این نیز اشاره شد، ثبت

با سازند پابده ناپیوسته گزارش شده است. در برش شاهنشین نیز بین زون‌های CC26 از کرتاسه و زون‌های NP3-NP4 در بخش فوقانی سازند گورپی، هیاتوس یا وقفهٔ زیستی به دلیل ثبت نشدن زون‌های NP1 و NP2 گزارش شده است؛ این در حالی است که در برش شاهنشین با ثبت زون NP5 در قاعدهٔ سازند پابده، پیوستگی بین دو سازند گورپی و سازند پابده گزارش شده است؛ بنابراین با توجه به بررسی زون‌های مدنظر، روند رسوب‌گذاری در پهنهٔ فارس با پهنهٔ ایذه در متفاوت بوده است؛ به طوری که حوضهٔ رسوبی در پهنهٔ ایذه در بازهٔ زمانی دانین و سلاندین به طور کامل در زیر آب بوده و رسوب‌گذاری در آن مدام ادامه داشته است؛ در حالی که در پهنهٔ فارس این فرایند در زمان دانین با نوساناتی در عمق حوضهٔ رسوبی همراه بوده و وقفه‌هایی رخ داده است.

#### نتیجه

در برش مطالعه شده تعداد ۳۲ گونه متعلق به ۲۲ جنس از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شد. زون‌های زیستی تعیین شده در این مطالعه، دو زیست‌زون منطبق با زون‌بندی‌های Burnett (1998) و Sissingh (1977) در کرتاسه بالایی و دو زیست‌زون منطبق با زون‌بندی Martini (1971) در شروع پالئوزن، اشکوب دانین است. این زیست‌زون‌ها شامل *Nephrolithus frequens* Zone (CC26)- *Markalius inversus* Zone (NP1) در بخش فوقانی سازند گورپی و *Fasciculithus tympaniformis* Zone (NP5/ Selandian)، *Heliolithus kleinpellii* Zone (NP6/ Selandian) در بخش تحتانی سازند پابده است؛ بنابراین براساس اطلاعات به دست آمده از مطالعه حاضر، بازهٔ زمانی متعلق به رسوبات بخش فوقانی سازند گورپی از اواخر ماستریشین پسین (late Late Maastrichtian) تا پالئوسن پیشین (Early Danian) و بازهٔ زمانی متعلق به رسوبات بخش تحتانی سازند پابده، سلاندین (پالئوسن میانی) پیشنهاد می‌شود. براساس حوادث زیستی ثبت شده و زیست‌زون‌های تعیین شده، مرز کرتاسه-پالئوزن در سازند گورپی و به صورت

در سترای ۲۹,۳ متر و در نمونه ۲۳ ثبت شد.

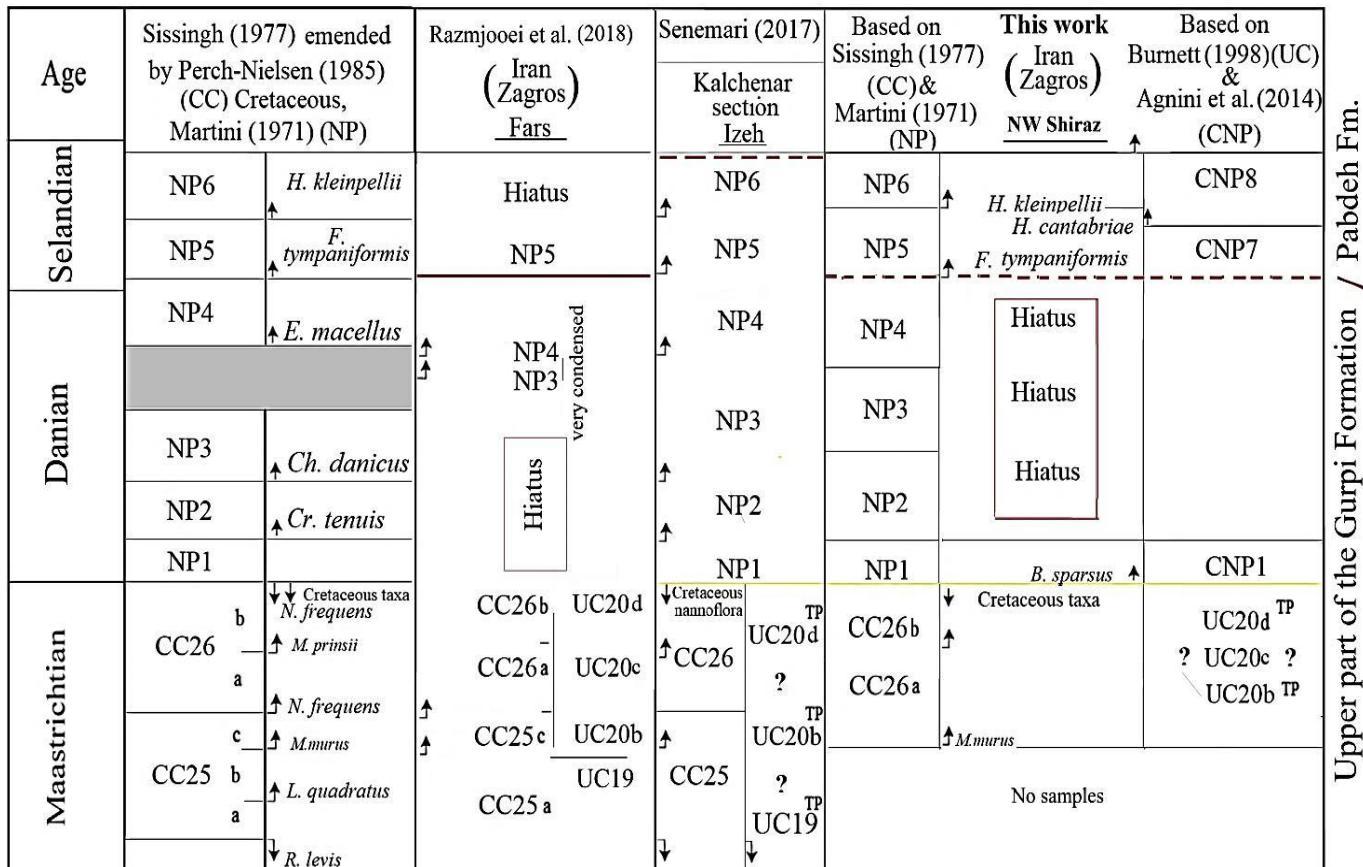
#### *Heliolithus kleinpellii* Zone (NP6)

دومین زون زیستی متوالی شناسایی شده در بخش تحتانی سازند پابده، زیست‌زون *Heliolithus kleinpellii* است (Perch- Nielsen 1985b). این زون از اولین ظهور گونهٔ *Heliolithus kleinpellii* (ستبرای ۲۹,۸ متر، نمونه ۲۴) تا اولین ظهور گونهٔ *Discoaster mohleri* (ستبرای ۴۱ متر، نمونه ۳۳) ادامه دارد. سن این زون براساس ثبت گونه‌های شاخص، پالئوسن میانی (سلاندین) است. ضخامت این زون، ۱۱ متر است؛ بنابراین بین رسوبات متعلق به بخش فوقانی سازند گورپی و نهشت‌های ایذه متعلق به زون‌های زیستی رسوبات حاوی نانوفسیل‌های آهکی متعلق به زون‌های زیستی NP2 و NP3، NP4 ثبت نشد؛ بر این اساس بین دو سازند یادشده ناپیوستگی بیواستریاتیگرافی یا وقفهٔ زیستی پیشنهاد می‌شود.

مقایسه برش مطالعه شده با بعضی مناطق دیگر در زاگرس در پژوهش حاضر چینه‌نگاری زیستی برش پره‌نور با زون‌بندی‌های ارائه شده در برش کلچنار واقع در پهنهٔ ایذه و برش شاهنشین در مکان دیگر از پهنهٔ فارس (Razmjooei et al. 2018; Senemari 2017) به همراه زون‌بندی‌های استاندارد جهانی (Sissingh 1977; Martini 1971) مقایسه شد؛ بر این اساس بخش فوقانی سازند گورپی و بخش تحتانی سازند پابده سین مختلفی را از ماستریشین تا سلاندین در مناطق مختلف حوضهٔ زاگرس نشان می‌دهد. در بخش بررسی شده، زون‌های زیستی CC26 و NP1 در بخش فوقانی سازند گورپی ثبت شد، اما زون‌های NP2، NP3، NP4 ثبت نشد؛ از این رو ناپیوستگی زیستی بین دو سازند گورپی و پابده محرز شد؛ در حالی که در بعضی بررسی‌های انجام شده مانند برش کلچنار واقع در پهنهٔ ایذه، روندی پیوسته بین تمامی زون‌های CC26 از کرتاسه و زون‌های NP1-NP6 از پالئوزن در بخش فوقانی سازند گورپی وجود دارد. در این برش، مرز

این سازند به صورت ناپیوسته روی رسوبات سازند گورپی نهشته شده است.

پیوسته قرار دارد؛ همچنین با توجه به اینکه زمان شروع رسوب‌گذاری سازند پابده، اشکوب سلاندین است، رسوبات



شکل ۳- مقایسه زون‌های نانوفسیل‌های آهکی در بازه زمانی کرتاسه پسین- سلاندین، مطابق طرح‌های استاندارد جهانی و سایر برش‌های مطالعه شده در پهنه‌های فارس و ایذه

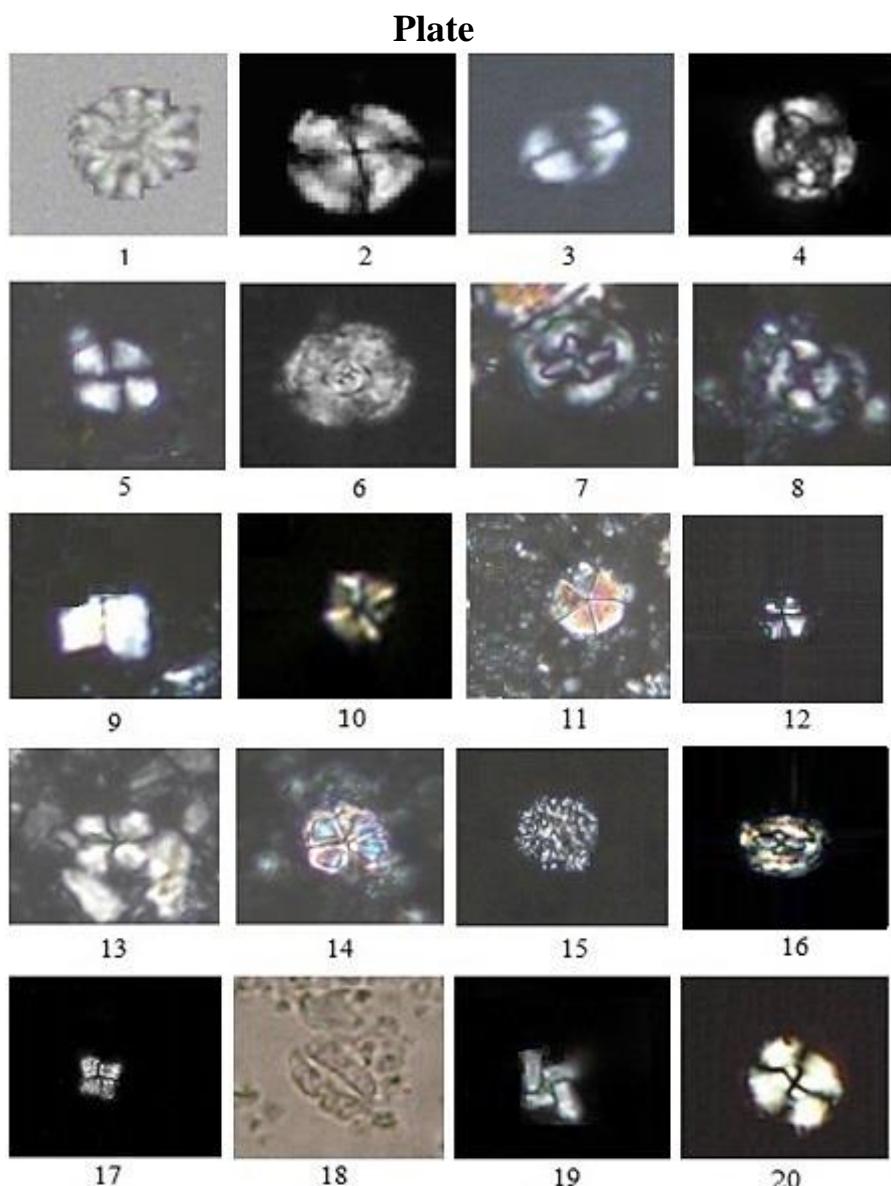
**Fig 3 -Comparison of calcareous nannofossil zones in the Late Cretaceous-Selandian interval, according to global standard schemes and other sections studied in Fars and Izeh zones.**

### References

- Aghanabati A. 2006. Geology of Iran. Geological survey of Iran, Tehran, 401 p (in Persian).
- Agnini C. Fornaciari E. Raffi I. Catanzariti R. Pälike H. Backman J. and Rio D. 2014. Biozonation and biochronology of Paleogene calcareous nannofossils from low and middle latitudes. Newsletters on Stratigraphy, 47(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).
- Alavi M. 2004. Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution. American Journal of Science, 304: 1–20.
- Berggren W. A. Kent D. V. Swisher C. C. and Aubry M. P. 1995. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. Geochronology Time Scales and Global Stratigraphic Correlation. SEPM Special Publication 54: 129–212.
- Beiranvand B. Ghasemi-Nejad E. Kamali M.R. and Ahmadi A. 2014. Sequence stratigraphy of the Late Cretaceous–Paleocene Gurpi Formation in southwest Iran. Geo Arabia, 19 (2): 89–102.
- Bornemann A. Aschner U. and Mutterlose J. 2003. The impact of calcareous nannofossils on the pelagic carbonate accumulation across the Jurassic-Cretaceous boundary. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 199:187–228.
- Bown P. R. 1998. Calcareous Nannoplankton Biostratigraphy. London, Chapman & Hall, 1- 315.
- Bown P.R. and Young J.R. 1998. Techniques. In: Bown P. R. (Ed.), Calcareous Nannofossil

- Biostratigraphy. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 16-28.
- Bralower T.J. 2005. Data report: Paleocene-Early Oligocene calcareous nannofossil biostratigraphy, ODP Leg 198 Sites 1209, 1210, and 1211 (Shatsky Rise, Pasific Ocean). In: Bralower, T.J., Premoli Silva I. and Malone M.J. (Eds.), Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, 198, 1-15.
- Burnett J.A. 1998. Upper cretaceous. In: Bown P.R., (Ed.), Calcareous nannofossil Biostratigraphy. Chapman & Hall, London, 132-199.
- 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).
- Gradstein F.M. Ogg J.G. Schmitz M.D. Ogg G.M. eds. 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.
- 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, pp. 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).
- James G.A. and Wynd J.C. 1965. Stratigraphy nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement Area. American Association Petroleum Geologist Bulletin, 49: 49.
- Khavari Khorasani M. Hadavi F. and Ghaseminejad A. 2014. Nanostratigraphy and Paleocheology of Pabdeh Formation in the Northwest of Zagros Basin in Ilam Section. Paleontology, 1(2): 149-164 (in Persian).
- Lees J.A. 2002. Calcareous nannofossil biogeography illustrates palaeoclimate change in the Late Cretaceous Indian Ocean: Cretaceous Research, 23: 537-634.
- Martini E. 1971. Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplankton Zonation. In: Farniacci A. (Ed.), Proceedings, 2th 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.
- Manivit H. 1971. Les nannofossiles calcaires du Crétacé français (Aptien-Maastrichtien): essai de biozonation appuyée sur les stratotypes. Ph.D thesis, Université de Paris, 187 p.
- Motiei H. 2003. Stratigraphy of Zagros, Treatise on the geology of Iran. Tehran, Iran, Geology Survey Press, 583 p.
- 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.
- 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. 1985a. Mesozoic Calcareous Nannofossils. In: Bolli H.M., Saunders J.B. and Perch-Nielsen K. (Eds.), Plankton Stratigraphy. Cambridge University, 329- 426.
- Perch-Nielsen K. 1985b. 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. 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.
- Roth P. H. 1978. Cretaceous nannoplankton biostratigraphy and oceanography of the northwestern Atlantic Ocean. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 44: 731-759.
- Sadeghi A. and Hadavandkhani N. 2010. Biostratigraphy of Pabdeh Formation in the Stratigraphic Section of Emamzadeh Sultan Ibrahim (Northwest of Izeh). Iranian Journal of Geology, 15: 81-98 (in Persian).
- Senemari S. 2017. Calcareous nannofossils biostratigraphy of the Gurpi Formation at Kalchenar section in northwest of Izeh. Geosciences, 26 (103): 287-294.
- Senemari S. and Sohrabi Molla Usefi M. 2012. Evaluation of Cretaceous-Paleogene boundary based on calcareous nannofossils in section of Pol Dokhtar, Lorestan, southwestern Iran. Arabian Journal of Geosciences, 6: 3615-3621.
- Sissingh W. 1977. Biostratigraphy of cretaceous calcareous nannoplankton. Geologie En Minjbouw, 56: 37-65.

- Stocklin J. 1971. Stratigraphic lexicon of Iran. Geological Survey of Iran, report no. 18, Second Edition.
- Thierstein H.R. 1976. Mesozoic calcareous nannoplankton biostratigraphy of marine sediments. *Marine Micropaleontology*, 1: 325-362.
- Villa G. Fioroni C., Pea L., Bohaty S.M. and Persico D. 2008. Middle Eocene–late Oligocene climate variability: Calcareous nannofossil response at Kerguelen plateau, Site 748. *Marine Micropaleontology*, 69: 173–192.
- Watkins D.K. 1996. Upper Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoecology of the Southern Ocean. In: Mogilevsky A. Whatley R. (Eds.), *Microfossils and Oceanic Environments*. University of Wales, Aberystwyth-Press, pp. 355-381.
- Wise S.W. 1988. Mesozoic-Cenozoic history of calcareous nannofossils in the region of Southern Ocean: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 67: 157-179.
- Worsley T.R. 1971. Calcareous nannofossil zonation of Upper Jurassic and Lower Cretaceous sediments from the Western Atlantic. Proceeding of the second Planktonic Conference Roma, 2: 1301-1322.
- Young J.R. and Bown P.R. 1998. Cenozoic calcareous nannoplankton classification. *Journal of nannoplankton Research*, 19: 36–47.
- Taxonomic appendix**
- Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina 1959
- Arkhangelskiella maastrichtiensis* Burnett 1997
- Biantholithus sparsus* Bramlette & Martini 1964
- Braarudosphaera bigelowii* (Gran and Braarud 1935) Deflandre 1947
- Chiasmolithus bidens* (Bramlette & Sullivan 1961) Hay & Mohler 1967
- Chiasmolithus consuetus* (Bramlette & Sullivan 1961) Hay & Mohler 1967
- Ceratolithoides aculeus* (Stradner 1961) Prins & Sissingh in Sissingh 1977
- Coccilithus pelagicus* (Wallich 1877) Schiller, 1930
- Cruciplacolithus primus* Perch-Nielsen 1977
- Cruciplacolithus tenuis* (Stradner 1961) Hay and Mohler in Hay et al. 1967
- Discoaster mohleri* Bukry and Percival 1971
- Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert 1954) Reinhardt 1965
- Ellipsolithus macellus* (Bramlette and Sullivan 1961) Sullivan 1964
- Ericsonia subpertusa* Hay & Mohler 1967
- Fasciculithus tympaniformis* Hay and Mohler in Hay et al. 1967
- Heliolithus cantabriae* Perch-Nielsen 1971
- Heliolithus kleinpelli* Sullivan 1964
- Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini 1964
- Markalius inversus* (Deflandre in Deflandre and Fert 1954) Bramlette and Martini 1964
- Micula decussata* Vekshina, 1959/ *Micula staurophora* (Gardet 1955) Stradner 1963
- Micula murus* (Martini 1961) Bukry, 1973
- Micula praemurus* (Bukry 1973) Stradner & Steinmetz, 1984
- Micula prinsii* Perch-Nielsen 1979
- Neococcilithes protenus* (Bramlette & Sullivan 1961) Black 1967
- Placozygus sigmoides* (Bramlette & Sullivan 1961)
- Prinsius martinii* (Perch-Nielsen 1969) Haq 1971
- Rhagodiscus angustus* (Stradner 1963) Reinhardt, 1971
- Sphenolithus anarrhopus* Bukry & Bramlette 1969
- Sphenolithus primus* Perch-Nielsen 1971
- Thoracosphaera operculata* Bramlette & Martini (1964)
- Watznaueria barnesiae* (Black in Black & Barnes 1959) Perch-Nielsen 1968
- Watznaueria bipora* Bukry 1969



**Plate:** All figures light micrographs  $\times 1000$ - $2500$ , the taxa considered in the present figure are referenced in Perch-Nielsen (1985); **1.** *Discoaster mohleri* Bukry & Percival (1971), sample. 33; **2.** *Heliolithus kleinpellii* Sullivan 1964, sample. 24; **3.** *Ellipsolithus macellus* (Bramlette & Sullivan 1961) Sullivan 1964, sample. 18; **4.** *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina 1959, sample. 2; **5.** *Heliolithus cantabriae* Perch-Nielsen 1971, sample. 27; **6.** *Markalius inversus* (Deflandre in Deflandre and Fert 1954) Bramlette and Martini 1964, sample. 8; **7.** *Chiasmolithus consuetus* (Bramlette & Sullivan 1961) Hay & Mohler 1967, sample. 24; **8.** *Coccolithus pelagicus* (Wallich 1877) Schiller 1930, sample. 31; **9.** *Fasciculithus tympaniformis* Hay & Mohler in Hay et al. 1967, sample. 21; **10.** *Micula decussata* Vekshina (1959), sample. 25; **11.** *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud 1935) Deflandre (1947), sample. 24; **12.** *Sphenolithus anarrhopus* Bukry & Bramlette, 1969, sample. 24; **13.** *Sphenolithus primus* Perch-Nielsen 1971, sample. 31; **14.** *Bianholithus sparsus* Bramlette & Martini, 1964, sample. 18; **15.** *Thoracosphaera operculata* Bramlette and Martini (1964), sample. 17; **16.** *Cruciplacolithus tenuis* (Stradner 1961) Hay and Mohler in Hay et al. 1967, sample. 19; **17.** *Micula murus* (Martini 1961) Bukry (1973), sample. 10; **18.** *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini (1964), sample. 10; **19.** *Micula prinsii* Perch-Nielsen, 1979, sample. 10; **20.** *Watznaueria barnesiae* (Black in Black & Barnes 1959) Perch-Nielsen, 1968, sample. 5.