



## Research Article

### Biostratigraphy and determination of the K/Pg boundary in the upper Cretaceous sediments in northeast Kazerun, Fars zone (Zagros)

Saeedeh Senemari\* 

Department of Mining, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

Received: 06 Jul 2019 Accepted: 14 Dec 2019

## Extended Abstract

### Introduction

One of the most extensive Cretaceous and Paleogene deposits in Zagros are the marine sediments of the Gurpi Formation, they were first identified in the Zagros based on stratigraphy and paleontology. One of the most important researches that can be done given this formation in Zagros, is determining the exact boundaries, by calcareous nannofossil assemblages. At the Anar anticline section, the Gurpi Formation with 163 m thickness was selected which mainly consists of shale, silty shale and plagic limestone.

### Materials and Methods

In this study, 58 samples from Gurpi Formation have been examined. 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).

### Results and Discussion

Calcareous nannofossils recorded in the Mesozoic and Cenozoic strata are believed to be an appropriate means for biostratigraphic studies. The nannofossil zonation used in the present study is based on the Nannoplankton zonation of Sissingh (1977), Burnett (1998) and Martini (1971), respectively. As a result of this study, 39 species belonging to 21 genera of calcareous nannofossils were detected. Eight bio events were recorded and based on these bio-events, the *Ceratolithoides aculeus* Zone (CC20) - *Nephrolithus frequens* Zone (CC26) were recognized based on Sissingh (1977). Subsequently, *Markalius inversus* zone (NP1) was identified at the top of the Gurpi Formation.

#### - Bio zones of the Cretaceous

Seven bio zones of the zonation of Sissingh (1977) and Burnett (1998) were recognized in the Cretaceous:

#### **Ceratolithoides aculeus Zone / UC15b<sup>TP</sup>**

The first nannofossil unit recorded in this study is the CC20 zone. This bio zone is recorded from the FO *C. aculeus* to the FO of *Quadrum sissinghii*. The age of this zone is late early Campanian.

#### **Quadrum sissinghii Zone/ UC15c<sup>TP</sup>**

The second nannofossil unit recorded in the Gurpi Formation is the CC21 zone. This bio zone is recorded from the FO *Quadrum sissinghii* to the FO of *Quadrum trifidum*. The age of this zone is early/late Campanian.

**Citation:** Senemari, S., 2020. Biostratigraphy and determination of the K/Pg boundary in the upper Cretaceous sediments in northeast Kazerun, Fars zone (Zagros), *Res. Earth. Sci.*: 11(1), (21-31) DOI: 10.52547/esrj.11.1.21

\* Corresponding author E-mail address: S.senemari@ENG.ikiu.ac.ir





### **Quadrum trifidus Zone/ UC15d<sup>TP</sup>, UC15e<sup>TP</sup>**

The next nannofossil unit recorded in this study is the CC22 zone. This bio zone is recorded from the FO of *Quadrum trifidum* to the LO of *Reinhardtites anthophorus*. The age of this zone is late Campanian.

### **Tranolithus orionatus Zone/ UC15e<sup>TP</sup>, UC16<sup>TP</sup>, UC17<sup>TP</sup>**

The next nannofossil unit recorded in this study is the CC23 zone. This bio zone is recorded from the LO of *Reinhardtites anthophorus* to the LO of *Tranolithus phacelosus*. The age of this zone is late late Campanian/early Maastrichtian.

### **Reinhardtites levis Zone/ UC18<sup>TP</sup>**

The next nannofossil unit recorded in this study is the CC24 zone. This bio zone is recorded from the LO of *Tranolithus phacelosus* to the LO of *Reinhardtites levis*. The age of this zone is early Maastrichtian.

### **Arkhangelskiella cymbiformis Zone/ UC19<sup>TP</sup>, UC20a<sup>TP</sup>, UC20b<sup>TP</sup>**

The next biozone recorded is the CC25 zone. This bio zone is recorded from the LO of *Reinhardtites levis* to the FO of *Micula murus*. The age of this zone is early late Maastrichtian.

### **Nephrolithus frequens Zone / UC20c, d<sup>TP</sup>**

The next biozone recorded is the CC26 zone. This bio zone is recorded from the FO of *Micula murus* to the FO of *Biantholithus sparsus*. The age of this zone is late late Maastrichtian.

### **-Bio zone of the Paleocene**

One bio zone of the zonation of Martini (1971) recognized at the top of Gurpi Formation:

### **Markalius inversus Zone**

The last nannofossil unit recorded at the top of Gurpi Formation is the NP1 zone. This bio zone is recorded from the extinction of the Cretaceous flora to the FO of *Cruciplacolithus tenuis*. The age of this zone is Danian.

### **Conclusion**

In this study Cretaceous-Paleocene sediments have been investigated at the Gurpi Formation at Anar anticline section in northeast of Kazerun. The Gurpi Formation mainly consists of shale, silty shale and pelagic limestone. The detailed study based on calcareous nannofossils, enables the subdivision of the studied deposits into 8 bio zones. As a result of this study and based on the identified bio zones, the age of the Gurpi Formation is middle Campanian to early Danian, and K/Pg boundary is continuous at the studied interval.

**Keywords:** Biostratigraphy, Danian, Zagros, Cretaceous, Calcareous Nannofossils.



## چینه‌نگاری زیستی و تعیین مرز کرتاسه-پالئوژن در نهشته‌های کرتاسه فوقانی در شمال خاوری کازرون، زون فارس (زاگرس)

سعیده سنماری\*

گروه معدن، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۴/۱۵

تأیید نهایی مقاله: ۱۳۹۸/۹/۲۳

### چکیده

در این مطالعه نانوفسیل‌های آهکی سازند گورپی در برش تاقدیس انار واقع در شمال خاور کازرون مورد بررسی قرار گرفت. در این برش سازند گورپی اساساً از شیل، شیل سیلتی و آهک پلاژیک تشکیل شده است. به منظور معرفی گونه‌های شاخص و زیست‌زون‌ها، ۷۸ اسلاید از سازند گورپی مطالعه شد که در نتیجه منجر به تشخیص هشت زیست‌زون گردید. در این مطالعه ۳۹ گونه از ۲۱ جنس از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شد. براساس زیست‌زون‌های به دست آمده (NP1-CC20/UC15b<sup>TP</sup>)، بازه زمانی سازند گورپی در برش مورد مطالعه از کامپانین میانی تا پالئوسن پیشین (دائین پیشین) است و مرز کرتاسه-پالئوژن پیوسته پیشنهاد می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** بیواستراتیگرافی، داین، زاگرس، کرتاسه، نانوفسیل‌های آهکی.

**مقدمه**

کمریند چین خورده زاگرس با وسعتی حدود ۲۰۰۰ کیلومتر از ارتفاعات جنوب ترکیه شروع گشته و پس از گذر از باختر و جنوب باختر ایران به گسل میناب منتهی می‌شود. این حوضه در بخش جنوب و جنوب باختری ایران با تفاوت‌های زمین‌شناختی واضح از سپر بزرگ عربی جدا می‌گردد (Motiei, 1995; Alavi, 2004). اکتشاف میادین عظیم هیدروکربوری در زاگرس سبب شده که این حوضه از مهم‌ترین حوضه‌های زمین‌شناختی جهان محسوب شود (James and wynd, 1965; Bordenave, 2002). رسوبگذاری در این حوضه در سه پلاتفرم فارس، پلاتفرم عربی و حوضه پیش‌خشکی زاگرس از انتهای پرکامبرین تا عهد حاضر انجام شده است. سازند گورپی که در برخی نقاط زاگرس به عنوان سنگ منشأ مواد هیدروکربوری توصیف گردیده بخشی از رسوبات نهشته شده در حوضه رسوبی زاگرس است که در زمان پیشروی دریای عمیق کرتاسه و در برخی نقاط تا زمان پالئوسن نهشته شده است (James and wynd, 1965; Zahiri, 1982). برش الگوی سازند گورپی در تنگ پابده در جنوب باختر دامنه کوه پابده با ضخامت ۳۲۰ متر از مارن، شیل و سنگ آهک مارنی تشکیل شده است. این سازند در برش الگو توسط سازند ایلام در زیر (همساز) و سازند پابده (به صورت پیوسته) در بالا محصور شده است (درویش زاده، ۱۳۷۰). در سال‌های اخیر به منظور انجام مطالعات بیواستراتیگرافی، رسوبات سازند گورپی بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی به کرار مورد بررسی قرار گرفته است (Hadavi et al, 2007; Hadavi and Ezadi, 2007; Senemari and Sohrabi Molla Usefi, 2012; Najafpour et al, 2015; Mahanipour and Najafpour, 2016; سنماری، ۱۳۹۶؛

شهریاری‌گرایی و همکاران، ۱۳۹۷). مطالعه حاضر نیز از جمله مطالعات دیگر بر روی رسوبات سازند گورپی است که به منظور تعیین مرز کرتاسه-پالئوژن و بررسی دقیق بیواستراتیگرافی در برش جنوب باختر تاقدیس انار واقع در شمال خاور کازرون مورد مطالعه قرار گرفته است.

**منطقه مورد مطالعه**

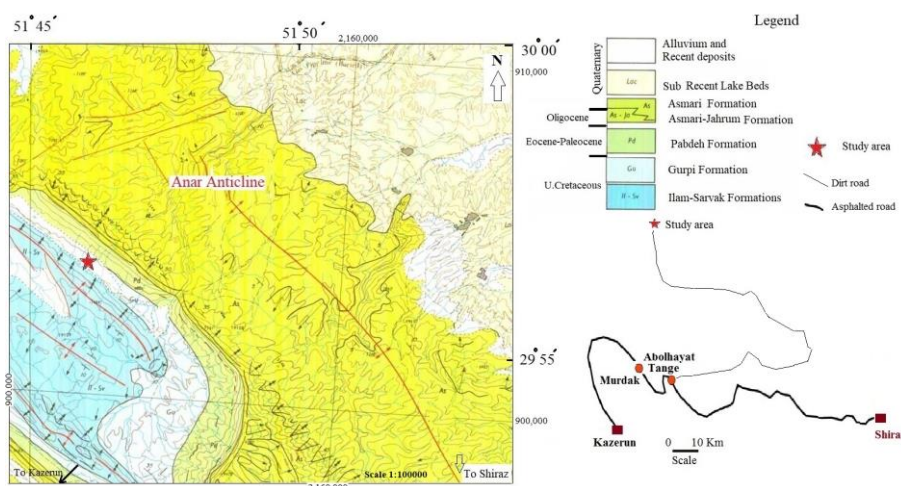
برش مورد مطالعه در حدود ۱۱۰ کیلومتری شیراز و در شمال خاور کازرون، در یال جنوب غربی تاقدیس انار قرار دارد (شکل ۱). مختصات جغرافیایی برش مورد مطالعه در موقعیت  $51^{\circ}48'$  طول شرقی و  $29^{\circ}55'$  عرض شمالی می‌باشد. در برش مورد نظر، سازند گورپی با حدود ۱۶۳ متر از رسوبات شیل، شیل سیلتی و آهک پلاژیک تشکیل شده است. این سازند با ناپیوستگی مشخص (عدم انطباق) که به همراه نودول‌های آهن است بر روی سازند سروک قرار دارد. مرز فوقانی سازند گورپی با سازند پابده از طریق شیل-های ارغوانی قاعده پابده مشخص می‌گردد.

**مواد و روش‌ها**

جهت مطالعه نانوفسیل‌ها تعداد ۵۸ نمونه از قاعده سازند گورپی تا راس آن با فواصل نمونه‌برداری حدود ۲ متر برداشت شد. آماده سازی نمونه‌ها مطابق روش اسمیر اسلاید صورت گرفت (Bown and Young, 1998) و سپس اسلایدها توسط میکروسکوپ پلاریزان المپوس BH2 با بزرگنمایی ۱۰۰۰ در نورهای معمولی (PPL) و پلاریزه (XPL) تحت مطالعه قرار گرفت. در این تحقیق جهت مطالعات تاکسونومی، از منابعی همچون پرچ-نیلسون (Perch-Nielsen, 1985) و بارنت (Burnett 1998) و جهت انجام چینه‌نگاری زیستی

نمادهای FO و LO نشان داده شده است. نماد CC کوکولیت‌های کرتاسه، NP نانو پلانکتون پالئوژن، UC تقسیمات مربوط به کرتاسه فوقانی و CP کوکولیت پالئوژن است (شکل ۱).

از زون‌بندی سیسینگ (Sissingh, 1977)، بارنت (Burnett, 1998) و مارتینی (Martini, 1971) و در یک مورد از زون‌بندی اوکادا و باکری (Okada and Bukry, 1980) استفاده شد. اولین ظهور و آخرین حضور گونه‌های شاخص به ترتیب با



شکل ۱: راه دسترسی و موقعیت ناحیه مورد مطالعه در یال جنوب باختری تاقدیس انار، برش مطالعه شده توسط ستاره مشخص شده است (برگرفته شده از قسمتی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کازرون).

۲۱ جنس از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شد (Plate). همچنین زیست‌زون‌های CC20 تا CC26 براساس زون‌بندی سیسینگ (Sissingh, 1977) که با زیست‌زون‌های UC15b<sup>TP</sup> تا UC20d<sup>TP</sup> از زون‌بندی (Burnett, 1998) متعلق به کرتاسه و نیز زیست‌زون NP1 از زوناسیون مارتینی (Martini, 1971) که تعلق به زمان پالئوسن (دائین پیشین) دارد تشخیص داده شد.

**مبنای زیست‌زون‌بندی و بررسی حوادث زیستی نانوفسیل‌های آهکی در برش تاقدیس انار**

اولین رویداد زیستی مربوط به نانوفسیل‌های آهکی، در قاعده سازند گورپی و بر روی آهک‌های سروک، ثبت ظهور گونه شاخص *Ceratolithoides aculeus* و سپس ظهور گونه شاخص *Quadrum sissinghii* جهت تعیین و ثبت زون CC20 می‌باشد. نخستین حضور گونه *Q. sissinghii*

## نتایج

### نانوفسیل‌های آهکی

بقایای نانوپلانکتون‌های آهکی با ریزش به کف حوضه رسوبی در نهشته‌های متعلق به دوران‌های مزوزوئیک و سنوزوئیک و در مناطق مختلف با عرض‌های جغرافیایی پایین و بالا، شاخص زیست‌چینه‌نگاری مهمی محسوب می‌شود (Thierstein, 1976; Sissingh, 1977; Perch-Nielsen, 1985a,b; Burnett, 1998; Young and Bown, 1998; Bralower, 2002; Lees, 2002; Bornemann et al, 2003; Bralower, 2005; Watkins and Self-Trail, 2005; Villa et al, 2008). مطالعه الگوی تکاملی این گروه فسیلی و بررسی گسترش آنها در تحقیقاتی همچون اقیانوس‌شناسی، چینه‌شناسی‌زیستی رسوبات دریایی، توصیف تاکسونومیکی و مطالعات دیرینه کاربرد فراوان دارد (Wise, 1988; Watkins et al, 1996). در این تحقیق تعداد ۳۹ گونه متعلق به

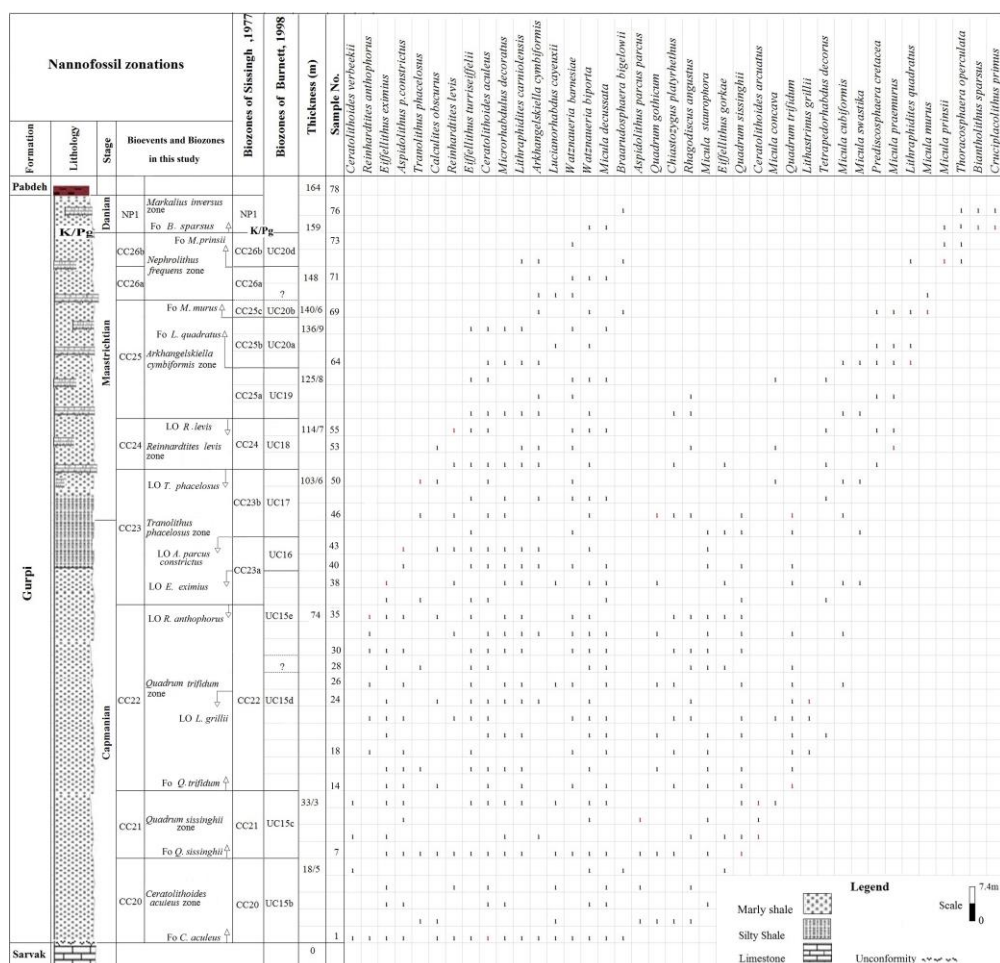
**بیوزون ۱- Ceratolithoides aculeus Zone (CC20)/ UC15b<sup>TP</sup>**

در برش مورد مطالعه این زون در قاعده سازند گورپی و بر روی آهک‌های سروک قرار دارد. این زون زیستی از ظهور گونه *C. aculeus* تا ظهور *Quadrum sissinghii* (Synonym: *Uniplanarius sissinghii*) ظهور *Uniplanarius sissinghii* تعیین می‌شود. ظهور گونه *C. aculeus* در متر ۰/۴ متری (نمونه ۱) و *Quadrum sissinghii* در ضخامت ۱۸/۸ متری، نمونه ۷) از قاعده سازند گورپی است. زون CC20 با زیرزون UC15b<sup>TP</sup> از زون‌بندی بارنت (Burnett, 1998) مطابقت دارد. در واقع شاخص‌های زیستی این زون در هر دو طرح زون-بندی یکسان است. سن این زون زیستی، اواخر کامپانین پیشین و ضخامت آن حدود ۱۸/۵ متر است.

**بیوزون ۲- Quadrum sissinghii Zone (CC21)/ UC15c<sup>TP</sup>**

شناسایی این زون در برش مورد مطالعه براساس اولین ظهور گونه *Quadrum sissinghii* تا اولین ظهور گونه شاخص *Quadrum trifidum* (*Uniplanarius trifidus*) (Synonym) ضخامت ۳۳/۵ متری از قاعده سازند گورپی، نمونه ۱۴) انجام گرفته است. محدوده سنی این زون زیستی، اواخر کامپانین پیشین تا ابتدای کامپانین پسین و ضخامت آن حدود ۱۴/۸ متر است. شاخص‌های زیستی این زون در هر دو طرح زوناسیون یکسان است بنابراین زون CC21 با زیرزون UC15c<sup>TP</sup> از زون‌بندی بارنت (Burnett, 1998) مطابقت دارد. با توجه به اولین ظهور گونه‌های شاخص ثبت شده *Uniplanarius sissinghii* تا *Uniplanarius trifidus* زون مذکور بیانگر مرز کامپانین پیشین به کامپانین پسین است.

(Middle Campanian) در ضخامت ۱۸/۸ متری از قاعده سازند گورپی ثبت شده است. حادثه زیستی بعدی، اولین حضور گونه *Quadrum trifidus* در کامپانین پسین در متر ۳۳/۵ است. حوادث زیستی بعدی که در برش مورد مطالعه مشاهده شد به ترتیب آخرین حضور گونه‌های *Reinhardtites anthophorus* در ضخامت ۷۴ متری از قاعده گورپی، و آخرین حضور گونه *Tranolithus orionatus* (Synonym: *Tranolithus phacelosus*) در متر ۱۰۳/۶ و آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* در ضخامت ۱۱۴/۷ متری از قاعده سازند حادث شده است. حوادث زیستی ثبت شده بعدی، ظهور گونه‌های *Lithraphidites quadratus* در ۱۲۶ متری و سپس *Micula murus* در ضخامت ۱۴۰/۶ متری از شروع قاعده سازند گورپی است که برای تعیین مرز زیرزون‌های CC25b و CC25c به سن ماستریشتین پسین استفاده شده است. ظهور گونه *Micula prinsii* در ضخامت ۱۴۹ متری به سن اواخر ماستریشتین پسین حادثه دیگر قابل مشاهده در برش مورد مطالعه است که برای تفکیک زون CC26 به زیرزون‌های CC26a و CC26b و همچنین بیان آغاز زیرزون UC20d<sup>TP</sup> استفاده شده است. آخرین حوادث ثبت شده در برش مورد مطالعه، کاهش شدید و از بین رفتن ناگهانی کوکولیت‌های معرف کرتاسه در مرز K/Pg و ظهور گونه‌های *Cruciplacolithus primus*, *Biantholithus sparsus* به ترتیب در ضخامت‌های ۱۵۸/۷ و ۱۶۰ متری، در زون NP1 و در شروع پالئوژن (دانین پیشین) است (شکل ۲).  
زیست چینه‌نگاری رسوبات برش تاقدیس انار شرح هر یک از زون‌های زیستی شناسایی شده در این برش به ترتیب زیر است:



شکل ۲: ستون چینه‌شناسی، پراکندگی گونه‌ها، حوادث زیستی و چینه‌نگاری زیستی بر مبنای نانو فسیل‌های آهکی در برش تاقدیس انار، شمال خاور کازرون.

Burnett, 1998) مطابق دارد. بنا به گزارش بارنت (Burnett, 1998) این مرز (UC15e<sup>TP</sup>-UC15d<sup>TP</sup>) بعد از آخرین حضور گونه *L. grillii* و همزمان با اولین حضور گونه *Eiffellithus parallelus* تعیین می‌گردد. در برش مورد مطالعه گونه *E. parallelus* ثبت نگردید. از این رو امکان تفکیک زیرزون‌های UC20d<sup>TP</sup> و UC20e<sup>TP</sup> از زون‌بندی بارنت (Burnett, 1998) میسر نشد. از این رو محدوده این مرز در جدول گسترش گونه‌ها، بعد از آخرین حضور گونه *L. grillii* و به صورت نماد علامت سوال مشخص گردید.

**بیوزون ۳- / Quadrum trifidum Zone (CC22)/ UC15d<sup>TP</sup>, UC15e<sup>TP</sup>**  
 شناسایی این زون در برش مورد مطالعه براساس اولین حضور گونه *Quadrum trifidum* (Synonym: *Uniplanarius trifidus*) (ضخامت ۳۳/۵ متری از قاعده گورپی، نمونه ۱۴) تا آخرین حضور گونه *Reinhardtites anthophorus* (ضخامت ۷۴ متری از قاعده گورپی، نمونه ۳۶) صورت گرفته است. سن این زون اواخر کامپانین پسین و ضخامت آن حدود ۴۰/۷ متر است. زون CC22 با زیرزون UC15d<sup>TP</sup> و بخش تحتانی زیر زون UC15e<sup>TP</sup> از زون‌بندی بارنت (1998)



**بیوزون ۶- Arkhangelskiella cymbiformis****Zone (CC25)/ UC19<sup>TP</sup>, UC20a<sup>TP</sup>, UC20b<sup>TP</sup>**

در تعاریف استاندارد جهانی محدوده این بیوزون براساس آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* تا اولین ظهور گونه *Nephrolithus frequens* است (Perch-Nielsen, 1985b). در برش مورد مطالعه گونه *N. frequens* شناسایی و ثبت نگردید. لذا تعیین این زون زیستی از آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* (ضخامت ۱۱۴/۷ متری، نمونه ۵۶) تا حضور گونه *Micula murus* (ضخامت ۱۴۰/۶ متری، نمونه ۶۹) انجام شد. سن این زون ابتدای ماستریشتین پسین و ضخامت آن حدود ۲۶ متر است. از جمله حوادث زیستی دیگر در این زون اولین حضور گونه-های *Lithraphidites quadratus* (ضخامت ۱۲۶ متری، نمونه ۶۴)، *Micula praemurus* (ضخامت ۱۰۸/۸ متری، نمونه ۵۳) در این بخش از برش مورد مطالعه است که مطابق استانداردهای جهانی گسترش در عرض‌های جغرافیایی پایین بوده و منطبق بر آن است. زون زیستی CC25 با زون UC19 و UC20 (UC20a<sup>TP</sup>- UC20b<sup>TP</sup>) از زون-بندی بارنت (Burnett, 1998) مطابقت دارد. گونه *Ceratolithoides kamptneri* که تعیین کننده مرز زیرزون‌های UC20b<sup>TP</sup>- UC20c<sup>TP</sup> است، شناسایی نگردید. از این رو در جدول گسترش گونه‌ها مرز بین این دو زیر زون با علامت سوال مشخص شده است.

**بیوزون ۷- Nephrolithus frequens Zone**  
**(CC26)/ UC20c,d<sup>TP</sup>**

این زیست زون در عرض‌های جغرافیایی بالا از اولین حضور تا آخرین حضور گونه *Nephrolithus frequens* شناسایی می‌شود (Sissingh, 1977). همان‌طور که در بالا به آن اشاره شد، در برش مورد مطالعه گونه *N.*

**بیوزون ۴- Tranolithus ,UC16<sup>TP</sup>,UC17<sup>TP</sup>**  
**orionatus Zone (CC23)/ UC15e<sup>TP</sup>**

این زون از آخرین حضور گونه *anthophorus* (ضخامت ۷۴ متری از قاعده گورپی، نمونه ۳۶) تا آخرین حضور گونه *Tranolithus orionatus* (Synonym : *Tranolithus orionatus*) (ضخامت ۱۰۳/۶ متری، نمونه ۵۱) ادامه دارد. طبق نظر سیسینگ (Sissingh, 1977) آخرین حضور گونه *A. parvus constrictus* سبب تقسیم این زون به دو زیرزون می‌شود. این زون با بخش فوقانی زیر زون UC15e<sup>TP</sup> و نیز زون‌های UC16-UC17 از زون بندی بارنت (Burnett, 1998) مطابقت دارد. این زون بیانگر مرز کامپانین به مایستریشتین است. به‌طوری که زون UC16 براساس ثبت آخرین حضور گونه *E. eximius* تا ثبت آخرین حضور گونه *A. parvus constrictus* و زون UC17 براساس ثبت آخرین حضور گونه *A. parvus constrictus* تا ثبت آخرین حضور گونه *Tranolithus orionatus* تعیین گردید. محدوده سنی این زون اواخر کامپانین پسین-ماستریشتین پیشین و ضخامت آن حدود ۲۹/۶ متر است.

**بیوزون ۵- Reinhardtites levis Zone (CC24)/ UC18<sup>TP</sup>**

زون مذکور از آخرین حضور گونه *Tranolithus phacelosus* (ضخامت ۱۰۳/۶ متری، نمونه ۵۱) تا آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* (ضخامت ۱۱۴/۷ متری، نمونه ۵۶) تعیین می‌شود. این زون با زون UC18 از زون‌بندی بارنت (Burnett, 1998) مطابقت دارد و شاخص‌های زیستی معرف زون در هر دو طرح زون‌بندی سیسینگ (Sissingh, 1977) و بارنت (Burnett, 1998) یکسان است. سن این زون ماستریشتین پیشین و ضخامت این زون حدود ۱۱ متر است.



گونه *Cruciplacolithus tenuis* ادامه دارد (Perch-Nielsen, 1985b). اولین ظهور گونه‌های *Cruciplacolithus primus*, *Biantholithus sparsus* در ۱۵۸/۷ تا ۱۶۰ متری نسبت به قاعده گورپی مشاهده و ثبت گردید. در این زون همچنین با فراوانی جنس *Thoracosphaera* (*Thoracosphaera operculata*) و کاهش بارز تمامی گونه‌های کرتاسه بجز تعداد بسیار اندک از دو گونه *Watznaueria biporta*, *Micula decussata* روبرو هستیم. حد فوقانی زون، شروع شیل‌های ارغوانی پابده است که البته گونه *Cruciplacolithus tenuis* در این مطالعه شناسایی نگردید. بنابراین حد فوقانی زون مشخص نمی‌باشد. سن این زون مطابق حضور گونه‌های شاخص مذکور، پالتوسن پیشین (دائین پیشین) می‌باشد. ضخامت این زون ۷/۴ متر است. این زون با زیرزون CP1a از زون‌بندی آکادا و باکری (Okada and Bukry, 1980) نیز مطابقت دارد.

### نتیجه‌گیری

۱) در برش مورد مطالعه تعداد ۳۹ گونه متعلق به ۲۱ جنس از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شد. زیست‌زون‌های تشخیص داده شده در این مطالعه ۸ زیست‌زون است که قابل تطابق با زون‌بندی‌های ارائه شده توسط سیسینگ (Sissingh, 1977) و بارنت (Burnett, 1998) در کرتاسه و همچنین مارتینی (Martini, 1971) در شروع پالتوزن (دائین پیشین) است. این زیست‌زون‌ها شامل زون‌های زیر است:

*Ceratolithoides aculeus* Zone (CC20/ UC15b<sup>TP</sup>) - *Quadrum sissinghii* Zone (CC21/ UC15c<sup>TP</sup>) - *Quadrum trifidum* Zone (CC22/ UC15d<sup>TP</sup>-UC15e<sup>TP</sup>) - *Tranolithus phacelosus* Zone (CC23/ UC15e<sup>TP</sup>-UC16-

*frequens* ثبت نگردید. از این رو قاعده این زون با حضور گونه *Micula murus* (ضخامت ۱۴۰/۶ متری، نمونه ۶۹) مشخص شد. در این مطالعه حد فوقانی زون به وسیله اولین ظهور گونه شاخص پالتوسن مانند گونه *Biantholithus sparsus* (ضخامت ۱۵۸/۷ متری، نمونه ۷۴) و نیز گونه *Cruciplacolithus primus* (ضخامت ۱۶۰ متری، نمونه ۷۵) مشخص می‌گردد. از سویی دیگر، از اولین حضور گونه *Micula prinsii* جهت تقسیم این زیست‌زون به دو زیرزون فرعی CC26a و CC26b استفاده گردید که در برش مورد مطالعه در ضخامت ۱۴۹ متری ثبت شد. همچنین ثبت ظهور گونه *Thoracosphaera operculata* در زون موردنظر به همراه گونه *Micula prinsii* یکی دیگر از شاخص‌های اواخر کرتاسه پسین است. زون زیستی CC26 با زون UC20d<sup>TP</sup> از زون‌بندی بارنت (Burnett, 1998) مطابقت دارد. سن این زون اواخر ماسترتیشین پسین و در محدوده زمانی مرز K/Pg قرار دارد. مرز کرتاسه به ترشیری در حدود ۴ متر پایین‌تر از قاعده رسوبات شیل‌های ارغوانی سازند پابده قرار دارد. ضخامت این زون در برش مورد مطالعه ۱۴/۸ متر است. حضور گونه‌های شاخص نظیر *Ceratolithoides aculeus*, *Micula murus*, *Quadrum sissinghii*, *Quadrum trifidum*, *Lithraphidites quadratus* که از گونه‌های معرف آب و هوای گرم در عرض‌های جغرافیایی پایین است می‌توان بیان نمود که حوضه از شرایط آب و هوایی گرمی در زمان رسوبگذاری نهشته‌های خود برخوردار بوده است.

### بیوزون ۸- *Markalius inversus* Zone (NP1)

آخرین زون زیستی شناسایی شده بیوزون- *Markalius inversus* Zone است. این زون از آخرین حضور کوکولیت‌های کرتاسه تا اولین ظهور

۳) براساس حضور گونه‌های شاخصی نظیر *Micula murus*, *Micula decussata*, *Quadrum sissinghii*, *Quadrum trifidum*, *Lithraphidites carniolensis*, *Lithraphidites quadratus*, *Watznaueria barnesiae* که از گونه‌های شاخص و معرف آب و هوای گرم در عرض‌های جغرافیایی پایین می‌باشند، می‌توان نتیجه گرفت که حوضه از شرایط آب و هوایی گرمی در زمان رسوبگذاری خود برخوردار بوده است.

ص ۱۵۲-۱۶۳.

-شهریاری‌گرایی، س.، کنی، ا.، امیری بختیار، ح. و جمالی، ا.م.، ۱۳۹۷. بررسی بیواستراتیگرافی نانوفسیل‌های آهکی در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی و قسمت‌های تحتانی سازند پابده در برش گنو (شمال غرب ایلام)، پژوهش‌های دانش زمین، دوره ۹، شماره ۳، ص ۱۳۹-۱۶۱.

-Alavi, M., 2004. Regional stratigraphy of the Zagros fold thrust belt of Iran and its proforeland evolution, American Journal of Science, v. 304, p. 1-20.  
-Bornemann, A., Aschwer, U. and Mutterlose, J., 2003. The impact of calcareous nannofossils on the pelagic carbonate accumulation across the Jurassic-Cretaceous boundary: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 199, p. 187-228.  
-Bordenave, M.L., 2002. The Middle Cretaceous to Early Miocene Petroleum System in the Zagros Domain of Iran, and its prospect Evaluation, AAPG Annual Meeting, March 10-13, 2002, Houston, Texas.  
-Bown, P.R. and Young, J.R., 1998. Techniques; In: Bown, P.R. (eds.),

UC17)- Reinhardtites levis Zone (CC24/UC18)- Arkhangelskiella cymbiformis Zone (CC25/UC19-UC20a,b<sup>TP</sup>)- Nephrolithus frequens Zone (CC26/ UC20c,d<sup>TP</sup>)- Markalius inversus Zone (NP1).

۲) بر مبنای حضور گونه‌های شاخص، مرز کرتاسه به پالئوژن (K/Pg) در برش یال جنوب غربی تاق‌دیس انار پیوسته و سن رسوبات سازند گورپی از کامپانین میانی (middle Campanian) تا پالئوسن پیشین (early Danian) پیشنهاد می‌شود.

### منابع

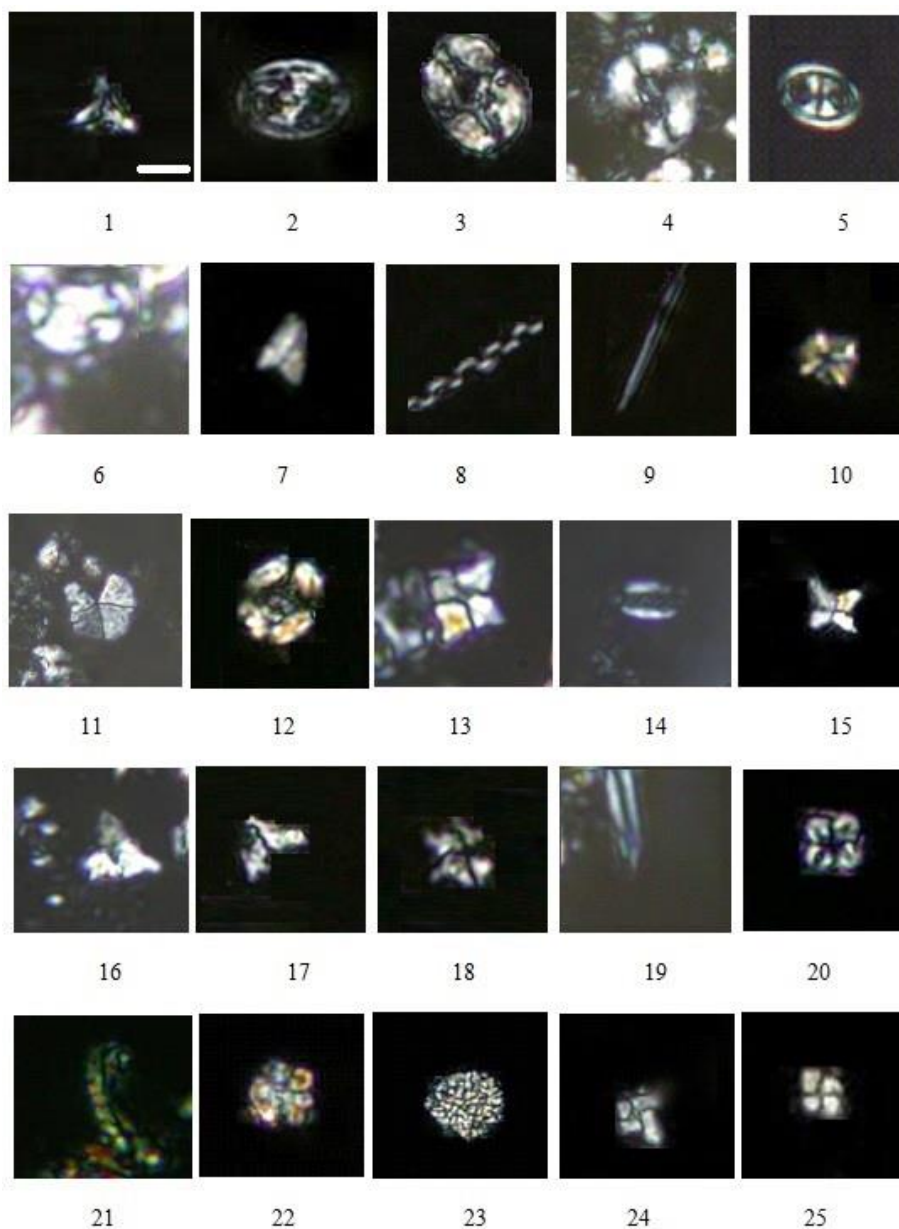
-درویش زاده، ع.، ۱۳۷۰. زمین‌شناسی ایران، انتشارات نشر دانش امروز، ۹۰۱ ص.  
-سنماری، س.، ۱۳۹۶. بررسی بیواستراتیگرافی نانوفسیل‌های آهکی در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی و قسمت‌های تحتانی سازند پابده در برش گنو (شمال غرب ایلام)، پژوهش‌های دانش زمین، شماره ۲۹،

Calcareous Nannofossil Biostratigraphy, Chapman and Hall, London, p. 16-28.  
-Burnett, J.A., 1998. Upper Cretaceous, In: Bown, P.R. (eds.), Calcareous Nannofossil Biostratigraphy, British Micropalaeontological Society Publication Series, Chapman and Hall Ltd, Kluwer Academic Publisher, London, p. 132-165.  
-Hadavi, F., Khosrowtehrani, K. and Senemari, S., 2007. Biostratigraphy of Calcareous Nannofossils of Gurpi Formation in North Gachsaran: Journal of Geosciences, v. 64, p. 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, p. 28-31.
- James, G.A. and Wynd, J.G., 1965. Stratigraphic Nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement Area: AAPG Bulletin, v. 49, p. 2182-2245.
- Lees, J.A., 2002. Calcareous nannofossil biogeography illustrates palaeoclimate change in the Late Cretaceous Indian Ocean: Cretaceous Research, v. 23, p. 537-634.
- Martini, E., 1971. Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplankton Zonation, Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Planktonic Conference Roma, Italy, p. 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, v. 6(1), p. 129-148.
- Motiei, H., 1995. Petroleum Geology of Zagros, Geological Survey of Iran (in Farsi), 589 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, v. 8, p. 6037-6046.
- Okada, H. and Bukry, D., 1980. Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation, Marine Micropaleontology, v. 5, p. 321-325.
- Perch-Nielsen, K., 1985a. Mesozoic calcareous nannofossils, In: Bolli, H.M., et al. (eds.), Plankton Stratigraphy, Cambridge University Press, p. 329-426.
- Perch-Nielsen, K., 1985b. Cenozoic Calcareous Nannofossils, In: Bolli, H. M., Saunders, J. B., Perch-Nielsen, K. (eds.), Plankton Stratigraphy, Cambridge University Press, p. 427-554.
- 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, v. 6, p. 3615-3621.
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of cretaceous calcareous nannoplankton: Geologie En Minjbouw, v. 56, p. 37-65.
- Thierstein, H.R., 1976. Mesozoic calcareous nannoplankton Biostratigraphy of Marine Sediments: Marine Micropaleontology, v. 1, p. 325-362.
- Villa, G., Fioroni, C., Pea, L., Bohaty, S. and Persico, D., 2008. Middle Eocene-late Oligocene climate variability: Calcareous nannofossil response at Kerguelen Plateau, Site 748: Marine Micropaleontology, v. 69, p. 173-192.
- Watkins, D.K., Wise Jr, S.W., Pospichal, J.J. and Crux, J., 1996. Upper Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoceanography of the Southern Ocean, In: Mokuilevsky, A., Whatley, R. (eds.), Microfossils and oceanic environments, University of Wales, Aberystwyth Press, p. 355-381.
- Watkins, D.K. and Self-Trail, J.M., 2005. Calcareous nannofossil evidence for the existence of the Gulf Stream during the late Maastrichtian, Paleocyanography, v. 20, doi:10.1029/2004PA001121.
- Zahiri, A.H., 1982. Maastrichtian microplankton of well Abteymur-1 SW Iran, NIOC, Exploration and Production Division Technology Note, No. 226, Unpublished.
- Wise, S.W., 1988. Mesozoic-Cenozoic history of calcareous nannofossils in the

region of Southern Ocean:  
Palaeogeography, Palaeoclimatology,  
Palaeoecology, v. 67, p. 157-179.

-Young, J.R. and Bown, P.R., 1998.  
Cenozoic calcareous nannoplankton  
classification, Journal of nannoplankton  
Research, v. 19, p. 36-47.



**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. *Ceratolithoides verbeekii* Perch-Nielsen, 1979, sample. 9; 2. *Reinhardtites anthophorus* (Deflandre, 1959) Perch-Nielsen (1968), sample. 11; 3. *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968, sample. 19; 4. *Aspidolithus parvus constrictus* (Hattner et al., 1980) Perch-Nielsen (1984a), sample. 23; 5. *Tranolithus orionatus* (Reinhardt, 1966a) Reinhardt, 1966b, sample. 30; 6. *Calculites obscurus* (Deflandre, 1959) Prins and Sissingh in Sissingh (1977), sample. 35; 7. *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh in Sissingh (1977), sample. 47; 8. *Microrhabdulus decoratus* Deflandre (1959), sample. 44; 9. *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963, sample. 53; 10. *Micula decussata* Vekshina (1959), sample. 38; 11. *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud, 1935) Deflandre (1947), sample. 58; 12. *Broinsonia parca subsp. parca* (Stradner, 1963) Bukry,

1969, sample. 6; 13. *Uniplanarius gothicus* (Deflandre, 1959) Hattner & Wise, in Wind & Wise 1983, sample. 26; 14. *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt (1971), sample. 35; 15. *Uniplanarius sissinghii* (Perch-Nielsen, 1986) Farhan 1987, sample. 26; 16. *Uniplanarius trifidus* (Stradner in Stradner & Papp, 1961) Hattner & Wise, in Wind & Wise 1983, sample. 24; 17. *Ceratolithoides arcuatus* Prins & Sissingh in Sissingh (1977), sample. 9; 18. *Lithastrinus grillii* Stradner (1962), sample. 13; 19. *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini (1964), sample. 49; 20. *Micula cubiformis* Forchheimer, 1972, sample. 44; 21. *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre (1959), sample. 50; 22. *Biantholithus sparsus* Bramlette & Martini, 1964, sample. 56; 23. *Thoracosphaera operculata* Bramlette and Martini (1964), sample. 58; 24. *Micula prinsii* Perch-Nielsen, 1979, sample. 53; 25. *Micula murus* (Martini, 1961) Bukry(1973), sample. 49 .