



## Research Article

### Biostratigraphy of Paleocene- Eocene deposits based on foraminifera in south of Birjand, Iran

Maryam Motamedalshariati<sup>1\*</sup> , Seyed Naser Raisossadat<sup>1</sup>, Mohammad Vahidinia<sup>2</sup>, Masumeh Musakhani<sup>1</sup>

1-Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran

2-Department of Geology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received: 04 Jan 2022 Accepted: 23 May 2022

## Extended Abstract

### Introduction

The studied section is located in the eastern margin of Lut block, 38 kilometers south of Birjand (Iran) in the east of Ali Haji village. It is situated within the geological sheet map of Birjand (Ohanian & Tatevosian, 1978). The present study aimed to identify foraminifera assemblage in the measured section and present a biostratigraphic scheme. In addition, we evaluated the correlation of the studied section with other previously studied sections in the vicinity of Birjand.

### Materials and Methods

This study was conducted on ten rock samples and 29 soft shale and marl samples. The thin sections were photographed. After washing and separating the foraminifera from the sediments, imaging was performed using Scanning Electron Microscope (SEM).

### Results and Discussion

The section starts with a basal conglomerate, which is overly on the ophiolites (peridotite) unconformably. This conglomerate comprises peridotite fragments, gradually converted into sandstone and calcareous sandstone. The succession continues with thick, cream-colored foraminifera limestone. The upper portion of the lower sequence and the middle segment mostly contain light-to-dark gray marl with thin shale layers (colored gray-to-olive). The upper portion could be divided into two parts; the lower portion contains most of the gray shale and sandstone with some trace fossils, and the upper parts mostly contain a grayish-green shale, which is formed between the layers of marl and gradually disappears, causing a reddish-brown shale to appear on top of the sequence. In addition, the biostratigraphic studies in the Ali Haji section led to the identification of twenty genera and thirty species of benthic, as well as five genera and nine species of planktonic foraminifera. As a result, five biozones were introduced, including; 1- Alveolina assemblage zone, 2- Morozovella aragonensis interval zone, 3- Turborotalia cf. possagnoensis taxon range zone 4- Subbotina Bolivariana taxon range zone 5- Uvigerina jacksonensis assemblage zone. Based on the introduced zones, the age of the studied section is suggested as a late Paleocene to late Eocene.

**Citation:** Motamedalshariati, M. et al, 2022. Biostratigraphy of Paleocene- Eocene deposits based on foraminifera in south of Birjand, Iran, *Res. Earth. Sci.* 13(2), (89-107) DOI: 10.48308/esrj.2022.100773

\* Corresponding author E-mail address: [mmotamed@birjand.ac.ir](mailto:mmotamed@birjand.ac.ir)





## Researches in Earth Sciences

Journal homepage: <https://esrj.sbu.ac.ir>



Furthermore, the comparison of the Ali Haji section in the south of Birjand showed correlations with the Ching Dar and Grong sections, the Dahan Rud section, and the Friznook section in the north of Birjand. The thickness of the detrital units at the base of the section during the Paleocene was observed to be more significant in the north of Birjand compared to the south, which could be attributed to the further subsidence of the basin due to the activity of synsedimentary faults, earlier transgression in the north, or higher altitudes in the south (paleo-high) in Paleocene. The limestone units in the southern part will be transformed into marl and marl limestone units. In the northern part, the thickness of limestone was considered significant in Ching Dar and Dahan Rud sections. In the Dahan Rud section, sandstone and conglomerate intercalations were thicker than in the other sections. Although limestone and marl units were identified in the Friznook section, the detrital facies was thoroughly spread, possibly due to flysch deposits with fossil trace diversity.

### Conclusion

According to the results, the Ali Haji section in the south of Birjand, with a thickness of 560 meters, had conglomerates, limestone, nummulitic limestone, marly limestone, marl, shale, and sandy limestone. Due to the distribution and identification of foraminifera in the Ali Haji section, a late Paleocene to the late Eocene age is speculated. Given the disconformity boundary of ophiolites and Paleocene deposits, it could be concluded that the ophiolite placement occurred before the Late Paleocene.

**Keywords:** Biostratigraphy, Birjand, Foraminifera, Paleocene-Eocene.



## زیست چینه‌نگاری نهشته‌های پالئوسن - ائوسن بر مبنای روزن داران در جنوب بیرجند

مریم معمدالشریعتی<sup>\*</sup>، سید ناصر رئیس‌السادات<sup>۱</sup>، محمد وحیدی نیا<sup>۲</sup>، معصومه موسی‌خانی<sup>۱</sup>

۱- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

۲- گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

(پژوهشی)

پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۰/۱۴ تأیید نهایی مقاله: ۱۴۰۱/۳/۲

### چکیده

برش علی حاجی واقع در جنوب بیرجند با یک توالی کنگلومرای که به صورت ناپیوستگی آذرین پی بر روی پریدوتیت‌های کرتاسه قرار گرفته آغاز می‌شود. سپس سنگ آهک‌های فسیل‌دار با توالی از لایه‌های مارنی و شیلی قرار می‌گیرد. مطالعه و بررسی نمونه‌های سخت و نرم، منجر به شناسایی ۲۵ جنس و ۳۹ گونه از مجموع روزن‌داران کفزی و پلانکتون گردید که ۲۰ جنس و ۳۰ گونه کفزی و ۵ جنس و ۹ گونه روزن‌داران پلانکتونیک می‌باشد. با توجه به روزن‌داران شناسایی شده ۵ بایوزون معرفی و سن پالئوسن پسین - ائوسن پسین برای این توالی پیشنهاد شد. این برش قابل مقایسه با سایر برش‌های اندازه‌گیری شده در شمال بیرجند می‌باشد. از سوی دیگر نهشته‌ها با سن پالئوسن پسین بر روی مجموعه افیولیتی به فرم ناپیوسته قرار گرفته به نظر می‌رسد بالا آمدن و جایگیری آنها در جنوب بیرجند قبل از پالئوسن پسین بوده است.

**واژه‌های کلیدی:** بیرجند، پالئوسن - ائوسن، روزن‌داران، زیست چینه‌نگاری.

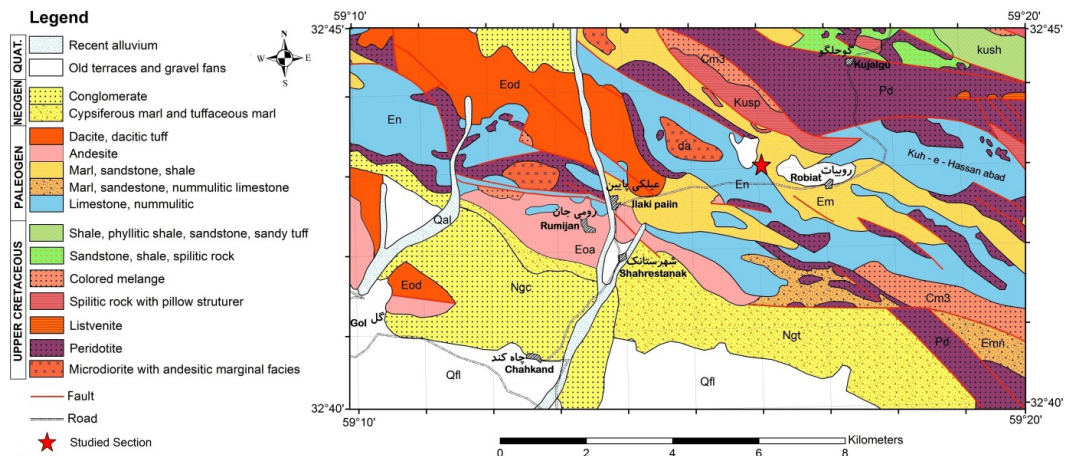
## مقدمه

برش پیشنهاد شده است. شاعری خیبری و همکاران، ۱۳۹۱ بایوزوناسیون واحدهای کریناته پالئوژن ناودیس چینگ در (غرب بیرجند) بر مبنای روزن‌داران کفزی را انجام دادند. آنها با شناسایی ۲۰ جنس و ۲۷ گونه سن اواخر پالئوسن تا ائوسن میانی را پیشنهاد نمودند، (عرب و وحیدی نیا، ۱۳۹۲) دیرینه بوم‌شناسی روزن‌داران کفزی بزرگ پالئوسن-ائوسن میانی در برش زرگر(جنوب بیرجند) مطالعه نموده و با توجه به غلبه حضور فرامینیفرهای با پوسته پورسلانوز در بخش زیرین و پوسته هیالین در بخش بالایی اظهار داشتند ته نشین شدن این توالی در محیط لاگون تا دریای باز با آب و هوای نسبتاً گرم است که از قاعده به سمت بالا عمق حوضه افزایش و شدت نور و درجه شوری کاهش یافته است. زلقی زاده و همکاران، ۱۳۹۲ بررسی دیرینه بوم‌شناسی روزن‌داران پالئوسن-ائوسن در منطقه فریزنوک (شمال بیرجند) را انجام داده‌اند. در منطقه فریزنوک فسیل‌های *Alveolina*، *Nummulites*، *Discocyclina*، *Miliolids* از تنوع و فراوانی خوبی برخوردارند. که نشانه کم عمق بودن حوضه می‌باشد. به عنوان مثال *Nummulites* های کوچک با *Miliolids* و *Alveolina* دیده شده است. *Nummulites* با اندازه کوچک و دیواره ضخیم به زندگی در اعماق کم عادت کرده‌اند. فسیل‌های جلبک قرمز *Corallinaceae* وجود دارد، که می‌تواند نشانه‌ای از گرم شدن جهانی پالئوسن-ائوسن در منطقه فریزنوک باشد. بابازاده و سلطانی نجف آبادی، ۱۳۹۴ زیست‌چینه‌نگاری سنگ‌های رسوبی ائوسن بر مبنای آلوتولین‌ها در شرق بلوک لوت، ایران را بررسی نمودند. بررسی‌های دقیق فسیل‌شناسی منجر به شناسایی ۴ جنس و ۲۱ گونه از فرامینیفرها در برش‌های مورد مطالعه شده است. بر مبنای زون‌های زیستی پیشنهاد شده سن ائوسن

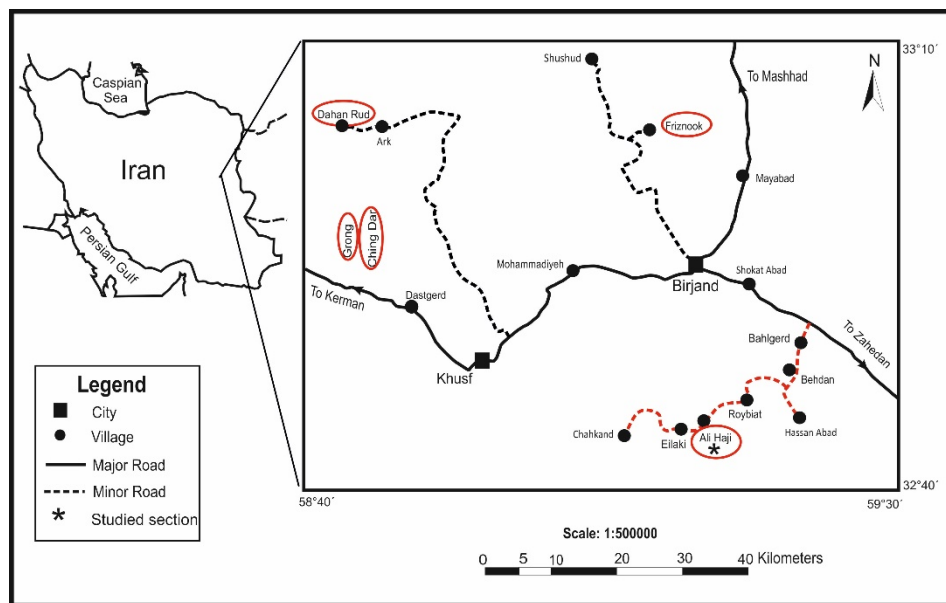
منطقه جنوب بیرجند به عنوان بخشی از زون ساختاری سیستان (Tirrul et al, 1983) و جزیی از ایالت ساختاری لوت-سیستان (Nogole-Sadat, 1989) یا پهنه زابل-بلوچ (Berberian and King, 1981) در نظر گرفته می‌شود. توالی مورد مطالعه در جنوب بیرجند و در محدوده نقشه زمین‌شناسی بیرجند با مقیاس ۱/۱۰۰۰۰۰ (Ohanian and Tatevosian, 1978) واقع شده است. در ارتباط با جایگاه زمین ساختی افیولیت‌های جنوب بیرجند (Ohanian, 1983) مطالبی ارائه نموده است. (Babazadeh and De Wever, 2004) و (Babazadeh, 2006) به بررسی موقعیت چینه-شناسی افیولیت ملانژها و توالی رسوبی پالئوژن در ایالت سهل آباد (۱۲۰ کیلومتری جنوب منطقه مورد مطالعه) پرداخته است. با توجه به این که رسوبات پالئوسن-ائوسن جنوب بیرجند، از نظر سنگ‌شناختی دارای ضخامت قابل توجه و متنوع بوده است، لذا برای مطالعه چینه‌شناسی و دیرینه-شناسی مناسب می‌باشد. مطالعاتی در این خصوص در نهشته‌های پالئوسن-ائوسن اطراف بیرجند انجام شده است که به برخی از آنها می‌توان اشاره نمود: (رئیس السادات و شکری، ۱۳۸۹) چینه-شناسی نهشته‌های پالئوسن-ائوسن در منطقه بیرجند و (صمدی افخم و همکاران، ۱۳۹۱) مطالعه سنگ‌چینه‌نگاری و زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های پالئوسن-ائوسن در برش دهن رود شمال غرب بیرجند بررسی نمودند. این توالی در بخش زیرین شامل کنگلومرا در قاعده، سنگ آهک و شیل، در قسمت میانی از کنگلومرا و ماسه سنگ و در قسمت بالایی شیل و ماسه سنگ آهکی می‌باشد. براساس این فرامینیفرها بیوزون‌های *Glomalveolina primaeva*، *Alveolina muneri*، *Alveolina solida* معرفی شدند. براساس بایوزون‌های ارائه شده سن پالئوسن بالایی تا ائوسن میانی برای این

کیلومتری جنوب بیرجند، شرق روستای علی حاجی در محدوده نقشه زمین‌شناسی بیرجند (Ohanian and Tatevosian, 1978) ۱:۱۰۰۰۰۰ (شکل ۱) و مختصات جغرافیایی قاعده توالی مورد مطالعه در ۳۲° ۳۴' عرض شمالی و ۵۹° ۱۶' طول شرقی قرار گرفته است. نقشه راه‌های دسترسی به منطقه مورد نظر در (شکل ۲) نشان داده شده است.

پیشین تا میانی پیشنهاد شده است. اسچالگینت و هادی (Schlagintweit and Hadi, 2018) گونه جدید *Coskinlina sistansensis* را معرفی کردند. هدف از این تحقیق مطالعه و شناسایی روزن‌داران موجود در منطقه، زیست‌چینه‌نگاری در برش مذکور می‌باشد. برش چینه‌شناسی منطقه مورد مطالعه در حاشیه شرقی بلوک لوت، در ۳۸



شکل ۱: نقشه زمین‌شناسی ناحیه مورد مطالعه (دوباره رسم شده)، اخذ شده از (Ohanian and Tatevosian, 1978)



شکل ۲: موقعیت جغرافیایی برش مورد مطالعه و نام‌های جغرافیایی به کار رفته در متن (رسم مجدد با تغییرات از نقشه ۱/۲۵۰۰۰۰ توپوگرافی، سازمان جغرافیایی ارتش)

## منطقه مورد مطالعه

### چینه‌شناسی منطقه مورد مطالعه

شکل‌گیری سنگ‌های رسوبی پالئوژن ناحیه بیرجند، از زمان پالئوسن به دنبال فاز کوهزایی لارامید آغاز و سرانجام در اواخر ائوسن میانی پایان یافته است. در منطقه بیرجند پیوستگی رسوبگذاری پالئوسن- ائوسن مشخص گردیده و مجموعه سنگ‌های منتسب به ائوسن و الیگوسن به وسیله سنگ‌های آتشفشانی در پیوند چینه‌ای است (حاجیان، ۱۳۷۵) (Ohanian and Tatevosian, 1978). مجموعه سنگی افیولیتی و مخلوط درهم رنگین، که سن آن به کرتاسه نسبت داده می‌شود به صورت ناپیوستگی آذرین پی یا ناپیوستگی زاویه-دار توسط ولکانیک‌های اواخر پالئوژن-نئوژن و سنگ‌های رسوبی پوشیده می‌شود. در محدوده بیرجند دو نوع فلیش به سن کرتاسه بالایی و پالئوژن وجود دارد که فلیش‌های کرتاسه بالایی را از اجزاء تشکیل دهنده آمیزه رنگین می‌دانند. (Ohanian and Tatevosian, 1978).

### مواد و روش‌ها

در این تحقیق تعداد ۱۰ نمونه سنگی و ۲۹ نمونه نرم شیل و مارن برداشت شد. از نمونه‌های سخت مقاطع نازک میکروسکوپی تهیه شد و برای نمونه‌های نرم عمل شستشو انجام شد به این ترتیب که شیل‌ها و مارن‌ها پس از خرد شدن به مدت ۴۸ ساعت در محلول آب و آب اکسیژنه ده درصد قرار داده شدند و سپس از الک‌های ۱۲۵ و ۸۰ و ۶۰ مش عبور داده پس از شستشو با آب و خشک شدن رسوب توسط میکروسکوپ دوچشمی جداسازی روزن‌داران از رسوب انجام شد. تصویر برداری با میکروسکوپ الکترونی (SEM) در دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. برای شناسایی روزن‌داران و مباحث زیست چینه‌نگاری از منابع مختلف و

متعددی استفاده شده است (Drobne, 1977); (Rahaghi, 1978, 1980); (Schaub, 1981); (Lamb and Miller 1984); (Loeblich); (and Tappan, 1988 Berggren and Miller); (Serra-Kiel et al, 1998); (Hottinger, 1998); (Pearson et al, 2006 a, b); (Özgen-); (Less et al, 2008); (Erdem et al, 2005, 2007); (Inan and Inan, 2008); (Ghafor and Qadir, 2009); (Boudagher-Fadel, 2015).

### بحث و نتایج

#### سنگ چینه‌نگاری برش علی حاجی

قاعده برش مورد مطالعه از افیولیت‌ها (پریدوتیت) تشکیل شده است. بر روی آن کنگلومرای متشکل از خرده‌های پریدوتیت‌های سرپانتینی شده به صورت ناپیوسته با جورشدگی و گردشگی متوسط تا خوب قرار گرفته که تدریجا به ماسه و سپس ماسه آهکی تبدیل شده است. ضخامت این مجموعه سنگی ۱۰ متر اندازه‌گیری شده است. بر روی این مجموعه سنگی ۲۰ متر سنگ آهک‌های ضخیم لایه کرم رنگ تا قهوه‌ای روشن که حاوی فسیل‌هایی از روزنبران بزرگ می‌باشد. قسمت بالایی بخش پایینی و بخش میانی بیشتر از مارن به رنگ‌های خاکستری روشن تا تیره با بین لایه‌های شیل-های لایه نازک به رنگ‌های خاکستری تا سبز زیتونی تشکیل شده است (شکل ۳). مارن‌ها در بعضی قسمت‌ها ساخت قلوهای نشان می‌دهند. به دلیل هوازگی بعضی قسمت‌ها پوشیده بوده و امکان نمونه‌برداری نبود. ضخامت این مجموعه سنگی ۳۱۰ متر می‌باشد (شکل ۴). بخش بالایی را می‌توان به دو قسمت تفکیک کرد. در پایین بیشتر از تناوب شیل خاکستری و ماسه سنگ دارای اثر فسیل، ماسه سنگ آهکی لایه نازک تا متوسط لایه کرم قهوه‌ای با میان لایه‌های مارن تشکیل شده

است. در قسمت بالا بیشتر از شیل‌های خاکستری تا خاکستری مایل به سبز با میان لایه‌های مارن تشکیل شده که به تدریج مارن‌ها ناپدید شده و شیل‌های قرمز قهوه‌ای در راس توالی ظاهر می‌شوند. ضخامت این بخش حدود ۲۲۰ متر می‌باشد

(شکل ۴). توالی مورد مطالعه به صورت گسله توسط مجموعه سنگی که آمیزه رنگین نامیده می‌شود، پوشیده می‌شود.



شکل ۳: نمای کلی از برش مورد مطالعه (دید به سمت شمال)

*cleticii*, *Lenticulina* cf. *turbinata*, *Lockhartia conditi*, *Miscellanea miscella*, *Miscellanea* sp., *Nummulites globulus*, *Opertorbitolites douvillei*, *Opertorbitolites gracilis*, *Orbitolites* sp., *Quinqueloculina* sp., *Rotalia* sp., *Siphonodosaria nuttalli*, *Siphonodosaria* sp., *Textularia* sp., *Uvigerina Jacksonensis*.  
Planktonic foraminifera: *Acarinina punctocarinata*, *Acarinina* sp., *Acarinina* cf. *bullbrooki*, *Morozovella aragonensis*, *Streptochilus martini*, *Subbotina* cf. *yeguansis*, *Subbotina bolivariana*, *Subbotina* cf. *linaperta*, *Turborotalia* cf. *possagnoensis*.

تعدادی از روزن‌داران شناسایی شده در پلیت‌های ۱ تا ۴ نمایش داده شده است. براساس مجموعه روزن‌داران شناسایی شده و همچنین مراجعه به بایوزون‌های ارائه شده جهانی همچون (Serra Kiel et al, 1998) و (Berggren and Pearson, 2005) ۵ بایوزون معرفی شدند (شکل ۵). لازم به ذکر است

#### زیست چینه‌نگاری

مطالعات زیست چینه‌نگاری بر روی مقاطع نازک تهیه شده از نمونه‌های سخت و نمونه‌های نرم شیلی و مارنی شسته شده در برش علی حاجی منجر به شناسایی ۲۵ جنس و ۳۹ گونه از مجموع روزن‌داران کفزی و پلانکتون گردید که ۲۰ جنس و ۳۰ گونه کفزی و ۵ جنس و ۹ گونه روزن‌داران پلانکتونیک می‌باشد (شکل ۴). روزن‌داران شناسایی شده عبارتند از:

Benthic foraminifera: *Assilina laminosa*, *Assilina* sp., *Alveolina aragonensis*, *Alveolina* cf. *ellipsoidalis*, *Alveolina* cf. *pasticillata*, *Alveolina vredenburgi*, *Anomalinoidea bilateralis*, *Anomalinoidea* sp., *Asterigerina* sp., *Bolivina proluxa*, *Coskinolina* sp., *Daviesina danieli*, *Discocyclina dispinsa*, *Discocyclina ranikotensis*, *Idalina sinjarica*, *Lenticulina*



بالایی پیشنهاد شده است و همچنین معادل قسمتی از زون ۴۴ (Wynd, 1965) *Opertorbitolites subzone* می‌باشد. این زیر زون برای قسمت‌های پایینی سازند جهرم پیشنهاد شده و سن آن معادل ائوسن پایینی در نظر گرفته شده است. این بایوزون همچنین معادل بایوزون *Morozovella velascoensis* Interval Zone با سن انتهای پالئوسن پسین-ابتدای ائوسن پیشین که توسط بابازاده و همکاران (۱۳۸۹) در برش تنگ زنجیران جنوب شرق شیراز معرفی شده است، می‌باشد. همچنین بایوزون *Morozovella velascoensis* Interval zone توسط (صادقی و هداوندخانی، ۱۳۸۹) نیز برای سازند پابده واقع در شمال غرب ایزه در استان خوزستان با سن انتهای پالئوسن - ابتدای ائوسن (تانتین - ایپرزین) معرفی شده است.

2- *Morozovella aragonensis* Interval Zone  
محدوده این بایوزون براساس نخستین حضور *Morozovella aragonensis* نمونه A5 و با نخستین حضور *Streptochilus martini* A13 پایان گرفته، ۱۲۲ متر از ضخامت توالی مورد مطالعه را شامل می‌شود. فسیل‌های همراه این بایوزون عبارتند از *Acarinina cf. bullbrookii*, *Acarinina punctocarina*, *Acarinina sp.*, *Anomalinoidea bilateralis*, *Bolivina prolixa*, *Lenticulina clericii*, *Lenticulina cf. turbinata*, *Siphonodosaria sp.*, *Subbotina cf. linaperta*, *Streptochilus martini*, (شکل‌های ۴ و ۵). این تجمع فسیلی بیانگر سن ایپریزین پسین - لوتسین می‌باشد. زون معرفی شده مطابق با زون جهانی ارائه شده توسط (Berggren and Pearson, 2005) است. همچنین این بایوزون می‌تواند معادل زون E5-E9 (Berggren and Pearson, 2005) و معادل زون P7-P11 (Pearson, 2005) باشد. علاوه بر این (Berggren et al, 1995) و (Boudagher-Fadel, 2015) *Streptochilus*

که گونه‌های شاخص بعضی بایوزون‌های استاندارد و جهانی در برش مورد مطالعه یافت نشده است. اما با عنایت به مجموعه‌های فسیلی که برای هر بایوزون معرفی شده و جنس‌های شاخص در بایوزون‌های استاندارد جهانی که در برش مورد مطالعه نیز وجود داشته‌اند ارائه بایوزون‌ها صورت گرفته است.

#### 1- *Alveolina* assemblage zone

این بایوزون نشانگر تجمعی از روزن‌داران کفزی بزرگ است که به سن پالئوسن پسین تا ائوسن پیشین هستند. فسیل‌های این بایوزون شامل *Alveolina cf. ellipsoidalis*, *Alveolina cf. pasticillata*, *Alveolina aragonensis*, *Alveolina vredenburghi*, *Assilina laminosa*, *Assilina sp.*, *Coskinolina sp.*, *Daviesina danieli*, *Discocyclina cf. ranikotensis*, *Discocyclina dispinsa*, *Idalina sinjarica*, *Lockhartia conditi*, *Miscellanea miscella*, *Miscellanea sp.*, *Nummulites globulus*, *Opertorbitolites douvillei*, *Opertorbitolites gracilis.*, *Orbitolites sp.*, *Quinqueloculina sp.*, *Rotalia sp.*, *Textularia sp.* (plates 1, 2, 3) می‌باشند. این بایوزون ۲۵ متر از ستون چینه-شناسی، از نمونه A-1 تا A-5 را در بر گرفته است. با توجه به حضور روزن‌داران شاخص پالئوسن پسین از جمله در لایه A2 *Miscellanea miscella*, *Lockhartia conditi*, و روزن‌داران شاخص پایین‌ترین قسمت ائوسن *Alveolina aragonensis*, *Alveolina cf. ellipsoidalis*, *Alveolina cf. pasticillata* می‌توان مرز پالئوسن - ائوسن را با قید احتمال در در لایه‌های شماره A-2 و A-3 مشخص نمود نکته قابل توجه این است که در مقالات قبلی منتشر شده پایین‌ترین قسمت توالی آهک‌های پالئوژن در منطقه جنوب بیرجند را ائوسن در نظر گرفته‌اند. این بایوزون معادل بایوزون‌های تجمعی ارائه شده برای حوضه زاگرس توسط وایند به شماره ۴۳ (Wynd, 1965) که *Miscellanea-Kathina* assemblage zone برای سازند جهرم در کوه گاو بست با سن پالئوسن



اتمام می‌یابد از نمونه (A13 تا A24) این بایوزون ۲۰۲ متر از توالی را در بر گرفته است (شکل ۴).

فسیل‌های همراه شامل: *Acarinina cf. bullbrooki*, *Anomalinoidea bilateralis*, *Anomalinoidea sp.*, *Bolivina proluxa*, *Lenticulina cf. Lenticulina clericii*, *turbinate*, *Morozovella aragonensis*, *Siphonodosaria nuttalli*, *Siphonodosaria sp.*, *Streptochilus martini*, *Subbotina cf. Beniamovski et al.* (yeguansis) می‌باشند.

(2003) این گونه را به عنوان یکی از گونه‌های شاخص ائوسن میانی از نهشته‌های ائوسن شمال دریای خزر گزارش نموده است. (Nazik et al., 2006)

گونه *Acarinina bullbrooki* از ائوسن میانی ترکیه گزارش کرده‌اند. این بایوزون با توجه به سن *Turborotalia cf. possagnoensis* و

فسیل‌های همراه زون پیشنهادی می‌تواند معادل E10-E12 (Berggren and Pearson, 2005) باشد که سن ائوسن میانی را پیشنهاد می‌نماید. همچنین

این بایوزون می‌تواند معادل راس زون تجمعی ۴۷ *Truncorotaloides-Porticulaphaera-Globorotalia spinulosa* assemblage zone (Wynd, 1965) با سن ائوسن میانی که برای سازند

پابده معرفی شده در نظر گرفته شود. بایوزون‌هایی نیز با سن ائوسن میانی (لوتسین) توسط (بابازاده و همکاران، ۱۳۸۹) در برش تنگ زنجیران جنوب

شرق شیراز معرفی شده است که عبارتند از *Hantkenina nuttalli* Interval Zone, *Globigerinatheka kugleri* Zone, *Morozovella aragonensis* Interval Zone, *Morozovella lehneri* Partial- Range Zone, *Orbulinoides beckmanni* Taxon- Range Zone را

می‌توان معادل بایوزون پیشنهادی در این تحقیق در نظر گرفت. همچنین بایوزون پیشنهادی این تحقیق معادل بایوزون معرفی شده توسط

(هداوندخانی و دیگران، ۱۳۹۷) تحت عنوان - *Guembelitrioides nuttalli* Lowest-occurrence Zone: با سن نسبی ائوسن میانی که

*martini* را از ائوسن میانی تا الیگوسن معرفی کرده است. بایوزون معرفی شده معادل بایوزون‌های

تجمعی ارائه شده برای حوضه زاگرس توسط وایند به شماره ۴۵ به نام *Globorotalia rex-Globorotalia formosa-Globorotalia aragonensis* assemblage zone (Wynd, 1965) و قسمتی از زون ۴۷ و به نام *Truncorotaloides-Porticulaphaera-Globorotalia spinulosa* assemblage zone (Wynd, 1965) این

زون‌های تجمعی برای سازند پابده در فرو افتادگی دزفول پیشنهاد شده و سن آن معادل مرز ائوسن پایینی و ائوسن میانی در نظر گرفته شده است.

همچنین این بایوزون می‌تواند معادل بایوزون‌های معرفی شده توسط (هداوندخانی و دیگران، ۱۳۹۷)

و تحت عناوین *Morozovella aragonensis/Morozovella subbotinae* و *Acarinina* Concurrent range Zone:

*cuneicamerata* Lowest occurrence Zone که برای سازند پابده در برش چهارده در استان خوزستان به ترتیب با سن های ائوسن پیشین

(ایپرزین) و ائوسن پیشین-میانی (ایپرزین-لوتسین) باشد. زون‌های فوق الذکر که توسط (Moradian and Baghbani, 2016) در ناحیه فرو

افتادگی دزفول به ترتیب با سن‌های ائوسن پیشین (ایپرزین) و ائوسن پیشین-میانی Early Eocene and (Middle Eocene) پیشنهاد شده است.

بایوزون *Acarinina pentacamerata* interval Zone برای سازند خانگیران در برش ناودیس چهل کمان خاور حوضه رسوبی کپه داغ با سن انتهایی

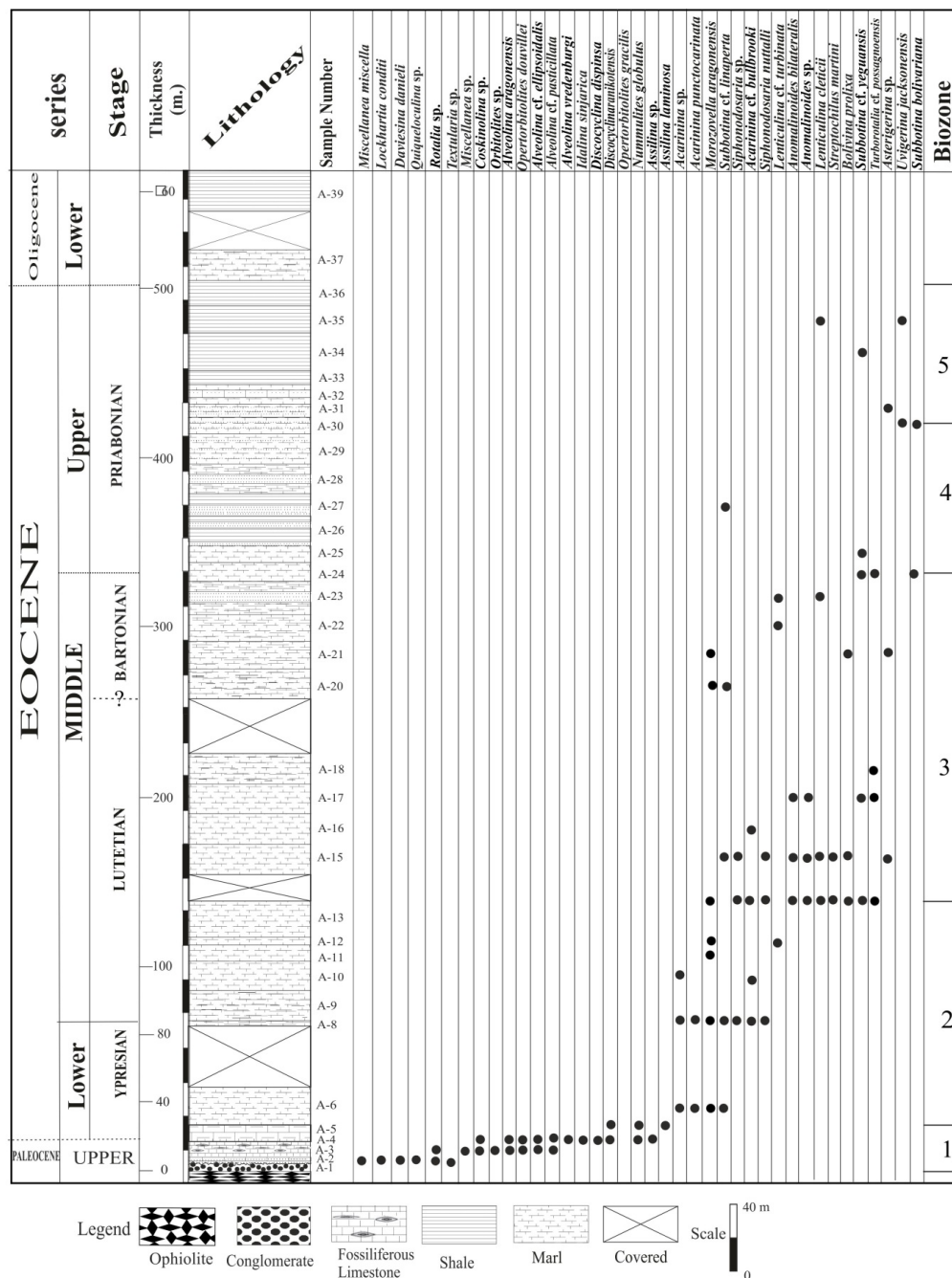
ترین بخش ایپرزین پسین به وسیله (صلاحی و وحیدی نیا، ۱۳۹۲) معرفی شده است که می‌تواند معادل بایوزون ارائه شده باشد.

3- *Turborotalia cf. possagnoensis* taxon range zone

این بایوزون با شروع گونه *Turborotalia cf. possagnoensis* آغاز شده و با انقراض همین گونه

به نام‌های *Globoturborotalita martini*- *Subbotina hagni* Assemblage Zone و *Hantkenina nuttalli* interval Zone برای سازند خانگیران در برش ناودیس چهل کمان خاور حوضه رسوبی کپه داغ با سن ائوسن میانی (لوتسین) به وسیله (صلاحی و وحیدی نیا، ۱۳۹۲) معرفی شده است که می‌توان معادل با یوزون ارائه شده باشد.

برای سازند پابده می‌باشد. همچنین ۳ زون زیستی *Morozovelloides lehneri* - *Morozovella aragonensis* Interval Zone, *Morozovella lehneri* Interval Zone, *Orbulinoides beckmanni* Total Range Zone برای سازند پابده واقع در شمال غرب ایذه در استان خوزستان معرفی شد سن آنها ائوسن میانی بوده و معادل با یوزون پیشنهادی می‌باشند (صادقی و هداوندخانی، ۱۳۸۹). دو با یوزون



شکل ۴: توزیع روزن‌داران شناسایی شده در برش مورد مطالعه

Epoch	Age	Planktonic foraminifera		Larger benthic foraminifera	Proposed biozones
		Berggren et al. (1995)	Berggren and Pearson (2005)	Serra Kiel et al. (1998)	
Eocene	Early Rupelian	P18	O1	SBZ21	<i>Uvigerina jacksonensis</i> assemblage zone
		P16	E1s E15	SBZ20	
	Late Priabonian	P15	E14	SBZ19 SBZ18	<i>Subbotina bolivariana</i> taxon range zone
		P14	E13	SBZ17	
		P12	E11 E10	SBZ15	
	Middle Bartonian	P11	E9	SBZ14	<i>Turborotalia cf. possagnoensis</i> taxon range zone
		P10	E8	SBZ13	
	Early Ypresian	P9	E7	SBZ11	<i>Morozovellaaragonensis</i> intereval zone
		P7	E5	SBZ10	
		P6b	E4	SBZ8	
		P6a	E3	SBZ7	
		P5	E2	SBZ6	
			P5	SBZ5	
	Late Thanetian	P4c	P4c	SBZ4	<i>Alveolina</i> assemblage zone
		P4b	P4b		
P4a		P4a	SBZ3		
P3b		P3b			
P3a		P3a	SBZ2		

شکل ۵: تطابق بایوزون‌های روزن‌داران پلانکتون و کفزی پالتوسن- ائوسن (برگرفته از- Berggren et al, 1995; Serra, 2005; Berggren and Pearson, 2005; Kiel et al, 1998) با تغییرات.

اختصاص داده است. فسیل‌های همراه این بایوزون شامل: *Lenticulina cf. turbinata*, *Subbotina cf. yeguansis*, *Turborotalia cf. possagnoensis*, *Subbotina cf. linaperta*, - باشند. این بایوزون می‌تواند معادل (Berggren and Pearson, 2005) E13-E14 قرار گیرد که نشانگر ائوسن میانی تا اوایل ائوسن پسین است. همچنین این بایوزون می‌تواند معادل راس زون تجمعی ۵۲ *Globorotalia* (Wynd, 1965) *cerroazulensis-Hankkenina* assemblage zone با سن ائوسن پسین که برای سازند پابده معرفی شده در نظر گرفته شود. همچنین معادل بایوزون *Morozovelloides lehneri* Partial range Zone برای سازند پابده در خوزستان با سن

4- *Subbotina bolivariana* taxon range zone گونه فوق به عنوان هم معنای گونه‌های *Globorotalia bolivariana* Petters & Bolli و *Hastigerina bolivariana* (Petters) *Paragloborotalia griffinoidea* Olsson & Pearson, در پایگاه اطلاع رسانی میکروتاکس معرفی شده است. بر مبنای مطالعات انجام شده توسط لیکی و همکاران (Leckie et al, 2018)، نز و همکاران (Naz et al, 2011) و فاروک و فاریس (Farouk and Faris, 2008) این گونه را با سن ائوسن میانی گزارش نموده‌اند. محدوده این بایوزون از نخستین تا آخرین حضور گونه *Subbotina bolivariana* بوده، شامل نمونه‌های A24 تا A30 می‌باشد و ۸۵ متر از ضخامت توالی را به خود

مقایسه و تطابق برش‌های مورد مطالعه با سایر برش‌های مطالعه شده در اطراف بیرجند در دوره‌های پالئوسن-ائوسن تغییرات رخساره‌ای و سنگ‌شناسی در شرق ایران مشاهده می‌شود. بررسی برش‌های مختلف اندازه‌گیری شده و مطالعات قبلی می‌تواند راهگشای تفسیر بهتری برای وضعیت حوضه حاکم رسوبی بر شرق ایران باشد. در اینجا ۳ برش مطالعه شده قبلی با برش علی حاجی مقایسه و تطبیق داده شده است (شکل‌های ۲ و ۶). برش علی حاجی در جنوب بیرجند و برش‌های چینگ در و گرونک، برش دهن رود و برش فریزنوک در شمال می‌باشد. در برش مورد مطالعه کنگلومرا و سنگ آهک‌های پالئوسن پسین به صورت ناپیوسته بر روی پریدوتیت‌های مجموعه افیولیتی قرار گرفته است. در این برش در مقایسه با سایر برش‌های مقایسه شده واحدهای آهکی گسترش کمی دارند و بیشتر برش در طی ائوسن از واحدهای مارنی و شیلی تشکیل شده است. به همین دلیل فرامینیفراهای کوچک (small foraminifera) بنتیک و پلانکتون در این توالی حضور دارند که می‌تواند نشان دهنده افزایش عمق در ائوسن پیشین و میانی و عدم ورود موارد آواری دانه درشت به این قسمت از حوضه باشد. در قسمت بالای توالی شیل و ماسه سنگ‌هایی مشابه برش فریزنوک حاوی اثر فسیل دیده می‌شود. در برش چینگ در و گرونک قاعده واحد بر روی واحدهای کرتاسه بالایی قرار گرفته است. در این برش مجموعه‌های سنگی متعلق به پالئوسن ضخامت بیشتری دارند و بیشتر از سن آهک‌های کالک آرنیتی و سنگ آهک‌های حاوی جلبک تشکیل شده‌اند که نشان دهند عمق کم است. مجموعه سنگی ائوسن بیشتر از سنگ آهک‌های نومولیت‌دار و آلئولین‌دار با بین لایه‌های کنگلومرا و ماسه سنگ تشکیل شده‌اند. در برش دهن رود قاعده برش از

(لوتسین - بارتونین) می‌باشد (هداوندخانی و دیگران، ۱۳۹۷).  
 5- *Uvigerina jacksonensis* assemblage zone  
 این بایوزون یک زون تجمعی است که ۷۵ متر ضخامت دارد و از نمونه A-30 تا A-36 ستون چینه‌شناسی را در بر گرفته است. سایر فسیل‌های همراه این بایوزون شامل: *Lenticulina clericii*, *Asteritgerina* sp., *Subbotina* cf. *yeguansis*, *Subbotina bolivariana* می‌باشند. کوشمن و پارکر (۱۹۳۶) گونه *Uvigerina Jacksonensis* از سازند Jackson در نواحی آلاباما، کارولینا، لوئیزیانا و می‌سی‌سی‌پی را با سن ائوسن پسین گزارش کرده‌اند. با توجه به مجموعه روزن‌داران موجود در این بایوزون و موقعیت چینه‌شناسی سن این بایوزون ائوسن پسین پیشنهاد می‌گردد البته با قید احتمال می‌توان تا سن الیگوسن پیشین را نیز در نظر گرفت. این بایوزون می‌تواند معادل راس زون تجمعی ۵۳ *Champanina-Pellatispira baculgypsinodes* assemblage zone (Wynd, 1965) با سن ائوسن پسین که برای سازند جهرم معرفی شده در نظر گرفته شود. همچنین این بایوزون معادل بایوزون معرفی شده توسط (هداوندخانی و همکاران، ۱۳۹۷) تحت عنوان *Orbulinoides beckmanni* Taxon range Zone: می‌باشد که برای سازند پابده با سن ائوسن پسین پیشنهاد گردیده است. علاوه بر این دو بایوزون دیگر که توسط (بابازاده و همکاران، ۱۳۸۹) در برش تنگ زنجیران جنوب شرق شیراز معرفی شده است که عبارتند از *Turborotalia cerroazulensis* Interval Zone, *Hantkenina alabamensis* Interval Zone که با سن ائوسن پسین (بری ابونین) مشخص شده‌اند. با توجه به گسترش روزن-داران موجود در برش علی حاجی و طبق زون‌های معرفی شده سن برش مورد مطالعه پالئوسن پسین تا ائوسن پسین تعیین گردیده است.

ضخامت زیاد همه توالی مورد بررسی سنگ شناسی قرار نگرفته است. در برش مورد مطالعه واحدهای مارنی و شیلی گسترش بیشتری دارند که با توجه به مجموعه فسیلی در ائوسن عمق بیشتری را پیشنهاد می‌کنند. در هر حال تطابق بهتر و صحیح تر نیازمند تعیین سن دقیق تر برش‌ها، اندازه‌گیری برش‌های بیشتر و مقایسه دیگر برش‌های اندازه‌گیری شده در دیگر نقاط شرق ایران است.

### نتیجه‌گیری

برش علی حاجی در جنوب بیرجند با ۵۶۰ متر ضخامت شامل کنگلومرا، سنگ آهک، سنگ آهک-های نومولیت‌دار، سنگ آهک‌های مارنی، شیل و سنگ آهک ماسه‌ای می‌باشد. تعداد ۲۵ جنس و ۳۹ گونه از مجموع روزن‌داران کفزی و پلانکتون شناسایی گردید که ۲۰ جنس و ۳۰ گونه کفزی و ۵ جنس و ۹ گونه روزن‌داران پلانکتونیک به ترتیب تشخیص داده شد. براساس مجموعه روزن‌دارانی شناسایی شده ۵ بایوزون ارائه شده که عبارتند از:

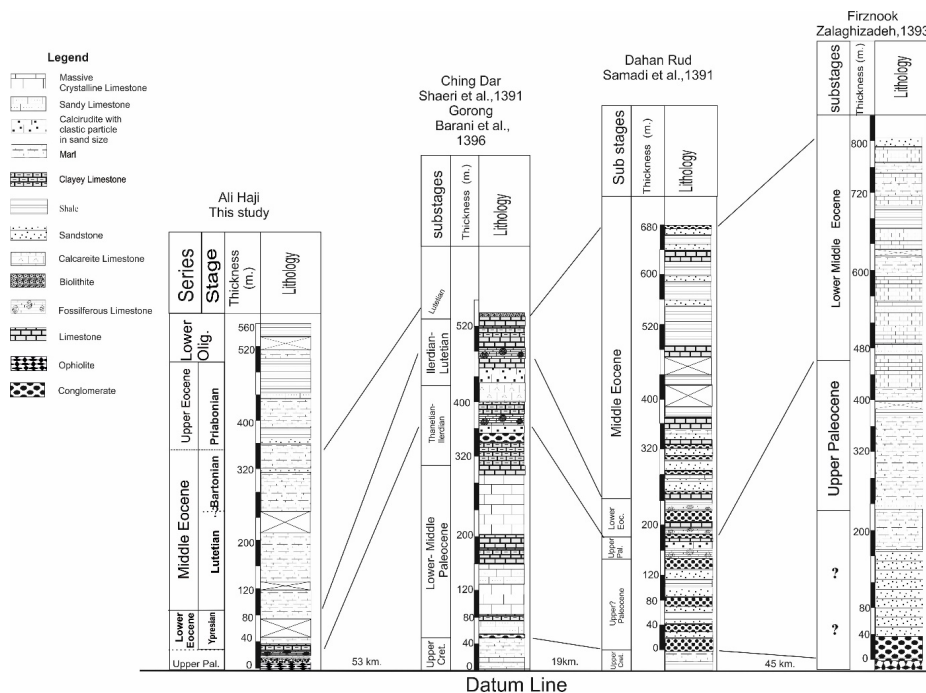
- ۱) *Alveolina assemblage zone*
- ۲) *Morozovella aragonensis* Interval Zone
- ۳) *Turborotalia cf. possagnoensis* Taxon Range Zone
- ۴) *Subbotina bolivariana* interval zone
- ۵) *Uvigerina jacksonensis* assemblage zone

با توجه به گسترش روزن‌داران موجود در برش علی حاجی و طبق زون‌های معرفی شده سن برش مورد مطالعه پالئوسن پسین تا ائوسن پسین تعیین گردیده است. همچنین با عنایت به اینکه مرز افیولیت‌ها و نهشته‌های پالئوسن گسله نبوده و به صورت ناپیوسته می‌باشد می‌توان به صورت نسبی در مورد سن جایگیری افیولیت‌ها اظهار داشت که قبل از پالئوسن پسین اتفاق افتاده است. با توجه به بررسی‌های روی زمین و تغییرات ضخامت

کنگلومرا و ماسه سنگ‌های قرمز تشکیل شده است که بر روی توالی مارنی و شیلی منتسب به کرتاسه قرار دارد. بر روی این مجموعه، توالی سنگ آهک-های فسیل‌دار با بین لایه‌های کنگلومرا و ماسه سنگ با ضخامت کم قرار می‌گیرد و به طرف بالا به واحدهای شیلی مارنی تبدیل می‌شود. در برش فریزنوک قاعده برش بر روی پریدوتیت‌های مجموعه افیولیتی قرار دارد و قطعات پریدوتیت در کنگلومرای قاعده‌ای دیده می‌شود. در این برش واحدهای آواری ضخامت قابل توجهی دارند که بر پتروگرافی آنها نیز مطالعاتی انجام شده است (حسینی و همکاران، ۱۳۹۷). بر روی واحد آواری واحدهای مارنی و آهکی وجود دارد و سپس توالی به شیل و ماسه سنگ‌های فلیش گونه با ضخامت قابل توجه با اثر فسیل‌های فراوان تبدیل می‌گردد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۴). با توجه به بررسی‌های روی زمین و تغییرات ضخامت واحدهای منتسب به پالئوسن- ائوسن در برش‌های مقایسه شده می‌توان اظهار داشت ضخامت واحدهای آواری قاعده در طی پالئوسن در شمال بیرجند نسبت به جنوب بیشتر است. این امر می‌تواند ناشی از فرونشست بیشتر حوضه بر اثر فعالیت گسل‌های ضمن رسوبگذاری، یا پیشروی زودتر در شمال، و یا ارتفاع بیشتر مناطق جنوبی (paleohigh) در پالئوسن باشد. در ادامه واحدهای سنگ آهک در قسمت جنوب به واحدهای سنگ آهک مارنی و مارن تبدیل می‌شود. اما در قسمت شمال ضخامت سنگ آهک‌ها در برش چینگ در و دهن رود قابل توجه است. در برش دهن رود بین لایه‌های ماسه سنگ و کنگلومرا بیشتر از برش‌های دیگر مشاهده می‌شود. در برش فریزنوک اگرچه واحدهای سنگ آهک و مارن مشاهده می‌شود. اما آنچه گسترش دارد رخساره‌های آواری منتسب به فلیش به همراه اثر فسیل‌ها است که البته در این تحقیق به علت

آواری وجود دارند. در مقابل در برش مورد مطالعه واحدهای مارنی و شیلی گسترش بیشتری دارند که با توجه به مجموعه فسیلی در ائوسن عمق بیشتری را پیشنهاد می‌کنند. به هر حال تطابق بهتر و صحیح‌تر نیازمند تعیین سن دقیق‌تر برش‌ها، اندازه‌گیری برش‌های بیشتر و مقایسه با دیگر برش‌های اندازه‌گیری شده در دیگر نقاط شرق ایران است.

واحدهای منتسب به پالئوسن- ائوسن در برش‌های مقایسه شده می‌توان اظهار داشت در پالئوسن ضخامت واحدهای آواری قاعده در شمال بیرجند نسبت به جنوب بیشتر است. این امر می‌تواند ناشی از فرونشست بیشتر حوضه، پیشروی زودتر، ورود موارد آواری از شمال و ارتفاع بیشتر مناطق جنوبی (paleohigh) باشد. در ائوسن اگرچه واحدهای آهکی گسترش می‌یابند اما کماکان بین لایه‌های



شکل ۶: تطابق چینه‌نگاری با برش‌های مطالعه شده در شرق ایران

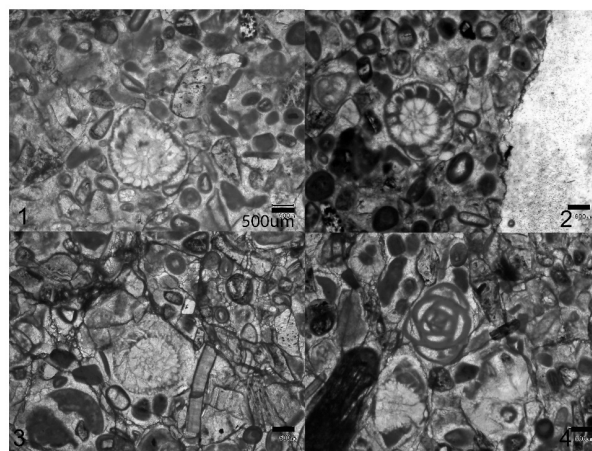
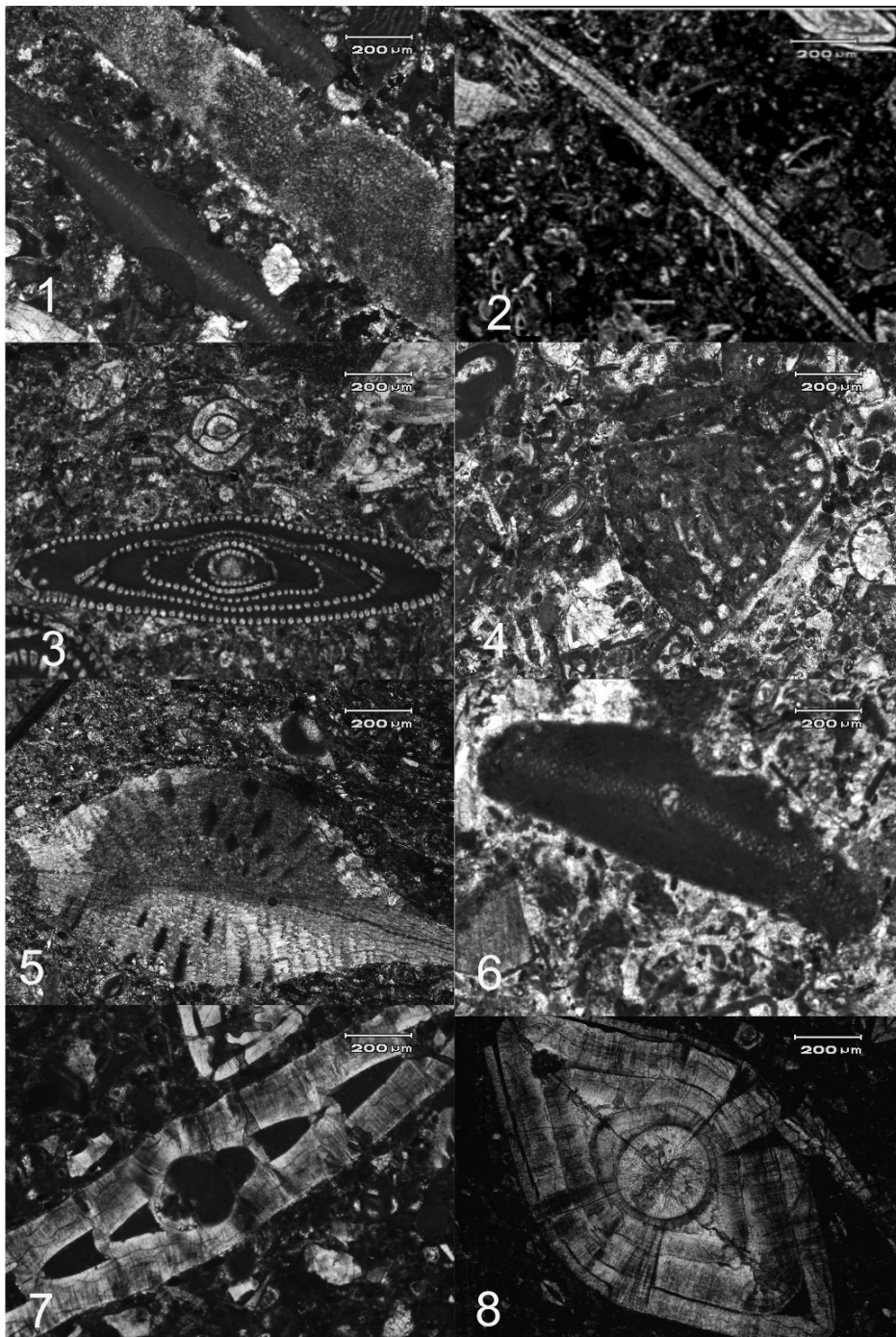
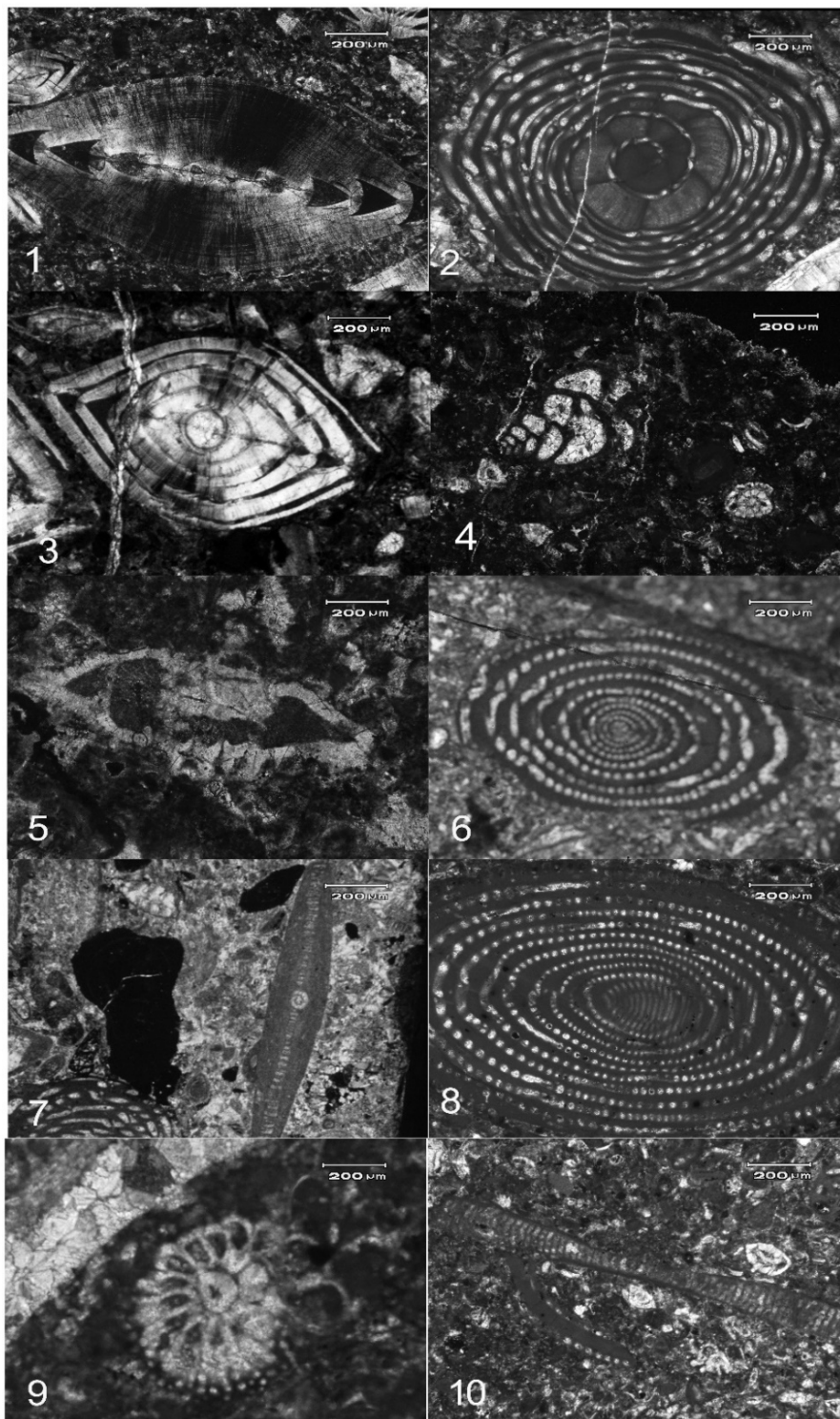


Plate 1: 1: *Miscellanea miscella*, Sample number A2; 2: *Lockhartia conditi*, Sample number A2; 3: *Daviesina danieli*, Sample number A2; 4: *Quinqueloculina* sp., Sample number A2

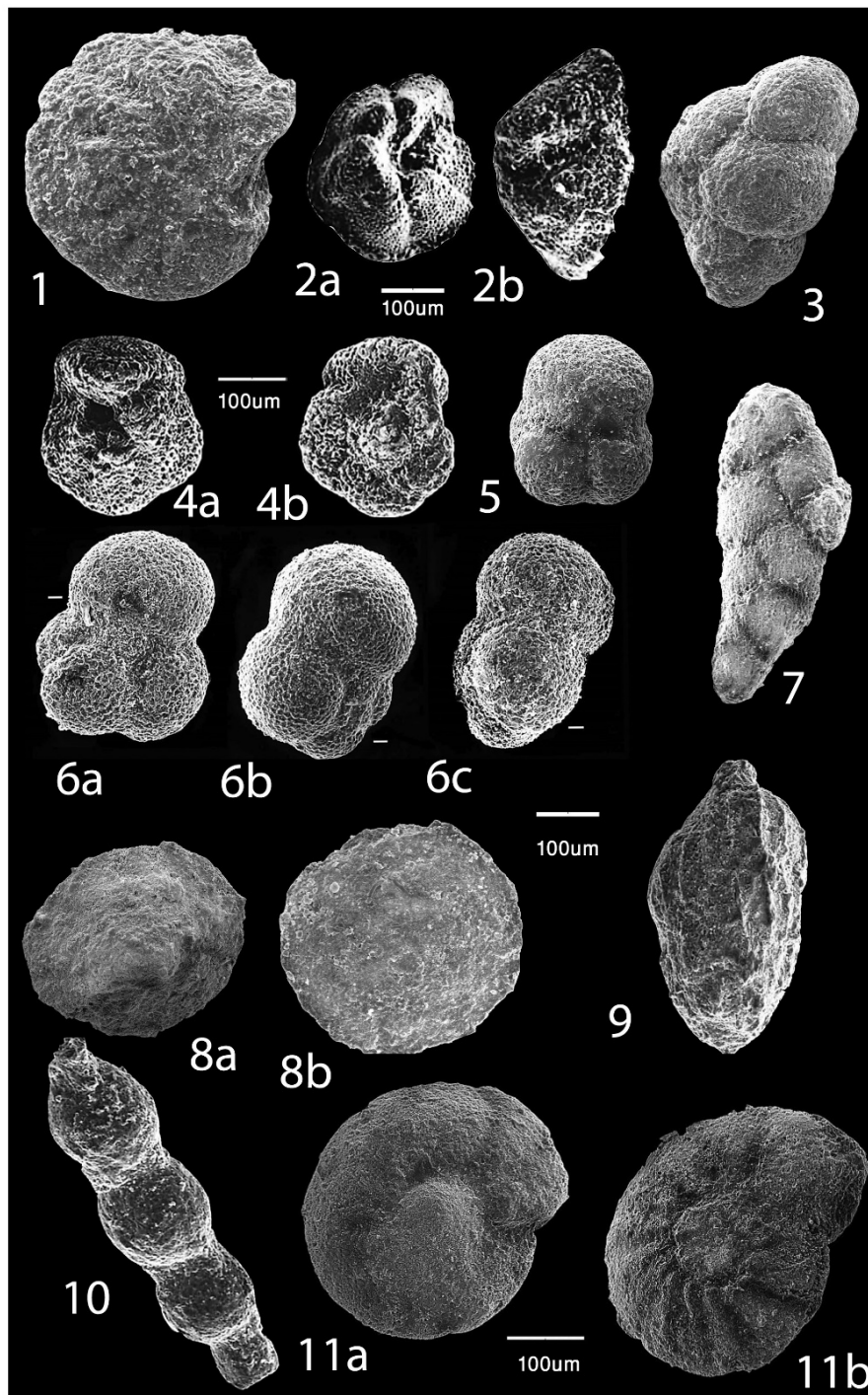


**Plate 2:** 1: *Opertorbitolites douvillei*, Sample number A-3; 2: *Discocyclus ranikotensis*, Sample number A-5; 3: *Alveolina vredenburgi*, *Idalina sinjarica* Sample number A-4; 4: *Coskinolina* sp., Sample number A-2; 5: *Discocyclus dispinsa*, Sample number A-4; 6: *Opertorbitolites douvillei*, Sample number A-3; 7- *Assilina* sp. Sample number A-4; 8- *Nummulites globulus*, Sample number A-4.





**Plate 3:** 1: *Assilina laminosa*, Sample number A-4; 2: *Alveolina* cf. *pasticillata*, Sample number A-4; 3: *Nummulites globulus*, Sample number A-4; 4: *Textularia* sp., Sample number A-2; 5: *Rotalia* sp., Sample number A-2; 6: *Alveolina* cf. *ellipsoidalis*, Sample number A-4; 7: *Opertorbitolites gracilis*, Sample number A-4; 8: *Alveolina aragonensis*, Sample number A-4; 9: *Miscellanea* sp., Sample number A-3; 10: *Orbitolites* sp., Sample number A-4.



**Plate 4:** 1: *Anomalinoides* sp., Sample number A-15; 2a, b: *Morozovella aragonensis* Sample number A-12; 3: *Streptochilus martini*, Sample number A-17; 4a, b: *Acarinina punctocarinata*, Sample number A-8; 5: *Turborotalia possagnoensis*, Sample number A-17; 6a-c: *Subbotina bolivariana*, Sample number A-13; 7: *Bolivina prolixa*, Sample number A-12; 8a, b: *Asterigerina* sp. Sample number A-21; 9: *Uvigerina Jacksonensis*, Sample number A-13; 10: *Siphonodosaria nuttalli*, Sample number A-13; 11a, b: *Anomalinoides bilateralis*, Sample number A-13.

## منابع

- پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه بیرجند، ۱۱۵ ص.
- زلقی زاده، ز.، رئیس السادات، س.ن.، شکری، م.ح. و مرتضوی، م.، ۱۳۹۲. پالئواکولوژی روزن داران ابتدای ترشیاری در منطقه فریزونک (شمال بیرجند)، هفتمین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران.
- شاعری خیبری، ف.، امیر شاه کرمی، م.ا.، خزاعی، ا.ر. و میراب شبستری، غ.ر.، ۱۳۹۱. بایوزوناسیون واحدهای کربناته پالئوژن ناودیس چینگ در (غرب بیرجند) بر مبنای فرامینفرهای کف زی، شانزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه شیراز.
- عرب، ع. و وحیدی نیا، م.، ۱۳۹۲. پالئواکولوژی روزن داران کف‌زی بزرگ پالئوسن-ائوسن زیرین در برش زرگر(جنوب بیرجند، شرق ایران)، هفدهمین انجمن زمین‌شناسی ایران، ص ۲۹۲-۲۹۹.
- صادقی، ع. و هداوندخانی، ن.، ۱۳۸۹. زیست‌چینه‌نگاری سازند پابده در برش چینه‌شناسی امامزاده سلطان، شمال غرب شهر ایذه، فصلنامه زمین‌شناسی ایران، سال ۴، شماره ۱۵، ص ۸۱-۹۸.
- صلاحی، ا. و وحیدی نیا، م.، ۱۳۹۲. زیست‌چینه‌نگاری بخش پایینی سازند خانگیران بر مبنای فرامینفرهای پلانکتونیک در برش ناودیس چهل کمان خاور حوضه رسوبی کپه داغ، پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، سال ۲۹، شماره ۵۱، ص ۸۷-۱۰۶.
- صمدی افخم، م.، رئیس السادات، س.ن.، میراب شبستری، غ.ر. و شکری، م.ح.، ۱۳۹۱. سنگ چینه‌نگاری و زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های پالئوسن-ائوسن در برش دهن رود (شمال غرب بیرجند)، مجموعه مقالات ششمین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران.
- اوهانیان، ت.، طاوسیان، ش. و افتخارنژاد، ج.، ۱۳۶۶. نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ بیرجند، سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف معدنی ایران.
- بابازاده، س.ا.، بهاران، س.، پروانه نژاد شیرازی، م. و بهرامی، م.، ۱۳۸۹. زیست‌چینه‌نگاری سازند پابده در برش تنگ زنجیران جنوب شرق شیراز بر مبنای روزن‌داران پلانکتون، پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، سال ۲۶، شماره ۱، ص ۱۴۵-۱۵۸.
- بابازاده، س.ا. و سلطانی نجف آبادی، م.، ۱۳۹۴. زیست‌چینه‌نگاری سنگ‌های رسوبی ائوسن بر مبنای آلئولین‌ها در شرق بلوک لوت، ایران، یافته‌های نوین در زمین‌شناسی، جلد ۱، شماره ۱، ص ۱-۲۰.
- بارانی، ف.، رشیدی، ک.، رئیس السادات، س.ن. و خزاعی، م.، ۱۳۹۶. جلبک‌های سبز (داسی‌کلاداسه‌آ) نهشته‌های پالئوسن منطقه غرب بیرجند (برش گرونک)، مجله رخساره‌های رسوبی، سال ۱۰(۱)، ص ۱-۲۲.
- حسنی، ز.، مرتضوی مهریزی، م. و رئیس السادات، س.ن.، ۱۳۹۷. پتروگرافی و ژئوشیمی ماسه سنگ‌های پالئوسن شمال بیرجند، خراسان جنوبی: کاربرد آن در تعیین ناحیه منشأ، موقعیت تکتونیکی و شرایط آب و هوای دیرینه. مجله پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، سال ۳۴، شماره ۲، ص ۶۹-۹۴.
- رئیس السادات، ن. و شکری، م.ح.، ۱۳۸۹. چینه‌شناسی نهشته‌های پالئوسن-ائوسن در منطقه بیرجند، چهاردهمین همایش زمین‌شناسی ایران، دانشگاه ارومیه، ۶ ص.
- زلقی زاده، ز.، ۱۳۹۲. بایوستراتیگرافی و لیتوستراتیگرافی نهشته‌های ابتدای ترشیاری براساس فرامینفرها در شمال بیرجند، شرق ایران،

- هداوند خانی، ن.، صادقی، ع.، آدابی، م.ح. و پهماسبی، ع.ر.، ۱۳۹۷. سنگ چینه‌نگاری و زیست چینه‌نگاری سازند پابده در برش روستای چهارده (پهنه ایزه، خوزستان)، فصلنامه علوم زمین، سال ۲۷، ۱۰۷، ص ۱۳۷-۱۵۰.
- Babazadeh, S.A. and De Wever, P., 2004. Radiolarian Cretaceous age of Soalbest radiolarites in ophiolite suite of eastern Iran: Bulletin de la Societe Geologique de France, v. 175(2), p. 121-129.
- Babazadeh, S.A., 2006. (Une nouvelle espece, *Cuvillierina courmae* n. sp. (Foraminifera), de l'Eocene inferieur (Cuisien) de la region de Gazik (est de l'Iran). A new species, *Cuvillierina courmae* n. sp. (Foraminifera) from the Lower Eocene (Cuisian) of the Gazik area (eastern Iran): Geodiversitas, v. 28(2), p. 5-13.
- Beniamovski, L.N., Alekseev, A.S., Ovechkina, M.N. and Oberhaensli, H., 2003. Middle to Upper Eocene dysoxic-anoxic Kuma Formation (Northeast Peri-Tethys): Biostratigraphy and paleoenvironments: Geological Society of America, Special Papers, v. 369, p. 95-112.
- Berberian, M. and King, G.C.P., 1981. Toward a palaeogeography and tectonic evolution of Iran: Canadian Journal of Earth Science, v. 18, p. 210-265.
- Berggren, W.A. and Miller, K.G., 1988. Paleocene tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and magneto biochronology: Micropaleontology, v. 34, 4, p. 362-380.
- Berggren, W.A., Kent, D.V., Swisher, C.C. and Aubry, M.P., 1995. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy, in Berggren, W. A., Kent, D. V., Swisher, C. C., Aubry, M.P. and Hardenbol, J., (eds.), Geochronology time scales and global stratigraphic correlation: SEPM (Society for Sedimentary Geology) Special Publication v. 54, p. 129-212.
- Berggren, W.A. and Pearson, P.N., 2005. A revised Tropical to subtropical Paleogene planktonic foraminiferal zonation: Journal of Foraminiferal Research, v. 35, 4, p. 279-298.
- Bolli, H.M., Jean-Pierre Beckmann, J.P. and Saunders, J.B., 1994. Benthic foraminiferal biostratigraphy of the South Caribbean region: Cambridge University Press, 419 p.
- Boudagher-Fadel, M.K., 2015. Biostratigraphic and geological significance of planktonic foraminifera: second edition. UCL Press, 306 p.
- Cushman, J.A. and Parker, F.L., 1936. Some American Eocene *Buliminas*: Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research, v. 12(2), p. 39-45.
- Drobne, K., 1977. Alvéolines paléogènes de la Slovénie et de l'Istrie: Mémoires Suisses de Paléontologie, v. 99, p. 9-174.
- Farouk, S. and Faris, M., 2008. Campanian to Eocene planktic foraminiferal and calcareous nannofossil biostratigraphy in the synclinal areas around Gebel Libni, North Sinai, Egypt: M.E.R.C. Ain Shams University. Earth Science series, v. 22, p. 187-201.
- Ghafor, I.M. and Qadir, M.M., 2009. Larger foraminifera (Alveolinidae, Soritidae and Nummulitidae) from the former Qulqula conglomerate Formation, Kurdistan region, northeastern Iraq: Iraqi Journal of Earth Sciences, v. 9(1), p. 35-54.

- Hottinger, L., 1998. Shallow benthic foraminifera at the Paleocene-Eocene boundary: *Strata*, Ser., v. 1(9), p. 61-64.
- Inan, N. and Inan, S., 2008. Selandian (Upper Paleocene) benthic foraminiferal assemblages and their stratigraphic ranges in the northeastern part of Turkey: *Journal of the Earth sciences (application and research Centre of Hacettepe University)*, v. 29(3), p. 147-158.
- Lamb, J.L. and Miller, T. H., 1984. Stratigraphic significance of Uvigerinid Foraminifers in the Western Hemisphere: *The University of Kansas Paleontological Contributions*, Article, v. 66, 101 p.
- Less, G., Ozcan, E., Papazzoni, C.A. and Stockar, R., 2008. The middle to late Eocene evolution of nummulitid foraminifer *Heterostegina* in the Western Tethys: *Acta Palaeontologica Polonica*, v. 53(2), p. 317-350.
- Leckie, R.M., Wade, B.S., Pearson, P.N. and Andrew, J., 2018. Taxonomy, biostratigraphy and phylogeny of Oligocene and early Miocene paragloborotalia and parasubbotina: *Cushman foundation special publication*, v. 46, p. 125-178.
- Loeblich, A.R. and Tappan, H., 1988. *Foraminifera general and their classification*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1182 p.
- Moradian, F. and Baghbani, D., 2016. Lithostratigraphy, biostratigraphy of Paleocene-lower Eocene sequences in Dezful embayment, South West Iran: *Iranian Journal of Earth Sciences*, v. 8, p. 135-146.
- Naz, H., Usmani, P.A. and Lashari, R.A., 2011. Planktonic zonation from the contact of Laki Formation (Early Eocene) and Tiyon Formation (Middle Eocene) Thana Bula Khan, Lower Indus Basin, Sindh. *Pakistan Journal of Himalayan Earth Sciences*, v. 44(2), p. 17-23.
- Nazik, A., Gurbuz, K. and Erdogan, D., 2006. Biostratigraphy and paleoenvironmental interpretation of middle Eocene sequences from Darende-Balaban basin (Eastern Anatolia, Turkey): *Geologica Carpathica*, v. 2, p. 91-101.
- Nogole-Sadat, M.A., 1989. Review of tectonosedimentary zonation in Iran. Abstracts with proceeding of International Geological Congress, Washington, USA.
- Ohanian, T. and Tatevosian, S., 1978. Geological map of Birjand, 1:100000 scales, one sheet, Geological Survey of Iran.
- Ohanian, T., 1983. The Birjand Ophiolite an intracontinental transform structure, Eastern Iran, report v. 51, p. 239-246, Geological Survey of Iran.
- Özgen-Erdem, N., Inan, N., Akyaz, M. and Tunoglu, C., 2005. Benthonic foraminiferal assemblages and microfacies analysis of Paleocene-Eocene carbonate rocks in the Kastamonu region, Northern Turkey: *Journal of Asian Earth Sciences*, v. 25, p. 403-417.
- Özgen-Erdem, N., Akyaz, M. and Karabaooflu, A., 2007. Biostratigraphic interpretation and systematics of Alveolina assemblages from the Ilerdian-Cuisian limestones of Southern Eskioehir, Central Turkey: *Journal of Asian Earth Sciences*, v. 29, p. 911-927.
- Pearson, P.N., Olsson, R.K., Hemleben, C., Huber, B.T. and Berggren, W.A., 2006a. *Atlas of Eocene Planktonic Foraminifera*: Cushman Foundation Special Publication, 513 p.
- Pearson, P.N., Olsson, R.K., Huber, B.T., Hemleben, C., Berggren, W.A. and Coxall, H. K., 2006b. Overview of Eocene planktonic foraminiferal taxonomy, paleoecology, phylogeny and biostratigraphy: *Cushman foundation special publication*, v. 41, p. 11-28.

- Rahaghi, A., 1978. Paleogene Biostratigraphy of some parts of Iran: National Iranian Oil Company, Geological Laboratories; Publication v. 7, 165 p.
- Rahaghi, A., 1980, Tertiary faunal Assemblage of Qum- Kashan, Sabzewar, and Jahrum areas: Ministry of Oil, National Iranian oil company Geological laboratories; publication v. 8, 160 p.
- Schaub, H., 1981. Nummulites et Assilines de la Tethys Paleogene, Taxinomie, phylogenese el Biostratigraphe: Memories Suisses de Paleontologie, v. 104, p. 1-236.
- Schlagintweit, F. and Hadi, M., 2018. *Coskinlina sistansensis* N. sp., a new larger benthic foraminifera from the Early Eocene of Eastern Iran: *Acta Palaeontologica Romaniaae*, v. 14 (1), p. 47-55.
- Serra-Kiel, J., Hottinger, L., Caus, E., Drobne, K., Ferrández, C., Jaurhi, A.K., Less, G., Pavlovec, R., Pignatti, J., Samsó, J.M., Schaub, H., Sirel, E., Strougo, A., Tambareau, Y., Tosquella, J. and Zakrevskaya, E., 1998. Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene: *Bulletin de la Société Géologique de France*, v. 169, p. 281-299.
- Tirrul, R., Bell, I.R., Griffis, R.J. and Camp, V.E., 1983. The Sistan suture zone of eastern Iran. *Geological Society of America Bulletin*, v. 84, p. 134-150.
- Wynd, J.G., 1965. Biofacies of the Iranian Oil Consortium agreement area: Iranian Oil Operating Companies, Geological and Exploration division. Report v. 1082, 98 p. (Unpublished).