



<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. 1-26  
Received: 05.03.2020 Accepted: 05.08.2020

## Biostratigraphy of the Oligocene deposits of Pabdeh Formation based on planktonic foraminifera in Bandar Abbas area

**Jahanbakhsh Daneshian\***

Associate Professor, Department of Geology, Kharazmi University, Tehran, Iran  
[daneshian@khu.ac.ir](mailto:daneshian@khu.ac.ir)

**Mahboobeh Sadat Tabatabaei**

Ph.D. Student in Stratigraphy and Paleontology, Department of Geology, Kharazmi University, Tehran, Iran  
[m.tabatabaei62@gmail.com](mailto:m.tabatabaei62@gmail.com)

**Alireza Tahmasbi**

Paleontology and Geochemistry Research and Studies, Exploration Directorate, National Iranian Oil Company, Tehran, Iran  
[alirezatahmasbi@me.com](mailto:alirezatahmasbi@me.com)

### Abstract

In this research, the biostratigraphy of Oligocene deposits of the Pabdeh Formation in Bandar Abbas region is considered. For this purpose, the planktonic foraminifera was studied and identified. Based on the index forms of these microfossils, biozones were recognized and compared to global biozonation. Investigation of the stratigraphic distribution of these microfossils in the four studied surface and subsurface sections (Champeh, Safid, Band-e Lengeh, and Taftan) led us to the identification of the Eocene/Oligocene boundary and four biozones of planktonic foraminifera (Zone E16, *Hantkenina alabamensis* Highest-occurrence Zone, Zone O1, *Pseudohastigerina naguewichiensis* Highest-occurrence Zone, Zone O2, *Turborotalia ampliapertura* Highest-occurrence Zone, Zone O3, *Dentoglobigerina sellii* Partial-range Zone) in this region. Based on the foraminiferal assemblages and their biozonation, the age of Oligocene deposits of the Pabdeh Formation is Rupelian. Also, the lateral extension of Oligocene deposits of the Pabdeh Formation in the studied area has been considered.

**Keywords:** Pabdeh Formation, Biozonation, Oligocene, Planktonic foraminifera, Bandar Abbas Hinterland.

### Introduction

Folded Zagros with about 2,000 km long is divided into Lurestan, Dezful Embayment, Izeh Zone, Abadan Plain, Fars, and Bandar Abbas hinterland. The Pabdeh Formation mainly is composed of shales and marls with a marine origin, comprises alternation of dark to light gray shale beds and thin to thick limestones with good preservation of planktonic foraminifera, developed in southwest Lorestan, Khuzestan and Fars Provinces (Aghanabati 2011). James and Wynd (1965) introduced a type section of this formation in Tang-e Pabdeh and Wynd (1965) presented biofacies and biostratigraphic zonations of this formation for the first time. In this research, the Oligocene deposit of Pabdeh Formation has been studied in terms of biostratigraphy and standard biozonation.

### Material & Methods

In order to study of planktonic foraminifera in Bandar Abbas hinterland, four stratigraphic sections including Champeh outcrop section and Safid, Taftan and Band-e Lengeh wells were investigated. In total, 938 samples were studied for foraminiferal biostratigraphy. Planktonic foraminiferal taxa

were identified from the washed residues of 53 marl samples in the Champeh section. Other samples were studied in thin sections. Identification of planktonic foraminifera and standard biozonation carried out based on Berggren et al. (1995), Berggren and Pearson (2005), Wade et al. (2011), and Berggren et al. (2018).

### Discussion of Results & Conclusions

In studied sections, the stratigraphic distribution of planktonic foraminifera permitted us to recognize the Eocene/Oligocene boundary and four planktonic foraminiferal biozones (E16 to O3). We recognized the Eocene/Oligocene boundary and *Hantkenina alabamensis* Highest-occurrence Zone (E16) in studied sections according to the extinction of hantkeninids. *Pseudohastigerina naguewichiensis* Highest-occurrence Zone (O1): The lower boundary of this Zone is the latest occurrence of *Hantkenina alabamensis* and the upper boundary is based on the last occurrence of *Pseudohastigerina naguewichiensis*. *Turborotalia ampliapertura* Highest-occurrence Zone (O2): The lower boundary of this zone is the last occurrence of *Pseudohastigerina naguewichiensis* and the upper boundary

\*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.

is the highest occurrence of *Turborotalia ampliapertura*. *Globigerina sellii* Partial-range Zone (O3): The lower boundary of this biozone is the highest occurrence of *Turborotalia ampliapertura* but the upper boundary is not observed in the studied sections. In Taftan well, the Eocene/Oligocene boundary was defined based on the extinction of *Turborotalia cerroazulensis* because of the absence of hantkeninids. Therefore, P17 is introduced for upper Eocene instead of E16. Also, the key species *Pseudohastigerina naguewichiensis* was not observed in Band-e Lengeh and Taftan wells. This species shows the upper boundary of O1 and the lower boundary of O2 zones. Thus, no distinction can be made between the O1 and O2. These two biozones are comparable with Small globigerinids-*Haplophragmium slingeri*-*Zeauwigerina* assemblage zone of Wynd (1965).

The study area is located in Lengeh trough. In shallow parts, the Asmari Formation was deposited on the Pabdeh Formation (Champeh section and Safid well), while at the same time, sedimentation of Pabdeh Formation continued in the deeper parts of the basin (Band-e Lengeh and Taftan wells). In Bandar Abbas hinterland, the thickness of Oligocene deposits of the Pabdeh Formation has increased relatively from northwest to southeast, so there is the lowest thickness in the Safid well and the highest thickness in the Band-e Lengeh well. Generally, the Oligocene deposits of Pabdeh Formation are thicker and belong to Rupelian in Bandar Abbas hinterland. Towards the Fars area, these deposits are the same in age but their thicknesses are reduced. Towards the Izeh area, the deposits are younger and continued until Chattian, but the thickness is less than the study area.

## زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های الیگوسن سازند پابده برمبنای روزن‌داران شناور در ناحیه بندرعباس

جهانبخش دانشیان\*، دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه خوارزمی، ایران

daneshian@khu.ac.ir

محبوبه‌سادات طباطبایی، دانشجوی دکتری چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی گروه زمین‌شناسی، دانشگاه خوارزمی، ایران

m.tabatabai62@gmail.com

علیرضا طهماسبی، رئیس اداره مطالعات و تحقیقات، مدیریت اکتشاف نفت، تهران، ایران

alirezatahmasbi@me.com

### چکیده

در این پژوهش زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های الیگوسن سازند پابده در ناحیه بندرعباس بررسی شده است. بررسی توزیع روزن‌داران شناور در چهار برش سطحی و زیرسطحی (برش چمپه، چاههای سفید، بندلنگه و نفتان) به شناسایی مرز ائوسن / الیگوسن و معرفی چهار بیوزون روزن‌داران شناور ( Zone E16, *Hantkenina alabamensis* Highest- occurrence Zone, Zone O1. *Pseudohastigerina naguwichiensis* Highest-occurrence Zone, Zone O2. *Turborotalia ampliapertura* Highest- occurrence Zone, Zone O3. *Dentoglobigerina sellii* Partial- range Zone) برمبنای بیوزوناسیون جهانی در ناحیه بندرعباس منجر شده است. براساس مجموعه روزن‌داران و بیوزوناسیون مرتبط با آنها، سن روپلین برای نهشته‌های الیگوسن سازند پابده در این منطقه پیشنهاد می‌شود. با مقایسه و مطابقت بیوزون‌های برش‌های مطالعه‌شده، گسترش جانبی نهشته‌های الیگوسن سازند پابده در ناحیه بندرعباس بررسی شده است.

واژه‌های کلیدی: سازند پابده، بیوزوناسیون، الیگوسن، روزن‌داران شناور، بندرعباس

\* نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۲۳۱۲۹

## مقدمه

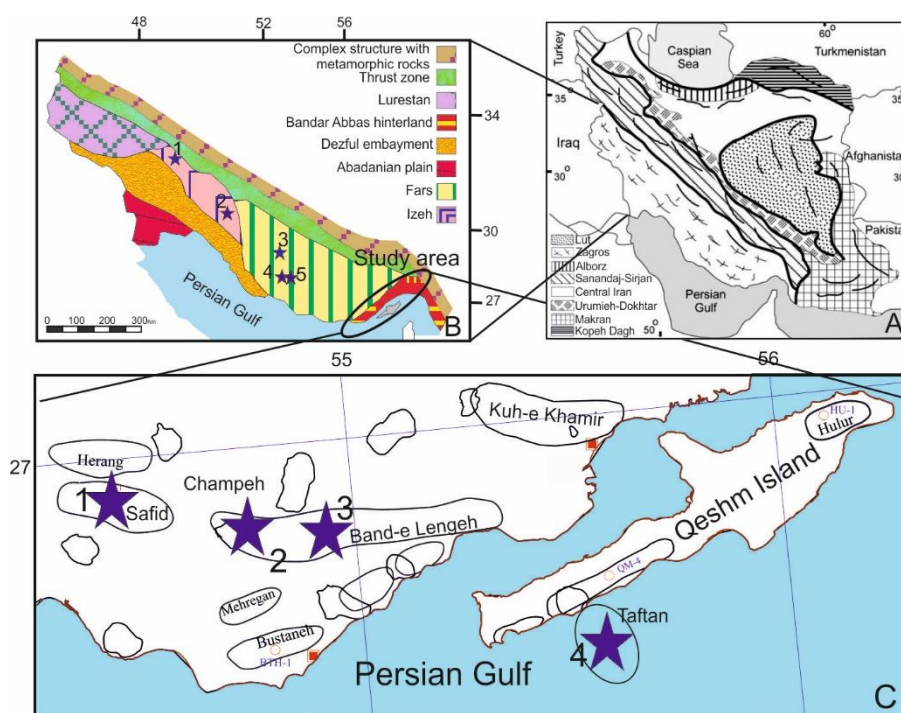
حوضه زاگرس، توالی ضخیم رسوبی است که پی‌سنگ پرکامبرین را می‌پوشاند (Al-Husseini 2000). این حوضه از نظر زمین‌ریخت‌شناسی از شمال شرق به جنوب غرب شامل زاگرس مرتفع، زاگرس چین‌خورده و دشت آبادان است. زاگرس چین‌خورده در همه‌جا ویژگی‌های یکسانی ندارد و شامل پهنه‌های لرستان، ایذه، فروافتادگی دزفول، فارس، پس خشکی بندرعباس و دشت آبادان است (Aghanabati 2011). محدوده بررسی‌شده در زاگرس چین‌خورده در پس خشکی بندرعباس قرار دارد (شکل ۱). طاق‌دیس‌هایی با جهت‌یافتگی‌های مختلف از ویژگی‌های پس خشکی بندرعباس است که به عملکرد گسل‌های پی‌سنگ مربوط است؛ همچنین ضخامت نهشته‌ها در این پهنه نسبت به ناحیه فارس بیشتر است (Aghanabati 2011).

سازند پابده با لیتولوژی غالب شیل و مارن با منشأ دریایی متشکل از تناوبی از لایه‌های تیره تا روشن شیل و سنگ آهک نازک تا ضخیم‌لایه حاوی روزن‌داران با حفظ‌شدگی خوب است که در جنوب غرب لرستان، خوزستان و ایالت فارس گسترش دارد (Aghanabati 2011). جیمز و وایند (James and Wynd 1965) این سازند را معرفی کردند و برش‌الگوی آن را در جنوب غربی کوه پابده در تنگ پابده قرار دادند. رخساره‌های زیستی سازند پابده را برای نخستین‌بار وایند (Wynd 1965) بررسی و هفت بیوزون را معرفی کرده است. به‌تازگی برخی پژوهشگران سازند پابده را

از دیدگاه‌های مختلف همچون تغییرات ژئوشیمی (Tabatabaei et al. 2012)، محیط رسوبی (Mohseni and Al-Aasm 2004؛ Behbahani et al. 2010)، چینه‌نگاری سکansı (Mirzaei et al. 2010؛ Mahmoudabadi et al. 2010)، چینه‌نگاری زیستی (Babazadeh et al. 2010؛ Daneshian et al. 2012, 2015؛ Norouzi et al. 2014؛ Hadavandkhani 2015؛ Hadavandkhani et al. 2017) و ژئوتوریسم (Habibi et al. 2017) بررسی کرده‌اند.

سن سازند پابده در بخش‌های مختلف حوضه زاگرس متغیر است. سن این سازند در فارس و خوزستان از پالئوسن تا الیگوسن و در لرستان از پالئوسن تا میوسن در نظر گرفته می‌شود (Aghanabati 2011). بیشتر پژوهش‌های زیست‌چینه‌نگاری انجام‌شده در سازند پابده براساس بیوزوناسیون وایند (Wynd 1965) بوده که به‌صورت محلی است و قابلیت تطابق با بیوزوناسیون‌های جهانی را ندارد. در پژوهش هداوندخانی (Hadavandkhani 2015) توالی کاملی از سازند پابده به سن پالئوسن میانی تا الیگوسن پسین در پهنه ایذه براساس بیوزوناسیون جهانی بررسی شده است.

از آنجایی که سازند پابده در منطقه وسیعی از زاگرس رخنمون دارد، به‌منظور درک درست وضعیت پالئوژئوگرافی حوضه در زمان الیگوسن در پس خشکی بندرعباس، بررسی این سازند ضروری است و مقایسه آن با دیگر مناطق و همچنین (شکل B۱) استفاده از بیوزوناسیون جدید و جهانی باید در تفکیک نهشته‌های الیگوسن سازند پابده به شکلی دقیق‌تر مدنظر قرار گیرد.



شکل ۱- A نقشه ساختاری ایران و موقعیت زون زاگرس؛ B. زیرپهنه‌های زاگرس (برگرفته از Motiei 1995) و موقعیت جغرافیایی منطقه پژوهش و پژوهش‌های پیشین؛ 1. Hadavandkhani 2015؛ 2. Daneshian et al. 2015؛ 3. Babazadeh et al. 2010؛ 4. Daneshian et al. 2012؛ 5. Norouzi et al. 2014؛ C. برش‌های بررسی‌شده در این پژوهش: ۱. چاه سفید؛ ۲. برش چمپه؛ ۳. چاه بندلنگه؛ ۴. چاه تفتان (برگرفته از نقشه Geological Division 2004)

**Fig. 1: A. Structural map of Iran and location of Zagros Zone, B. Subdivision of Zagros Zone (cited in Motiei 1995), and location of study area and previous researches: 1. Hadavandkhani 2015; 2. Daneshian et al. 2015; 3. Babazadeh et al. 2010; 4. Daneshian et al. 2012; 5. Norouzi et al. 2014, C. Studied sections: 1. Safid well; 2. Champah section; 3. Bande Lengeh well; 4. Taftan well (cited in Geological Division 2004).**

بررسی شدند. ۹۰ متر ابتدای این برش به سن ائوسن و بقیه سازند پابده در این برش به ضخامت ۳۰۰ متر به سن الیگوسن است. در ادامه سازند کربناته آسماری با ضخامت حدود ۱۵۰ متر روی سازند پابده نهشته شده است (شکل ۲). برش زیرسطحی سفید با موقعیت جغرافیایی  $N 26^{\circ} 56'$  و  $40''$  و  $E 54^{\circ} 27' 09''$  در ۲۶ کیلومتری غرب برش چمپه واقع شده است. ضخامت کل سازند پابده در این چاه ۷۵۳ متر است که در این پژوهش نهشته‌های مربوط به الیگوسن این سازند به ضخامت ۱۴۰ متر بررسی شده است. لیتولوژی سازند پابده، آهک رسی و میان‌لایه‌های آهکی است. در ادامه

روش کار، شیوه انجام پژوهش و موقعیت جغرافیایی محدوده پژوهش

به‌منظور بررسی زیست‌چینه‌نگاری منطقه، تعداد چهار برش سطحی و زیرسطحی در یک روند شمال غرب- جنوب شرق در پس خشکی بندرعباس انتخاب شده است (شکل ۱).

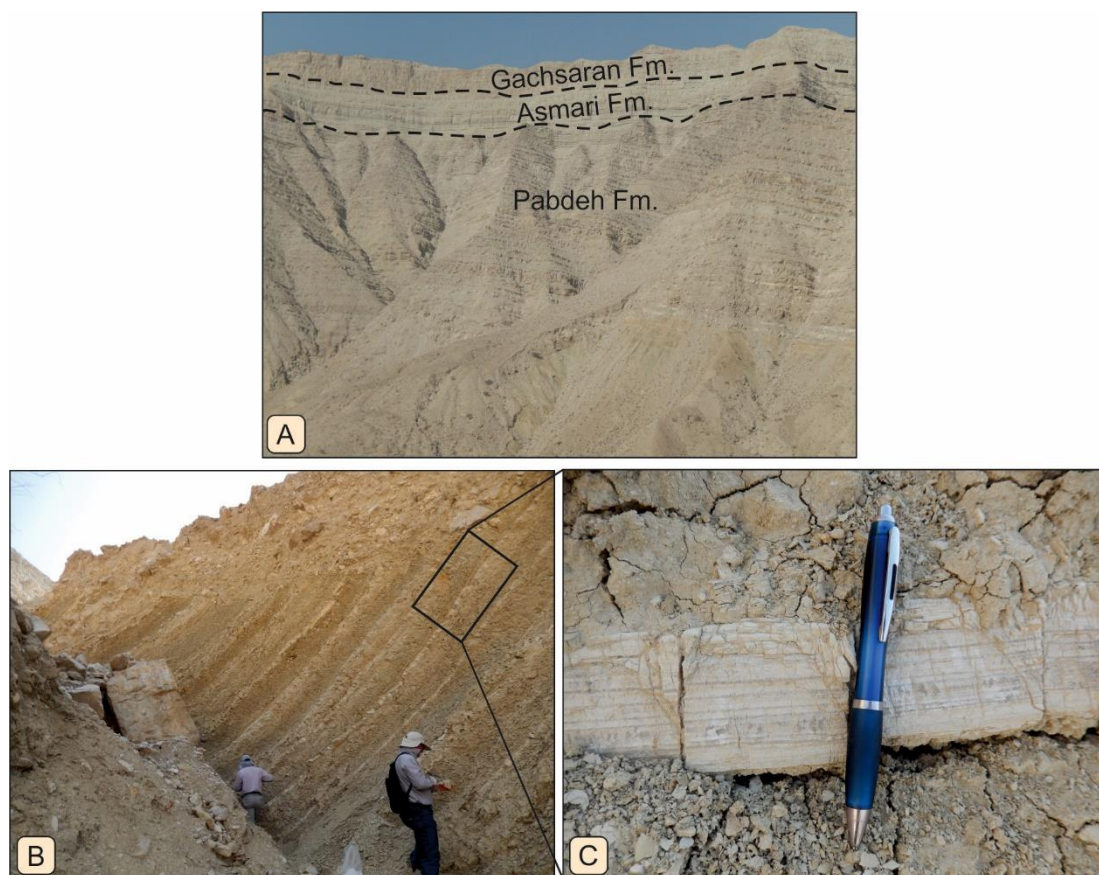
برش چمپه با مختصات  $N 26^{\circ} 49' 48''$  و  $E 54^{\circ} 44'$  در  $42''$  در ۲۱۴ کیلومتری جنوب غرب بندرعباس واقع است. سازند پابده در این برش ۳۹۰ متر ضخامت دارد و متشکل از مارن و سنگ آهک است. بخش بزرگی از این برش، مارن‌هایی است که در آن روزن‌داران به‌صورت نمونه‌های آزاد

به‌منظور بررسی‌های زیست‌چینه‌نگاری تعداد ۹۳۸ نمونه از چهار برش بررسی شده است. در برش چمپه مطالعات روی نمونه‌های نرم و همچنین مقاطع نازک انجام و در سه برش زیرسطحی دیگر، مقاطع نازک بررسی شده است. در بررسی روزن‌داران شناور در ۵۳ نمونه شسته‌شده مارن در برش چمپه، نمونه‌ها در آب خیسانده و با الک ۶۳ و ۱۲۵  $\mu\text{m}$  شسته شدند؛ سپس نمونه‌های خشک‌شده با استریومیکروسکوپ بررسی و نمونه‌های پیک‌شده (جداشده) روی پایه چسبانده و با طلا پوشش داده و برای عکس‌برداری با میکروسکوپ الکترونی (SEM) آماده شدند؛ همچنین تعداد ۸۵ مقطع نازک از برش چمپه بررسی شد. نمونه‌های خرده‌حفاری مربوط به چاهها نیز در ۸۰۰ مقطع نازک مطالعه شدند. نتایج حاصل از مطالعات فسیل‌شناسی در برش‌ها، به شناسایی روزن‌داران شناور و ارائه بیوزوناسیون استاندارد جهانی (Berggren et al. 1995; Berggren and Pearson 2005; Wade et al. 2011; Berggren et al. 2018) و تعیین سن این نهشته‌ها منجر شده است.

روی سازند پابده، سازند آسماری به ضخامت حدود ۱۰۰ متر به‌طور پیوسته نهشته شده است. تفکیک بین این دو سازند براساس تیپ فسیل‌ها و تغییر از مجموعه فسیلی پلانکتیک به بتیک صورت گرفته است.

چاه بندلنگه با مختصات  $26^{\circ} 49' 25''$  N و  $54^{\circ} 55'$  E در ۳۸'' در ۲۰ کیلومتری شرق برش چمپه قرار دارد. ضخامت کل سازند پابده در این چاه ۸۵۱ متر است که در این پژوهش، نهشته‌های الیگوسن این سازند با لیتولوژی مارن و میان‌لایه‌های آهکی به ضخامتی حدود ۵۰۰ متر بررسی شده است. روی سازند پابده نهشته‌های تبخیری سازند گچساران قرار دارد.

چاه تفتان با موقعیت جغرافیایی  $26^{\circ} 26' 52''$  N و  $55^{\circ} 33' 02''$  E در ۸۷ کیلومتری جنوب شرق برش چمپه واقع است. سازند پابده در این چاه ۱۰۰۴ متر ضخامت دارد که نهشته‌های الیگوسن این سازند با ضخامت ۴۰۶ متر بررسی شده و متشکل از مارن و میان‌لایه‌های آهک است. لایه‌های تبخیری سازند گچساران روی سازند پابده نهشته شده است. موقعیت جغرافیایی برش‌های مدنظر در شکل C۱ نشان داده شده است.



شکل ۲- A- نمای کلی از سازند پابده، آسماری و گچساران در برش چمپه؛ B- مارن‌های بخش انتهایی سازند پابده همراه با میان‌لایه‌های آهکی؛ C- نمای نزدیکی از میان‌لایه‌های آهکی سازند پابده

**Fig. 2- A. Field picture of Pabdeh, Asmari and Gachsaran formations at Champeh section, B. Marl and interbedded limestone of upper part of the Pabdeh Formation, C. Close view of marl and interbedded limestone in Pabdeh Formation.**

### بحث و تحلیل یافته‌های پژوهش

#### چینه‌نگاری زیستی و مرز ائوسن / الیگوسن

بیوزوناسیون‌های ارزشمند و شناخته‌شده‌ای بر مبنای روزن‌داران و در مقیاس جهانی وجود دارند که می‌توان نهشته‌های پابده را بر مبنای آنها بررسی و ارزیابی کرد و امکان تطابق نهشته‌های این سازند را با سایر نقاط دنیا فراهم آورد.

وید و همکاران در سال ۲۰۱۱ (Wade et al. 2011) با جمع‌آوری ۱۸۷ حادته زیستی روزن‌داران شناور،

بیوکرونولوژی سنوزوئیک را بازمینی و بیوزوناسیون دقیق و کاملی را برای سنوزوئیک مناطق با عرض جغرافیایی کم ارائه کردند. در سال ۲۰۱۸ این بیوزوناسیون را برگرن و همکاران (Berggren et al. 2018) بازنگری و تأیید کردند. در جدول ۱ ضمن ارائه و مقایسه بیوزوناسیون‌های مطرح، جدیدترین آن (تأییدشده برگرن و همکاران 2018) نیز ارائه شده که درحقیقت بیوزوناسیون‌های پیشین را بازنگری کرده و برای این پژوهش مدنظر قرار گرفته است.

جدول ۱- بیوزوناسیون‌های جهانی ارائه‌شده بر مبنای روزن‌داران شناور (در محدوده ائوسن بالایی تا الیگوسن بالایی)

**Table 1. Correlation of Global planktonic foraminifera zonal schemes (for the interval spanning the Late Eocene to the Late Oligocene).**

HOZ: Highest-occurrence Zone, PRZ: Partial-range Zone, CRZ: Concurrent-range Zone, LOZ: Lowest-occurrence Zone

Series	Stage	Blow (1969)	Postuma (1971)	Bolli & Saunders (1985)	Berggren et al. (1995)	Berggren & Pearson (2005)	Wade et al. (2011)	Berggren et al. (2018)	Datum Level	This study				
Oligocene	Chattian	P22/ N3	<i>Globigerina angulisurealis</i>	<i>Paragloborotalia kugleri</i>	<i>Globigerina ciproensis</i>	P22	O6	<i>Paragloborotalia pseudokugleri</i> LOZ	O7	<i>Paragloborotalia pseudokugleri</i> LOZ	↓P. pse			
				<i>Globigerina ciproensis</i>				PRZ	<i>Ciperoella ciproensis</i> PRZ					
		P21/N2		<i>Paragloborotalia opima</i>	<i>Globigerina angulisurealis/ Paragloborotalia opima</i>	b	P21	O5	<i>Paragloborotalia opima</i> HOZ	O5			<i>Paragloborotalia opima</i> HOZ	↑P. opi
				<i>Globigerina angulisurealis/ Chiloguembelina cubensis</i>	a	O4		<i>Globigerina angulisurealis/ Chiloguembelina cubensis</i> CRZ	O4	<i>Ciperoella angulisurealis/ Chiloguembelina cubensis</i> CRZ			↑C. cub	
	Rupelian	P20/N1	<i>Turborotalia ampliapertura</i>	<i>Turborotalia ampliapertura</i>	<i>Dentoglobigerina sellii</i>	P20	O3	<i>Dentoglobigerina sellii</i> PRZ	O3	<i>Dentoglobigerina sellii</i> PRZ	↓C. ang	O3		
				<i>Turborotalia ampliapertura</i>	P19			O2	<i>Turborotalia ampliapertura</i> HOZ	O2	<i>Turborotalia ampliapertura</i> HOZ	↑T. amp	O2	
		P19		<i>Cassigerinella chipolensis/ Pseudohastigerina micra</i>	<i>Chiloguembelina cubensis/ Pseudohastigerina spp.</i>	P18	O1	O1	<i>Pseudohastigerina naguiewichiensis</i> HOZ	O1	<i>Pseudohastigerina naguiewichiensis</i> HOZ	↑P. nag	O1	
				<i>Turborotalia cerroazulensis</i>	P17			E16	<i>Hantkenina alabamensis</i> HOZ	E16	<i>Hantkenina alabamensis</i> HOZ	↑H. ala	E16	
	Eocene	Priabonian	P17	<i>Globorotalia cerroazulensis</i>	<i>Globorotalia cerroazulensis</i>	<i>Turborotalia cunialensis/ Cribrohantkenina inflata</i>	P16	E15	<i>Globigerinatheka index</i> HOZ	E15	<i>Globigerinatheka index</i> HOZ	↑G. index		
					<i>Globigerapsis mexicana</i>	<i>Globigerinatheka semiinvoluta</i>			P15	E14	<i>Globigerinatheka semiinvoluta</i>	E14	<i>Globigerinatheka semiinvoluta</i>	
P16														

می‌گرفتند. مشاهدات دقیق‌تر حاکی است فاصله چینه‌نگاری کمی بین این حادثه تا آخرین حضور *Hantkenina* spp. منطبق بر Eocene/Oligocene GSSP، موجود است. در برش استراتوتایپ مرز ائوسن/ الیگوسن در میشیگان<sup>۱</sup> ایتالیا بازه‌ای به ضخامت ۴۴ سانتی‌متر بین انقراض *T. cerroazulensis* و انقراض hantkeninids ثبت شده است (Premoli Silva and Boersma 1988; Berggren and Pearson 2005).

زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های الیگوسن سازند پابده در برش و چاههای بررسی شده

به‌منظور بررسی‌های زیست‌چینه‌نگاری مرز ائوسن/ الیگوسن و نهشته‌های الیگوسن در منطقه، چهار برش سطحی و زیرسطحی چمپه، سفید، بندلنگه و تفتان انتخاب شدند. مطالعات فسیل‌شناسی روی مرز E/O و توالی الیگوسن سازند پابده بر مبنای روزن‌داران شناور انجام شده که به تعیین

بیوزون E16 را نخست برگرن و پیرسون (Berggren and Pearson 2005) معرفی و وید و همکاران (Wade et al. 2011) تأیید کردند. این بیوزون، شاخص ائوسن پسین است و برای شناسایی مرز ائوسن/ الیگوسن استفاده شد. مرز ائوسن با الیگوسن با انقراض جنس *Hantkenina* مشخص می‌شود (Berggren and Pearson 2005; Wade et al. 2011; Berggren et al. 2018). نکته‌ای که وید و همکاران (Wade et al. 2011) در این بیوزون به آن توجه کردند، استفاده از بالاترین حضور معمول *Pseudohastigerina* (Highest common occurrence) به‌مثابه شاخص دیگری برای تشخیص مرز ائوسن-الیگوسن است. *P. micra* از فرم‌های معمول در رسوبات ائوسن بالایی است که متحمل کاهش اندازه مشخصی همزمان با انقراض *Hantkenina* می‌شود (Wade et al. 2011).

در پژوهش‌های قدیمی‌تر (Berggren and Miller 1988; Berggren et al. 1995)، بیوزون P17 برای پایان ائوسن ارائه شده است و آخرین حضور (*LAD*) *Turborotalia cerroazulensis* را به دلیل پتانسیل خوب حفظ‌شدگی، به‌مثابه افق زیستی برای رأس ائوسن و مرز E/O در نظر

<sup>1</sup>. Massignano



روزن‌داران شناور یافت‌شده در این بخش از برش چمپه

عبارت‌اند از:

*Hantkenina alabamensis*, *Hantkenina* sp., *Chiloguembelina* sp., *Subbotina corpulenta* S. *eocaena*, *S. gortanii*, *Globoturborotalita ouachitaensis*, *G. gnaucki*, *Globigerina officinalis*, *Dentoglobigerina galavisi*, *Paragloborotalia nana*, *ciperoella anguliofficialis*, *Turborotalia ampliapertura*.

در برش زیرسطحی چاه سفید، مرز E/O براساس

آخرین حضور *Hantkenina* sp. در عمق ۶۴۲ متری شناسایی می‌شود. در این چاه بیوزون E16 از عمق ۶۴۲ متری به سمت پایین معرفی می‌شود. مرز بالایی این بیوزون آخرین حضور *Hantkenina* sp. بوده، ولی مرز پایینی که آخرین حضور *Globigerinatheka index* است، به علت مشاهده‌نشدن این تاکسا در این چاه قابل شناسایی نیست.

فرامینفرای پلانکتیک همراه در بیوزون E16 در چاه

سفید عبارت‌اند از:

*Turborotalia ampliapertura*, *Paragloborotalia nana*, *Globigerina* sp., *Subbotina eocaena*, *S. gortanii*, *Pseudohastigerina naguewichiensis*, *Chiloguembelina* sp., *Ciperoella anguliofficialis*, *Catapsydrax* sp.

در چاه بندلنگه آخرین حضور *Hantkenina* sp. که مرز

بالایی بیوزون E16 و همچنین شاخص مرز ائوسن-الیگوسن است، در عمق ۱۳۸۰ متری قرار دارد. مرز پایینی این بیوزون در چاه بندلنگه به علت شناسایی‌نشدن فسیل شاخص *Globigerinatheka index* قابل شناسایی نیست. همان‌طور که در بالا اشاره شد، از این عمق به پایین رسوبات به سن ائوسن هستند و فسیل‌های شاخص ائوسن از قبیل *Hantkenina* sp., *Globigerinatheka* sp., *Turborotalia cerroazulensis* در این چاه مشاهده شده‌اند. رویداد آخرین حضور *Turborotalia cerroazulensis* که شاهد دیگری بر ورود به ائوسن است، در عمق ۱۴۰۰ متری یعنی ۲۰ متر پایین‌تر از آخرین حضور *Hantkenina* sp. مشاهده شده است. این بازه بین این دو رویداد زیستی مطابق با برش نمونه مرز ائوسن-الیگوسن در ایتالیا است (Premoli Silva and Boersma 1988; Berggren and Pearson 2005).

سن و ارائه بیوزون‌های مرتبط انجامیده است. شناسایی و نام‌گذاری روزن‌داران شناور براساس منابع جدیدی Olsson et al. 2018; Wade et al. 2018 a, b; چون Spezzaferri et al. 2018 a, b; Leckie et al. 2018; Pearson et al. 2018 انجام شده است.

در اینجا بیوزون‌های شناسایی‌شده در برش و چاه‌های بررسی‌شده از قدیم به جدید معرفی می‌شوند.

### بیوزون اول

Zone E16. *Hantkenina alabamensis* Highest-occurrence Zone (Berggren and Pearson 2005; Wade et al. 2011)

تعریف: این بیوزون، بازه‌ای بین دو افق زیستی آخرین

حضور *Globigerinatheka index* در پایین و آخرین حضور *Hantkenina alabamensis* در بالاست.

این بیوزون معادل بخش بالایی بیوزون *Turborotalia cunialensis*/*Cribrohantkenina infiata* Concurrent-range Zone (P16) و کل بیوزون *Globigerina gortanii* *Turborotalia centralis* Consecutive-range Zone (P17) متعلق به بیوزوناسیون Blow 1969, 1959 و نیز معادل با بیوزون *Turborotalia cerroazulensis* Interval/Partial-range Zone (P17) مربوط به بیوزوناسیون Berggren and Miller 1988; Berggren et al. 1995 است.

سن: 34.3-33.7 Ma (late Priabonian)

مرز بالایی بیوزون E16 در برش چمپه براساس آخرین حضور *Hantkenina alabamensis* و به‌طور کلی انقراض جنس *Hantkenina* در نمونه ARP 5818 در متر ۹۲ متری قاعده برش شناسایی شده است که شاخصی برای مرز ائوسن/الیگوسن محسوب می‌شود. به علت مشاهده‌نشدن *Globigerinatheka index* که شاخص مرز پایینی این بیوزون است، حد پایینی این بیوزون قابل شناسایی نیست و از ابتدای برش تا نمونه ARP 5818 را که آخرین حضور *Hantkenina alabamensis* در آن ثبت شده است، به این بیوزون مربوط می‌دانیم.

سن: 33.7-32.0 Ma; early Oligocene (early Rupelian)  
در برش چمپه، این بیوزون به ضخامت ۱۴۳ متر از نمونه ARP 5818 در متر ۹۲ متری تا نمونه ARP 5852 در متر ۲۳۵ متری مشخص می‌شود. براساس بررسی روزن‌داران شناور در این برش، آخرین حضور *Hantkenina alabamensis* در نمونه ARP 5818 بوده است که مرز زیرین این بیوزون را تشکیل می‌دهد؛ همچنین آخرین نمونه از *Pseudohastigerina naguewichiesis* در نمونه ARP 5852 مشاهده شده است که مرز بالایی این بیوزون را تشکیل می‌دهد.

روزن‌داران شناور یافت‌شده در این بخش از برش چمپه عبارت‌اند از:

*Chiloguembelina* sp., *Subbotina corpulenta* S. *eocaena*, *S. gortanii*, *Globoturborotalia ouachitaensis*, *G. gnaucki*, *Globigerina officinalis*, *Dentoglobigerina galavisi*, *D. venezuelana*, *Pseudohastigerina naguewichiensis*, *Paragloborotalia nana*, *ciperoella anguliofficialis*, *Turborotalia ampliapertura*, *Catapsydrax* sp.

در چاه سفید، این بیوزون با ضخامت ۳۳ متر معرفی می‌شود. مرز بالایی آخرین حضور *Pseudohastigerina naguewichiensis* در عمق ۶۰۹ متری و مرز پایینی آخرین حضور *Hantkenina* sp. در عمق ۶۴۲ متری است.

فرامینفرای پلانکتیک همراه در این بخش عبارت‌اند از:  
*Turborotalia ampliapertura*, *Paragloborotalia nana*, *Globigerina* sp., *Subbotina eocaena*, *S. gortanii*, *Globigerinella obesa*, *Pseudohastigerina naguewichiensis*, *Chiloguembelina* sp, *Ciperoella anguliofficialis*, *Catapsydrax* sp.

#### بیوزون سوم

Zone O2. *Turborotalia ampliapertura* Highest-occurrence Zone (Berggren and Pearson 2005; Wade et al. 2011)  
تعریف: این بیوزون بازه‌ای را شامل می‌شود که بین بالاترین حضور *Pseudohastigerin naguewichiesis* و بالاترین حضور *Turborotalia ampliapertura* قرار دارد.

در چاه تفتان بیوزون P17 بازه‌ای بین آخرین حضور *Turborotalia* و انقراض *Cribrorotalia inflata* است. این بیوزون معادل بیوزون E16 است که در برش‌های پیشین ارائه شده است. به دلیل شناسایی نشدن جنس *Hantkenina* در این برش و با وجود اهمیت این جنس در تعیین سن و ارائه بیوزوناسیون در نهشته‌های آخر ائوسن، تعیین مرز ائوسن/ الیگوسن و همین‌طور مرز E16/ O1 در این چاه با جنس *Hantkenina* انجام نمی‌شود و در عوض با گونه *Turborotalia cerroazulensis* انجام می‌شود. در کارهای قدیمی‌تر نیز همین تاکسا، اساس تعیین مرز بین ائوسن و الیگوسن بوده است (Berggren et al. 1995)؛ بنابراین نهشته‌های زیر این عمق به سن ائوسن پسین است. مرز زیرین این بیوزون در این چاه شناسایی نشده است. حضور *Globigerinatheka* sp. پس از این عمق نیز، گواه دیگری بر ورود به ائوسن است.

روزن‌داران شناور همراه در این بخش عبارت‌اند از:

*Globigerina* sp., *Subbotina eocaena*, *Chiloguembelina* sp., *Globoturborotalia ouachitaensis*, *Turborotalia cerroazulensis*, *Globigerinatheka* sp.  
این بیوزون با بیوزون شماره ۵۲ وایند (Wynd 1965) *Globorotalia cerroazulensis*- *Hantkenina* ass. Zone هم‌ارز است.

#### بیوزون دوم

Zone O1. *Pseudohastigerina naguewichiensis* Highest-occurrence Zone (Berggren and Pearson 2005; Wade et al. 2011)  
تعریف: این بیوزون، بازه‌ای از آخرین حضور *Hantkenina alabamensis* تا آخرین حضور *Pseudohastigerina naguewichiensis* را شامل می‌شود.  
این بیوزون معادل *Turborotalia cerroazulensis*- *Pseudohastigerina* spp. Interval Zone (PI8) متعلق به Berggren et al. 1995 است.

جمعاً به ضخامت ۳۵۵ متر است، به بیوزون‌های O1- O2 نسبت داده می‌شود.

از روزن‌داران شناور همراه می‌توان به فرم‌های زیر اشاره

کرد:

*Turborotalia ampliapertura*, *Paragloborotalia nana*, *Globigerina* sp., *Subbotina eocaena*, *S. gortanii*, *Globigerinella obesa*, *Chiloguembelina* sp, *Ciperoella anguliofficialis*, *Globoturborotalia ouachitaensis*.

در چاه تفتان، همان‌طور که پیش از این بیان شد، به علت

مشاهده‌نشدن هیچ فرمی از *hantkeninids*، مرز ائوسن به

الیگوسن براساس آخرین حضور *Turborotalia cerroazulensis* تعیین و از بیوزون P17 استفاده شده است.

در ادامه برای این برش مجموعه بیوزون P18. *Turborotalia cerroazulensis-Pseudohastigerina* spp. Interval Zone / P19. "*Turborotalia*" *ampliapertura* Interval Zone (Berggren and Miller 1988) تشخیص داده شد. این بیوزون‌ها

معادل (Berggren and Pearson 2005; Wade et al. 2011) O1- O2

است که در برش‌های پیشین نیز تشخیص داده شدند.

به علت نبود جنس *Pseudohastigerina* در این بخش،

تفکیک دو بیوزون P18 و P19 از یکدیگر امکان‌پذیر نیست؛

بنابراین از عمق ۲۶۹۵ متری که آخرین حضور *Turborotalia*

*ampliapertura* یعنی مرز بالایی زون P19 است تا عمق

۳۰۰۲ متری که آخرین حضور *Turborotalia*

*cerroazulensis* و مرز پایینی زون P18 است، به صورت

بیوزون‌های P18/ P19 مشخص شدند.

روزن‌داران شناور همراه در این بازه عبارت‌اند از:

*Turborotalia ampliapertura*, *Globigerina* sp., *Subbotina eocaena*, *Globigerinella obesa*, *Chiloguembelina* sp., *Globoturborotalia ouachitaensis*.

#### بیوزون چهارم

Zone O3. *Dentoglobigerina sellii* Partial-range Zone (Berggren and Pearson 2005; Wade et al. 2011)

تعریف: این بیوزون بخشی از محدوده سنی

*Dentoglobigerina sellii* را شامل می‌شود که بین انقراض

*Ciperoella* و *Turborotalia ampliapertura* ظهور

*angulisuturalis* واقع شده باشد.

این بیوزون معادل *Turborotalia ampliapertura*

Berggren and Miller 1988, Berggren et al. 1995

است.

سن: 32.0-30.3 Ma; early Oligocene (middle-late

Rupelian)

در برش چمپه، همان‌طور که در بالا بیان شد، آخرین حضور

*Pseudohastigerina naguewichiensis* در نمونه ARP5852

دیده شده است که به‌مثابه رأس بیوزون O1 و نیز قاعده

بیوزون O2 محسوب می‌شود. آخرین حضور *Turborotalia*

*ampliapertura* نیز در نمونه ARP 5868 در متراژ ۲۹۸ متری

برش دیده شده است که مرز بالایی بیوزون را مشخص

می‌کند. بدین ترتیب بیوزون O2 با ضخامت ۶۳ متر از متراژ

۲۳۵ تا ۲۹۸ متری برش چمپه دیده می‌شود.

روزن‌داران شناور یافت‌شده در این بخش از برش چمپه

عبارت‌اند از:

*Chiloguembelina* sp., *Subbotina gortanii*, *Globoturborotalia ouachitaensis*, *G. gnaucki*, *Globigerina officialis*, *Dentoglobigerina venezuelana*, *D. prasaepis*, *Paragloborotalia nana*, *ciperoella anguliofficialis*, *Turborotalia ampliapertura*, *Catapsydrax* sp.

در چاه سفید، بیوزون O2 به ضخامت ۶۱ متر در عمق

۵۴۸ متری تا ۶۰۹ متری مشخص می‌شود. مرز بالایی آخرین

حضور *Turborotalia ampliapertura* و مرز پایینی آخرین

حضور *Pseudohastigerina naguewichiensis* است.

روزن‌داران شناور همراه در این بیوزون عبارت‌اند از:

*Turborotalia ampliapertura*, *Paragloborotalia nana*, *Globigerina* sp., *Subbotina eocaena*, *Globigerinella obesa*, *Catapsydrax* sp., *Chiloguembelina* sp, *Ciperoella anguliofficialis*.

در چاه بندلنگه به علت مشاهده‌نشدن تاکسای کلیدی

*Pseudohastigerina naguewichiensis* که آخرین حضور

آن مرز پایینی زون O2 و مرز بالایی زون O1 است، تفکیک

بین این دو بیوزون امکان‌پذیر نیست؛ به همین سبب از عمق

۱۰۲۵ متری که آخرین حضور *T. ampliapertura* بوده تا

عمق ۱۳۸۰ متری که آخرین حضور *Hantkenina* sp. بوده و

*Globigerina* sp., *Globigerinella obesa*, *Chiloguembelina* sp., *Subbotina gortanii*, *Ciperoella anguliofficialis*.

در چاه تفتان این بیوزون معادل بیوزون (Berggren and Miller 1988) P20 بوده که بازه‌ای بین آخرین حضور *Turborotalia ampliapertura* و اولین حضور *C. angulisuturalis* است. در این چاه، مرز پایینی این بیوزون یعنی آخرین حضور *Turborotalia ampliapertura* در عمق ۲۶۹۵ متری دیده شده است، ولی مرز بالایی به علت مشاهده نشدن *C. angulisuturalis* تشخیص داده نمی‌شود. از روزن‌داران شناور همراه *Globigerina* sp., *Globigerinella obesa*, *Chiloguembelina* sp. نام‌بردنی است.

بر اساس بررسی‌های انجام‌شده در برش‌های مطالعه‌شده، رسوب‌گذاری سازند پابده در این منطقه تا سن الیگوسن (روپلین) ادامه داشته است. همان‌طور که در بالا بیان شد، مرز ائوسن/الیگوسن منطبق بر بیوزون E16 بوده و بیوزون‌های O1, O2 و O3 نیز متعلق به روپلین در سازند پابده معرفی شده است.

بیوزون‌های معرفی‌شده در این مقاله، بر اساس راهنمای بین‌المللی چینه‌نگاری (Salvador 1994; Murphy and Salvador 1999) ایتروال زون محسوب می‌شوند. لازم به یادآوری است برگرن و پیرسون (Berggren and Pearson 2005) ایتروال زون را به پنج گروه تقسیم کردند؛ این پنج گروه عبارت‌اند از: Concurrent-Taxon-Range Zone (TRZ), Highest-Occurrence Zone (HOZ), Range Zone (CRZ), Lowest-Occurrence Zone (LOZ), Partial-Range Zone (PRZ) (Berggren and Pearson 2005). بیوزون‌های O1, O2 و O3 مطابق با بیوزون شماره ۵۴ و ایند *Haplophragmium slingeri*- *Small globigerinids* (Wynd 1965) *Zeauvigerina* assemblage zone است.

این بیوزون معادل است با:

*Dentoglobigerina sellii* Partial-range Zone [P20] (Berggren and Miller 1988; Berggren et al. 1995).

سن: 30.3-29.4 Ma; late early Oligocene (late

Rupelian)

در برش چمپه، مرز زیرین این بیوزون، آخرین حضور *Turborotalia ampliapertura* در متر ۲۹۸ متری و نمونه ARP 5868 است. مرز بالایی به علت نبود *Ciperoella angulisuturalis* قابل شناسایی نیست. به سمت بالا و تا پایان سازند پابده از فراوانی روزن‌داران شناور به شدت کاسته شده است؛ به همین دلیل بیوزون O3، آخرین بیوزون شناسایی‌شده بر مبنای روزن‌داران شناور در این برش است. با پایان یافتن سازند پابده، آهک‌های سازند آسماری روی پابده نهشته شده‌اند.

در چاه سفید، بیوزون O3 از عمق ۵۴۸ متری به بالا تشخیص داده شد. مرز بالایی بیوزون در این چاه مشاهده نشده، ولی مرز پایینی که آخرین حضور *T. ampliapertura* است، در عمق ۵۴۸ متری مشاهده شده است.

دیگر روزن‌داران شناور همراه در این بیوزون عبارت‌اند

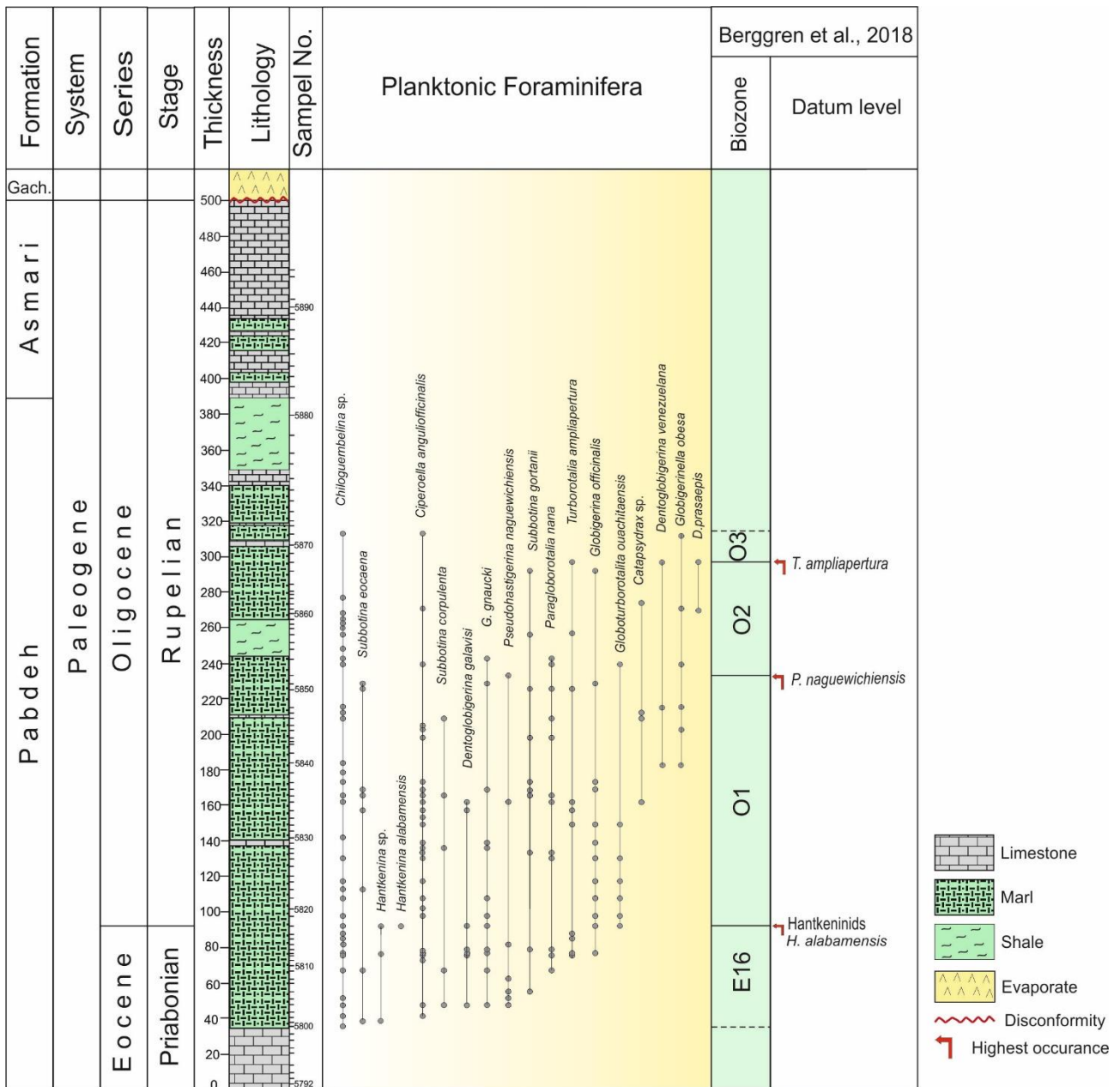
از:

*Paragloborotalia nana*, *Globigerina* sp., *Subbotina eocaena*, *Globigerinella obesa*, *Catapsydrax* sp., *Chiloguembelina* sp.

در برش چاه بندلنگه، بیوزون O3 از متر ۱۰۲۵ متری به بالا مشخص شده است. شناسایی این بیوزون در اینجا فقط بر اساس مرز پایینی صورت گرفته که آخرین حضور *T. ampliapertura* در عمق ۱۰۲۵ متری است. مرز بالایی که اولین حضور *C. angulisuturalis* است، همچون برش‌های دیگر در این برش نیز قابل شناسایی نیست.

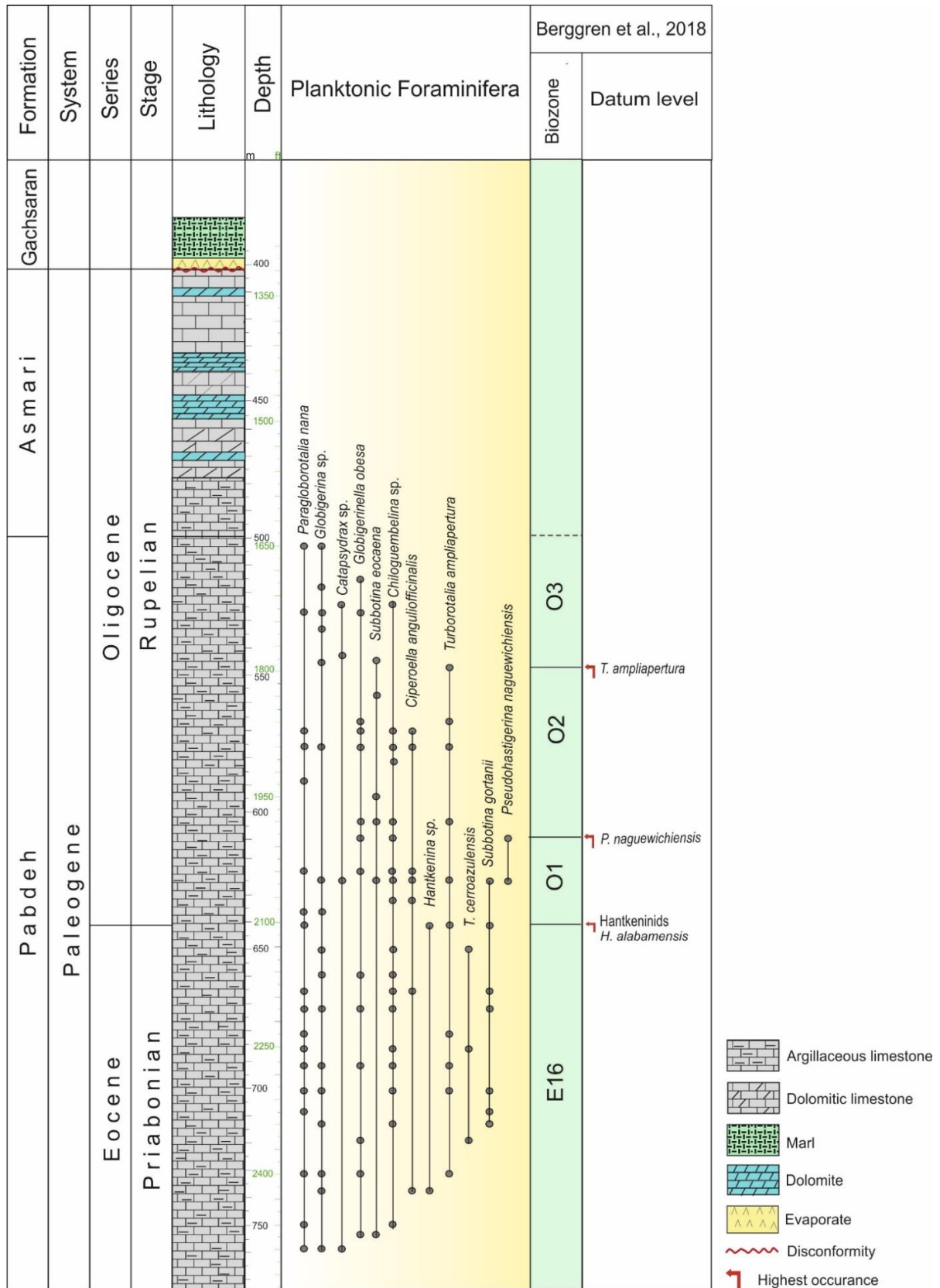
دیگر روزن‌داران شناور همراه در این بیوزون عبارت‌اند

از:



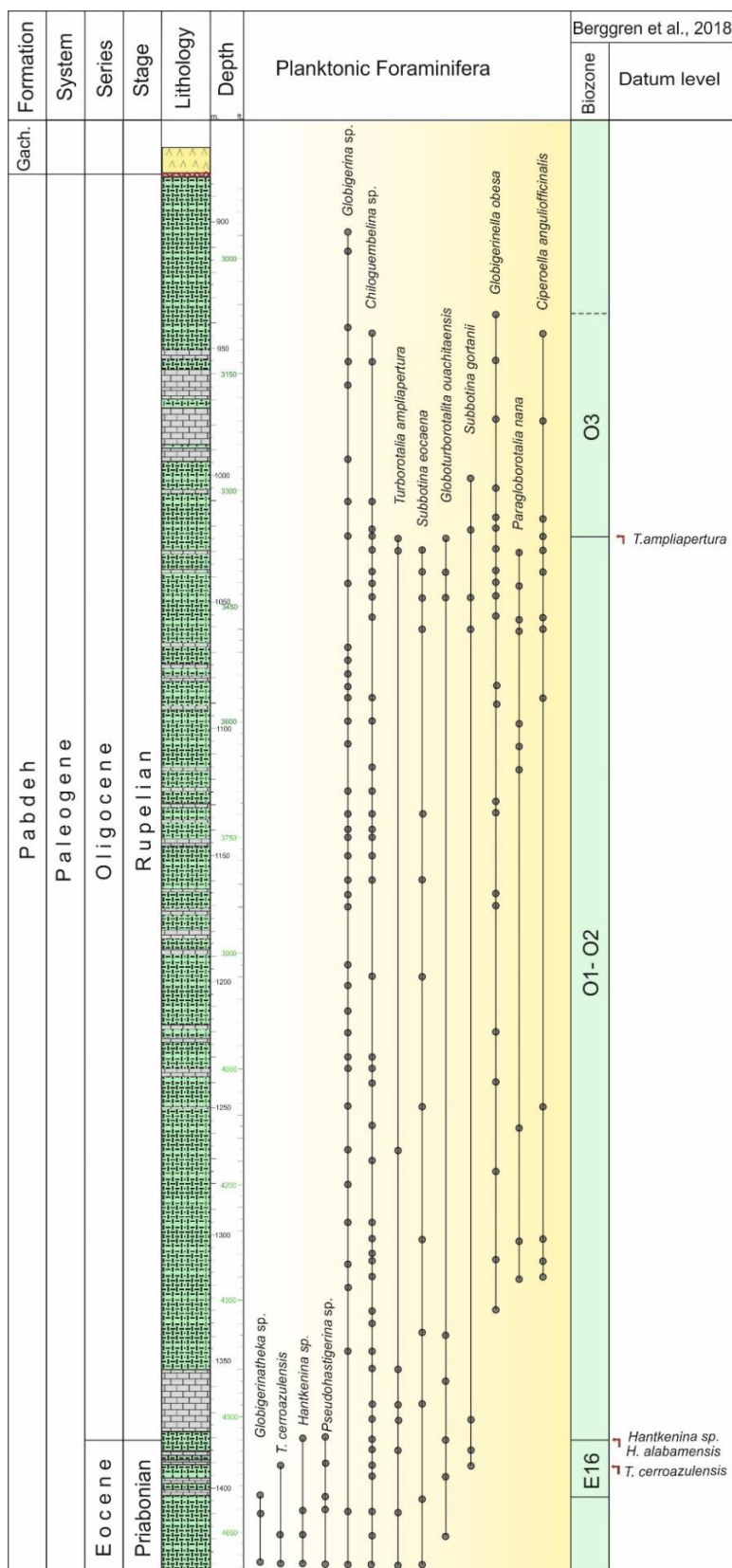
شکل ۳- گسترش روزن‌داران شناور الیگوسن سازند پابده و بیوزوناسیون مرتبط با آن در برش سطحی چمپه

Fig. 3- Distribution of planktonic foraminifera and biozonation of the Pabdeh Formation at Champeh section.



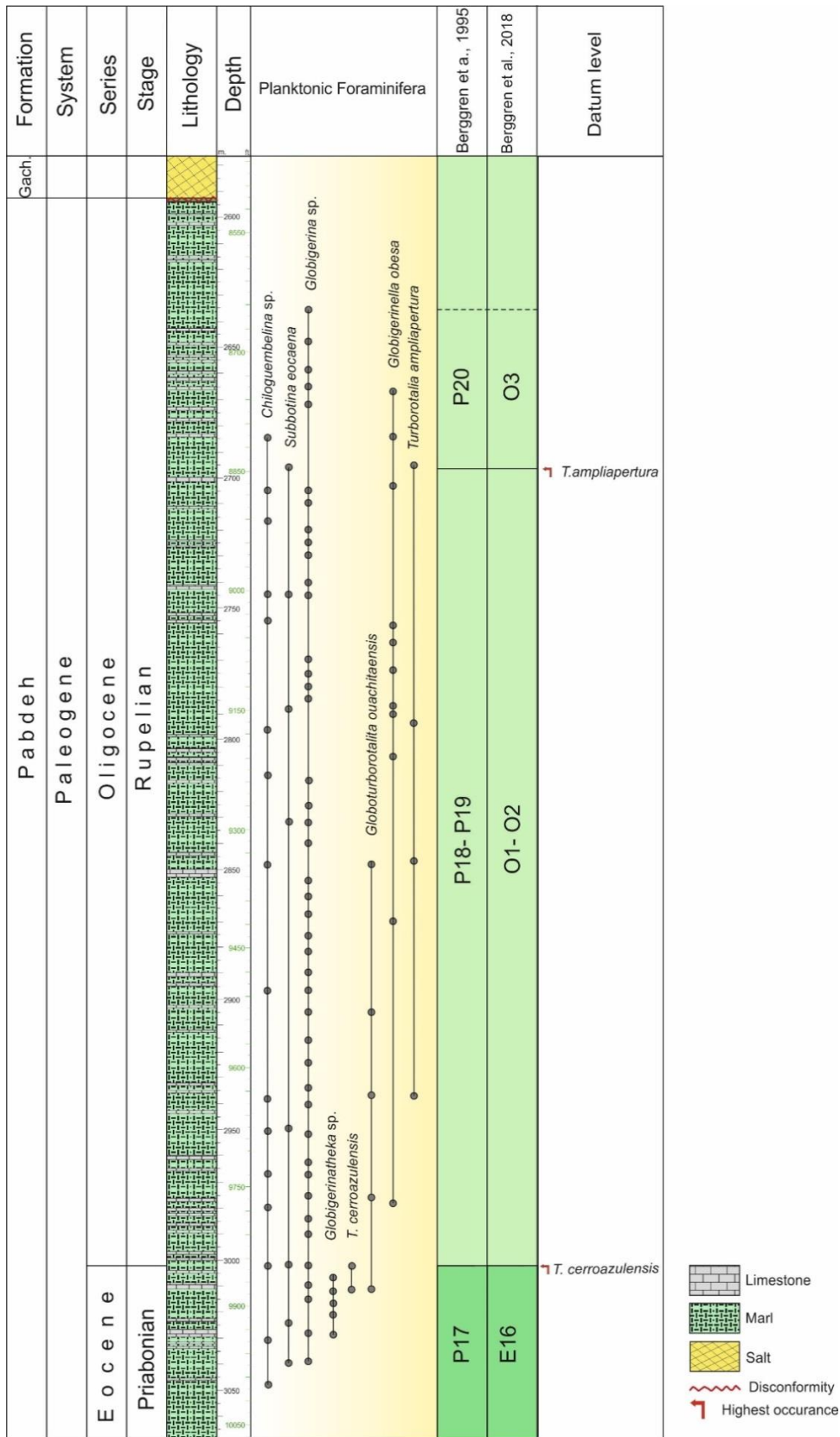
شکل ۴- گسترش روزن‌داران شناور و بیوزوناسیون مرتبط با آن در چاه سفید

Fig. 4- Distribution of planktonic foraminifera and biozonation of the Pabdeh Formation at Safid well.



شکل ۵- گسترش روزن‌داران شناور و بیوزوناسیون مرتبط با آن در چاه بندلنگه

Fig. 5- Distribution of planktonic foraminifera and biozonation of the Pabdeh Formation at Bande Lengeh well.



شکل ۶- گسترش روزن‌داران شناور و بیوزوناسیون مرتبط با آن در چاه تفتان

Fig. 6- Distribution of planktonic foraminifera and biozonation of the Pabdeh Formation at Taftan well.



## تطابق زیست‌چینه‌نگاری برش‌های مطالعه‌شده و مقایسه با مناطق دیگر

در اوایل پالئوژن در زاگرس سه ناوه (تراف، گودال) تئیس، خوزستان و لنگه وجود داشت که با پشته‌هایی از یکدیگر جدا بودند (Aghanabati 2011)؛ تراف بزرگ تئیس واقع در شمال شرق خوزستان، تراف خوزستان که از شرق عراق تا فارس ساحلی امتداد داشته و تراف لنگه که در ادامه تراف خوزستان تا حوالی ساحل عمان گسترش داشته است (Motiei 1995).

در ائوسن میانی، پس‌روی عمومی همراه با بالا آمدن آغاز شده است و در پایان ائوسن، فقط مناطق مرکزی تراف‌ها در زیر آب باقی مانده‌اند. طی الیگوسن، پلاتفرم فارس داخلی و شمال خاوری لرستان از آب بیرون مانده، ولی در تراف‌های خوزستان و لنگه، رسوب‌گذاری نهشته‌های عمیق پابده ادامه داشته است (Aghanabati 2011; Motiei 1995).

چرخه رسوبی آسماری مبین کم‌عمق و محدود شدن حوضه رسوبی است (Motiei 1995). منطقه مطالعه‌شده در تراف لنگه واقع شده است. در بخش‌های کم‌عمق حوضه، با افت سطح آب، روی سازند پابده، سازند کربناته آسماری نهشته شده است (برش چمپه و چاه سفید)؛ در حالی که در همین زمان در بخش‌های عمیق‌تر حوضه، همچنان رسوب‌گذاری سازند پابده تداوم داشته است (چاه بندلنگه و چاه تفتان). در ادامه با کاهش سطح آب و بسته شدن حوضه، ارتباط حوضه با دریای آزاد به تدریج قطع شده و روی سازند پابده تبخیری‌های سازند گچساران نهشته شده است. شکل ۷، گسترش جانبی و تطابق زیست‌چینه‌نگاری را بین برش‌های بررسی‌شده در منطقه در یک روند شمال غرب- جنوب شرق نشان می‌دهد. نهشته‌های الیگوسن سازند پابده در روند بررسی‌شده در چاه سفید کمترین ضخامت را دارد و به سمت جنوب شرق ضخامت بیشتر شده است؛ به نحوی که در چاه بندلنگه بیشترین ضخامت را دارد.

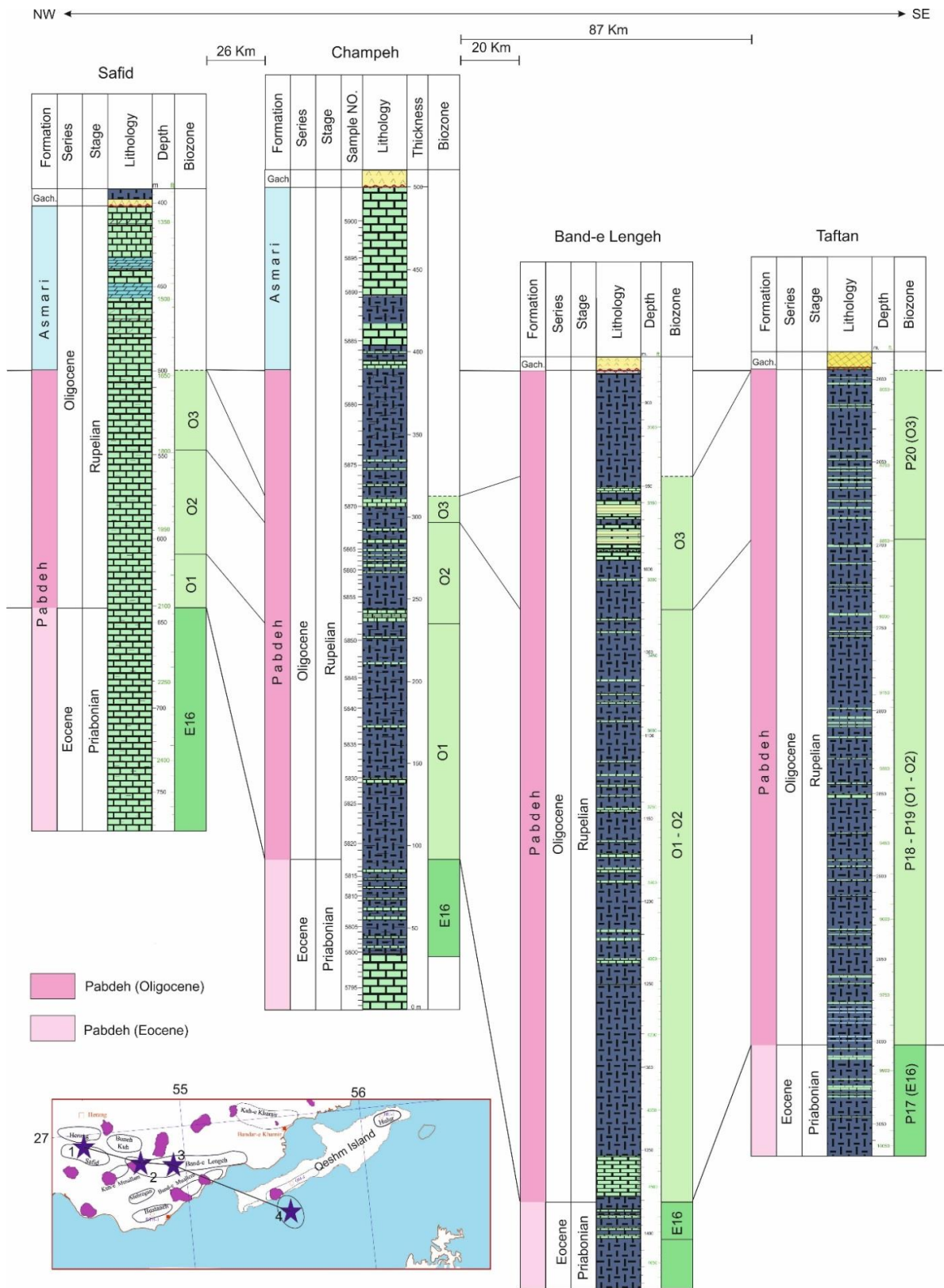
در این بخش، مقایسه نهشته‌های الیگوسن سازند پابده در منطقه بررسی‌شده با نهشته‌های هم‌ارز در پژوهش‌های پژوهشگران دیگر، مدنظر قرار می‌گیرد. در شکل ۸، مناطقی نشان داده شده که رسوبات الیگوسن سازند پابده در آنها

بررسی شده است. در شکل ۸، نتایج حاصل از این بررسی و نیز برش‌های کارشده توسط دیگر پژوهشگران به تفکیک ضخامت و سن این نهشته‌ها و همچنین بیوزون‌های ارائه‌شده برای این بخش از سازند پابده نشان داده شده است. چهار برش در پهنه ایزه (برش‌های تنگ حتی ۱، تنگ پابده ۲ و چهارده ۳ Hadavandkhani 2015 و برش کوه لار ۴ Daneshian et al. 2015) و سه برش در پهنه فارس (برش نره ۵ Daneshian et al. 2012، چاه هالگان ۶ Norouzi et al. 2014 و برش تنگ زنجیران ۷ Babazade et al. 2010) انتخاب شده‌اند.

به‌منظور انجام تطابق بین برش‌های بررسی‌شده در این پژوهش با سایر برش‌ها، در برش‌هایی که بیوزون‌ها براساس وایند (Wynd 1965) شناسایی شده بودند، با توجه به محتویات روزن‌داران شناور گزارش‌شده، بیوزوناسیون جدید برگرن و همکاران (Berggren et al. 2018) در این پژوهش برای این برش‌ها (برش نره 2012 Daneshian et al. و چاه هالگان 2014 Norouzi et al.) مشخص شده است.

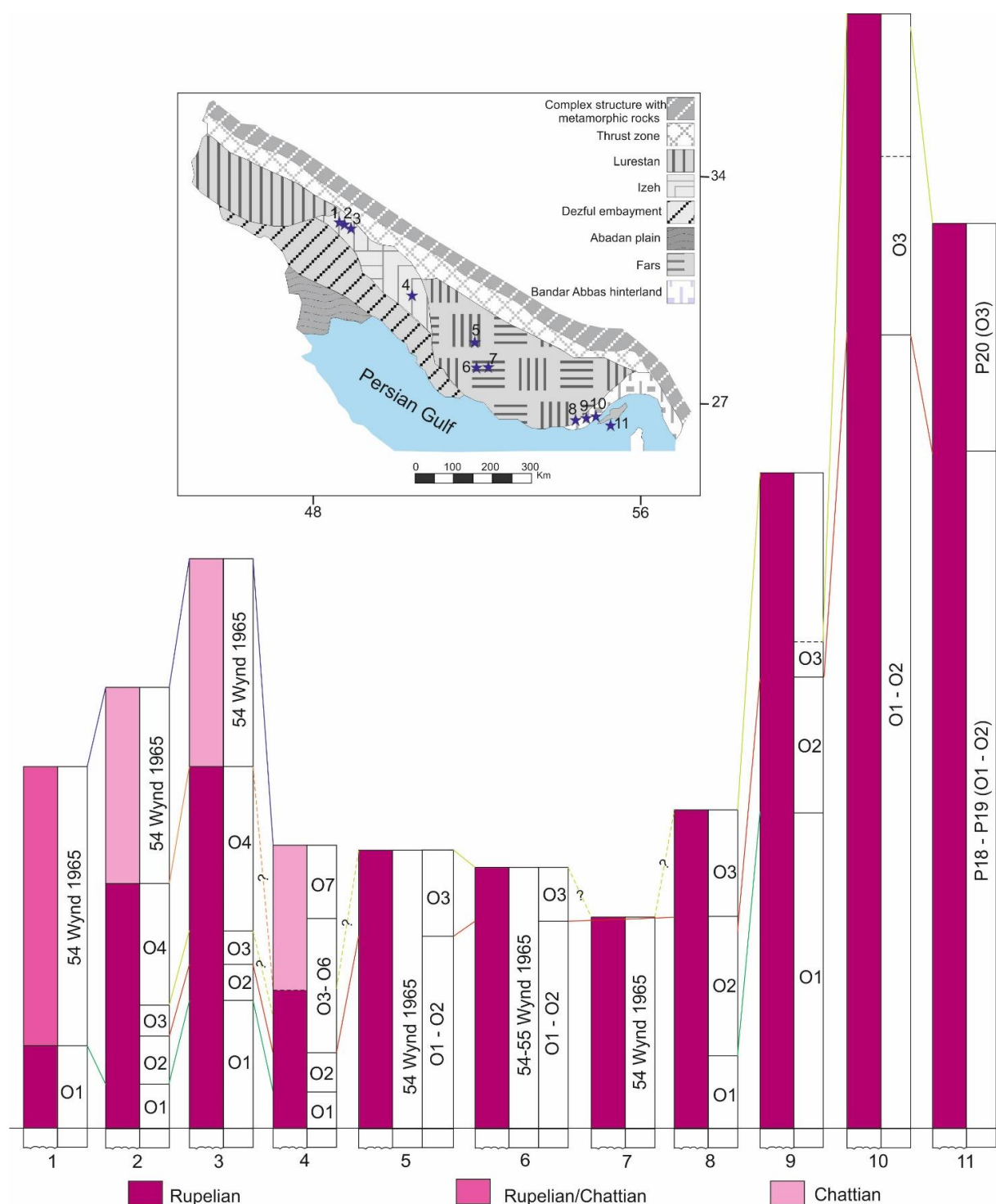
براساس بررسی‌های زیست‌چینه‌نگاری در منطقه پژوهش، سن نهشته‌های الیگوسن سازند پابده در پس خشکی بندرعباس (چاه سفید، برش چمپه، چاه بندلنگه و چاه تفتان) به سن روپلین و شامل بیوزون‌های O1, O2, O3 است و حتی تا انتهای روپلین نمی‌رسد. برش‌های نره، تنگ زنجیران و چاه هالگان نیز که در پهنه فارس واقع شده‌اند، به سن روپلین است. در برش‌های تنگ حتی، تنگ پابده، چهارده و کوه لار که در پهنه ایزه واقع شده‌اند، بیوزوناسیون جهانی (Wade et al. 2011) برای تفکیک این نهشته‌ها استفاده شده است. نهشته‌های الیگوسن سازند پابده در این برش‌ها به سن روپلین- شاتین است.

مقایسه و تطابق برش‌های یادشده نشان می‌دهد در پس خشکی بندرعباس، نهشته‌های الیگوسن سازند پابده ضخامت بیشتری دارد و به سن روپلین است. این نهشته‌ها به سمت پهنه فارس نیز با همان سن است، ولی از ضخامت آنها کاسته شده است. به سمت پهنه ایزه این نهشته‌ها جوان‌تر شده است؛ به‌طوری که تا شاتین ادامه داشته، اما ضخامت آنها نسبت به منطقه پژوهش کمتر است (شکل ۸).



شکل ۷- مقایسه و مطابقت نهشته‌های الیگوسن سازند پابده در منطقه پژوهش؛ ۱. چاه سفید، ۲. برش چمپه، ۳. چاه بندلنگه، ۴. چاه تفتان

Fig. 7. Correlation of Oligocene deposits of the Pabdeh Formation in study area: 1. Safid well, 2. Champch section, 3. Bande Lengeh well, 4. Taftan well.



شکل ۸- مقایسه و تطابق نهشته‌های الیگوسن سازند پابده در پس خشکی بندرعباس و پهنه‌های فارس و ایذه. برش ۱، ۲ و ۳ Hadavandkhani 2015، برش ۴ Daneshian et al. 2015 در پهنه ایذه، برش ۵ Daneshian et al. 2012، برش ۶ Norouzi et al. 2014، برش ۷ Babazade et al. 2010 در پهنه فارس، برش‌های ۸ چاه سفید، ۹ چمپه، ۱۰ چاه بندلنگه و ۱۱ چاه تفتان بررسی شده در این پژوهش در پس خشکی بندرعباس

**Fig. 8. Correlation of Oligocene deposits of the Pabdeh Formation in Bandar Abbas Hinterland, Fars and Izeh Zones.** Sections nos. 1, 2, 3 Hadavandkhani 2015, section 4 Daneshian et al. 2015 in Izeh Zone, section 5 Daneshian et al. 2012, section 6 Norouzi et al. 2014, section 7 Babazade et al. 2010 in Fars Zone, sections 8 Safid well, 9 Champeh, 10 Bande Lengheh well, 11 Taftan well, study in this research in Bandar Abbas Hinterland.

## نتیجه

با بررسی‌های انجام‌شده در چهار برش انتخاب‌شده در منطقه مدنظر، نتایج زیر به دست آمده است:

۱. در پس خشکی بندرعباس ضخامت نهشته‌های الیگوسن سازند پابده از سمت شمال غرب به جنوب شرق نسبتاً افزایش یافته است؛ به طوری که در چاه سفید، کمترین ضخامت و در چاه بندلنگه، بیشترین ضخامت را دارد.

۲. ضخامت نهشته‌های الیگوسن سازند پابده در پس خشکی بندرعباس نسبت به پهنه فارس و ایذه بیشتر است؛ همچنین نهشته‌های الیگوسن سازند پابده به سمت پهنه ایذه جوان‌تر می‌شود.

۳. براساس مطالعات زیست‌چینه‌نگاری و شناسایی روزن‌داران شناور، تعداد چهار بیوزون منطبق بر بیوزوناسیون جهانی برای نهشته‌های الیگوسن سازند پابده در منطقه شناسایی شده است که عبارت‌اند از:

Zone E16. *Hantkenina alabamensis* Highest-occurrence Zone

Zone O1. *Pseudohastigerina naguwichiensis* Highest-occurrence Zone

Zone O2. *Turborotalia ampliapertura* Highest-occurrence Zone

Zone O3. *Dentoglobigerina sellii* Partial-range Zone

۴. رخدادهای زیستی موجود برای تفکیک بیوزون‌های شناسایی‌شده عبارت‌اند از: آخرین حضور جنس

*Hantkenina* برای تعیین مرز ائوسن به الیگوسن و نیز تفکیک مرز E16 و O1، آخرین حضور *Pseudohastigerina naguwichiensis* برای تفکیک بیوزون O1 و O2، آخرین حضور

*Turborotalia ampliapertura* برای تفکیک بیوزون O2 و O3.

براساس حوادث زیستی شناسایی‌شده، بیوزون E16

متعلق به بالاترین بخش ائوسن و بیوزون‌های O1, O2, O3 به سن روپلین مشخص شدند.

۵. با توجه به بیوزون‌های ارائه‌شده، سن این بخش از سازند پابده الیگوسن پیشین (روپلین) است.

۶. در دو برش چمپه و چاه سفید با افت سطح آب در

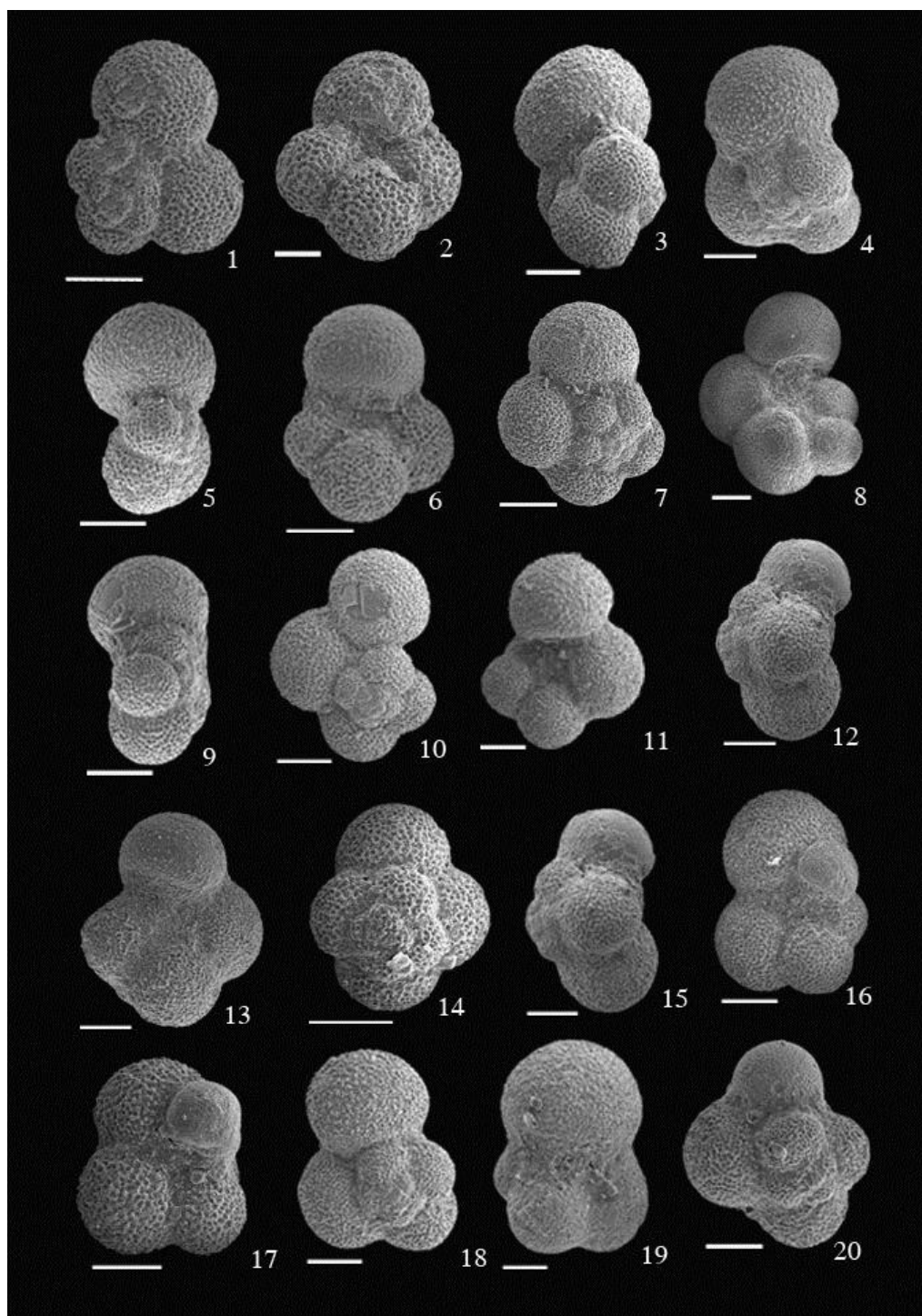
الیگوسن، حوضه محدود و سازند کربناته آسماری روی سازند پابده نهشته شده است؛ در حالی که در دو چاه تفتان و بندلنگه که در بخش عمیق‌تر تراف لنگه قرار گرفته‌اند، در همین زمان رسوب‌گذاری سازند پابده همچنان تداوم داشته است.

## References

- Aghanabati A. 2011. Geology of Iran. Geological Survey of Iran, Teheran, 586p. (In Persian)
- Al-Husseini M.I. 2000. Origin of the Arabian Plate Structures: Amar Collision and Najd Rift. *GeoArabia*, 5(4): 527-542.
- Babazadeh A. Baharan S. Parvanehnejad Shirazi M. and Bahrami M. 2010. Biostratigraphy of the Pabdeh Formation in Tang-e Zanjiran section (Southeast. Shiraz) based on planktonic foraminifera. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 26 (1): 145- 158. (In Persian)
- Behbahani R. Mohseni H. Khodabakhsh S. and Atashmard Z. 2010. Depositional environment of the Pabdeh Formation (Paleogene) elucidated from trace fossils, Zagros basin, W Iran. The 1<sup>st</sup> International Applied Geological Congress, Department of Geology, Islamic Azad University - Mashad Branch, Iran. (In Persian)
- Berggren W.A. and Pearson P.N. 2005. A revised tropical and subtropical Paleogene planktic foraminiferal zonation. *Journal of Foraminiferal Research*, 35: 279-298.
- Berggren W.A. Kent D.V. Swisher III C.C. and Aubry M.P. 1995. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. In: Berggren W.A. Kent D.V. Swisher C. C. III, Aubry M.P. and Hardenbol J. (Eds.), *Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlation*, SEPM (Society for Sedimentary Geology), Special Publication, 54:129- 212.
- Berggren W.A. and Miller K.G. 1988. Paleogene tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetobiochronology. *Micropaleontology*, 34: 362-380.
- Berggren W.A. Wade. B.S. and Pearson P.N. 2018. Oligocene chronostratigraphy and planktonic foraminiferal biostratigraphy: historical review and current state-of-the-art. In: Wade B.S. Olsson R.K. and Pearson P.N. (Eds.), *Atlas of Oligocene Planktonic Foraminifera*, Cushman Foundation Special Publication, 46: 29-54.
- Blow W.H. 1959. Age, correlation, and biostratigraphy of the upper Tocuyo (San Lorenzo) and Pozon formations, eastern Falcon, Venezuela. *Bulletin of*

- Planktonic Foraminifera, Cushman Foundation Special Publication, 46: 125-178.
- Mirzaee Mahmoodabadi R. 2014. Sedimentary Environments and Correlative Sequence Stratigraphy of Upper Cretaceous-Paleogene Succession in Shiraz Area, Fars, SW IRAN. *Open Journal of Geology*, 4: 1-17.
- Mohseni H. and Al-Aasm I.S. 2004. Tempestite deposits on a storm-influenced carbonate ramp: an example from the Pabdeh Formation (Paleogene), Zagros basin, SW Iran. *Journal of Petroleum Geology*, 27(2):163 – 178.
- Motiei H. 1995. Petroleum geology of Zagros. Geological Survey of Iran, Tehran, 1009 p. (in Persian)
- Murphy M. A. and Salvador A. 1999. International Stratigraphic Guide – An abridged version. *Episodes*, 22:4.
- Norouzi N. Daneshian J. Baghbani D. and Aghanabati S.A. 2014. Foraminiferal biostratigraphy of Oligocene to Lower Miocene deposits (Pabdeh, Asmari, Gachsaran formations) in south-west of Qir, Fars. *Iranian Journal of Geology*, 29: 59-74. (In Persian)
- Olsson R.K. Hemleben C. Coxall H.K. and Wade B.S. 2018. Taxonomy, Biostratigraphy, and Phylogeny of Oligocene *Ciperoella* n. gen. In: Wade B.S. Olsson R.K. and Pearson P.N. (Eds.), *Atlas of Oligocene Planktonic Foraminifera*, Cushman Foundation Special Publication, 46: 215- 230.
- Pearson P.N. Olsson R.K. Spezzaferri S. and Leckie R.M. 2018. Taxonomy, Biostratigraphy, and Phylogeny of Oligocene Globanomalinidae (*Pseudohastigerina* and *Turborotalia*). In: Wade B.S. Olsson R.K. and Pearson P.N. (Eds.), *Atlas of Oligocene Planktonic Foraminifera*, Cushman Foundation Special Publication, 46: 403-414.
- Premoli Silva I. and Boersma A. 1988. Atlantic Paleogene planktic foraminiferal bioprovincial indices. *Marine Micropaleontology*, 14: 357-371.
- Postuma S.A. 1971. *Manual of Planktic Foraminifera*. Elsevier, Amsterdam, 420 p.
- Salvador. A. 1994. *International Stratigraphic Guide: A Guide to Stratigraphic Classification, Terminology and Procedure*. Geological Society of America, 214 p.
- Sepehr M. and Cosgrove J.W. 2004. Structural framework of the Zagros fold-thrust belt, Iran. *Marine and Petroleum Geology*, 21: 829-843.
- Spezzaferri S. Coxall H.K. Olsson R.K. and Hemleben C. 2018a. Taxonomy, Biostratigraphy, and Phylogeny of Oligocene *Globigerina*, *Globigerinella*, and *Quiltyella* n. gen. In: Wade B.S. Olsson R.K. and Pearson P.N. (Eds.), *Atlas of Oligocene Planktonic Foraminifera*, Cushman Foundation Special Publication, 46: 179- 214.
- American Paleontology, 39: 61-251.
- Blow W.H. 1969. Late Middle Eocene to Recent planktic foraminiferal biostratigraphy, In Bronnimann P. and Renz H. H. (Eds.), *Proceedings of the First International Conference on Planktic Microfossils*, E.J. Brill, Leiden, 1: 199-422.
- Bolli H.M. and Saunders J.B. 1985. Oligocene to Holocene low latitude planktic foraminifera. In: Bolli H.M. Saunders J.B. and Perch-Nielsen K. (Eds.), *Plankton Stratigraphy*, Cambridge University Press, Cambridge, 155-262.
- Daneshian J. Baghbani D. Aghanabati S.A. and Norouzi N. 2012. Biostratigraphy of Oligocene and Lower Miocene Sediments (Pabdeh, Asmari, Gachsaran and Mishan Formation) on the basis of Foraminifera in Southwest Jahrum, Interior Fars. *Geosciences*, 21 (83): 157-166. (In Persian)
- Daneshian J. Shariati Sh. and Salsani A. 2015. Biostratigraphy and planktonic foraminiferal abundance in the phosphate-bearing Pabdeh Formation of the Lar Mountains (SW Iran). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie – Abhandlungen, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Germany*.
- Geological Division. 2004. *Zagros Structures*. National Iranian Oil Company (NIOC), Exploration Directorate.
- Habibi T. Nielsen J.K. Ponedelnik A.A. and Ruban D.A. 2017. Palaeogeographical peculiarities of the Pabdeh Formation (Paleogene) in Iran: new evidence of global diversity-determined geological heritage. *Journal of African Earth Sciences*, 133.
- Hadavandkhani N. 2015. Lithostratigraphy and biostratigraphy of the Pabdeh Formation in the Izeh zone (Chahardeh, Tange Hatti and north flank of Tange Pabdeh sections), PhD thesis, Shahid Beheshti University, Iran, 488 p. (in Persian)
- Hadavandkhani N. Sadeghi A. Adabi M.H. and Tahmasbi Sarvestani A. 2017. Stratigraphy and the introduction of new biozonationes in the Pabdeh Formation (Tange Hatti section, Izeh zone Khuzestan. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 33 (2): 1-18. (In Persian)
- James G.A. and Wynd J. 1965. Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area. *AAPG Bulletin*, 49:2182-2245
- Leckie R.M. Wade B. S. Pearson P.N. Fraass A.J. King D.J. Olsson R.K. Premoli Silva I. Spezzaferri S. and Berggren W.A. 2018. Taxonomy, Biostratigraphy, and Phylogeny of Oligocene and lower Miocene *Paragloborotalia* and *Parasubbotina*. In: Wade B.S. Olsson R.K. and Pearson P.N. (Eds.), *Atlas of Oligocene*

- Wade B.S. Olsson R.K. Pearson P.N. Edgar K.M. and Premoli Silva I. 2018a. Taxonomy, Biostratigraphy, and Phylogeny of Oligocene *Subbotina*. In: Wade B.S. Olsson R.K. and Pearson P.N. (Eds.), Atlas of Oligocene Planktonic Foraminifera, Cushman Foundation Special Publication, 46: 307-330.
- Wade B.S. Pearson P.N. Olsson R.K. Fraass A.J. and Leckie R.M. 2018b. Taxonomy, Biostratigraphy, and Phylogeny of Oligocene and lower Miocene *Dentoglobigerina* and *Globoquadrina*. In: Wade B.S. Olsson R.K. and Pearson P.N. (Eds.), Atlas of Oligocene Planktonic Foraminifera, Cushman Foundation Special Publication, 46: 331-384.
- Wynd J. 1965. Biofacies of Iranian Oil Consortium Agreement Area. IOOC Report, no. 1082: unpublished.
- Spezzaferri S. Olsson R.K. Hemleben C. Wade B.S. and Coxall H.K. 2018b. Taxonomy, Biostratigraphy, and Phylogeny of Oligocene and lower Miocene *Globoturbotalita*. In: Wade B.S. Olsson R.K. and Pearson P.N. (Eds.), Atlas of Oligocene Planktonic Foraminifera, Cushman Foundation Special Publication, 46: 231-268.
- Tabatabaei H. Motamed A. Soleimani B. and Kamali M.R. 2012. Chemical variation during Pabdeh Formation Deposition, Zagros Basin: Gurpi-Pabdeh-Asmari boundaries determination and Paleoenvironmental Condition. Geology and Geosciences, 1(1):102.
- Wade B.S. Pearson P.N. Berggren W.A. and Palike H. 2011. Review and revision of Cenozoic tropical planktic foraminiferal biostratigraphy and calibration to the geomagnetic polarity and astronomical time scale. Earth-Science Reviews, 104: 111-142.

**Plate 1**

1-3, *Globigerina officinalis*, Sample No: ARP 5821

4- 6, *Globigerinella obesa*, Sample No: ARP 5842

7- 9, *Ciperoella anguliofficialis*, Sample No: ARP 5861

10- 12, *Globoturborotalita gnaucki*, Sample No: ARP 5851

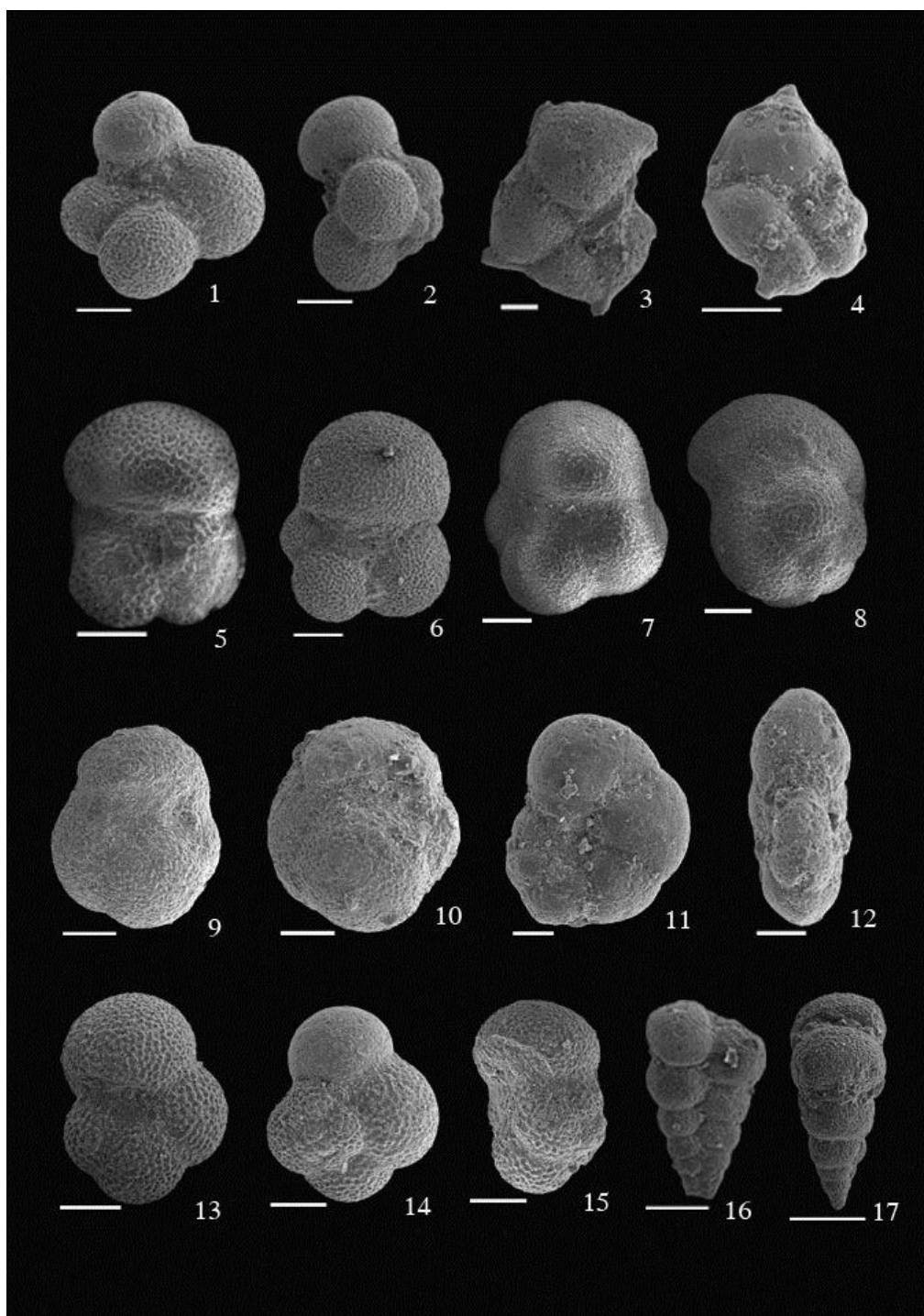
13-15, *Globoturborotalita ouachitaensis*, Sample No: ARP 5848

16- 17, *Subbotina corpulenta*, Sample No: ARP 5836

18- 19, *Subbotina eocaena*, Sample No: ARP 5836

20, *Subbotina gortanii*, Sample No: ARP 5827

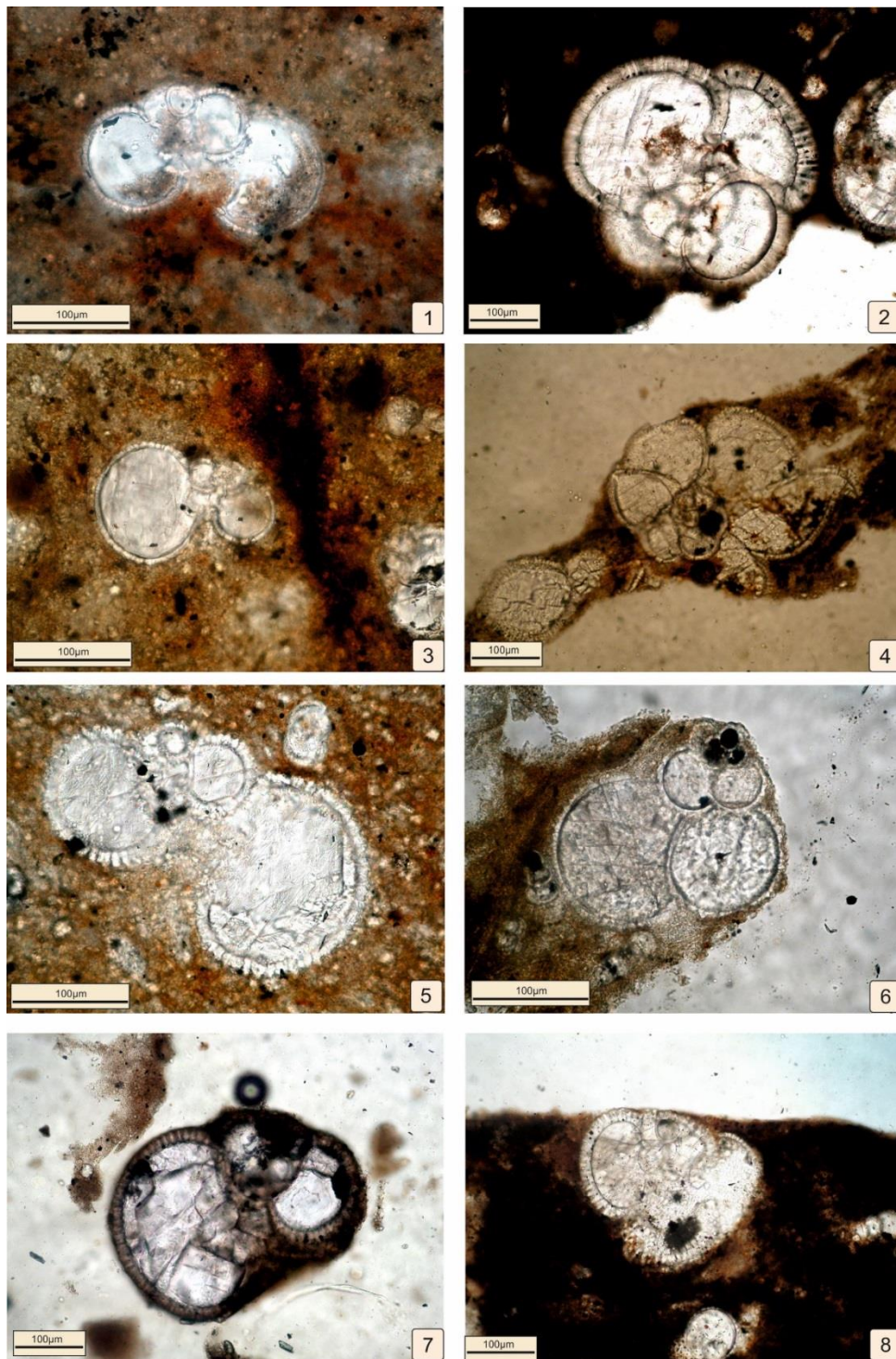
Scale bar: 1, 3-20 = 100  $\mu$ m, 2= 50  $\mu$ m.



**Plate 2**

- 1- 2, *Subbotina gortanii*, Sample No: ARP 5827  
 3, *Hantkenina alabamensis*, Sample No: ARP 5827  
 4, *Hantkenina* sp., Sample No: ARP 5827  
 5, *Dentoglobigerina galavisi*, Sample No: ARP 5827  
 6- 8, *Dentoglobigerina prasaepis*, Sample No: ARP 5827  
 9- 10, *Dentoglobigerina pseudovenezuelana*, Sample No: ARP 5827  
 11- 12, *Pseudohastigerina naguewichiensis*, Sample No: ARP 5827  
 13- 15, *Turborotalia ampliapertura*, Sample No: ARP 5827  
 16- 17, *Chiloguembelina* sp., Sample No: ARP 5827  
 Scale bar: 1-10, 13- 17 = 100  $\mu$ m, 11, 12= 50  $\mu$ m.





**Plate 3**

- 1, *Globigerina officinalis*, Taftan well, 2782m.
  - 2, *Globigerinatheka* sp. Band-e lengeh well, 1410m.
  - 3, *Globigerinella obesa*, Taftan well, 2704m.
  - 4, *Hantkenina* sp. Band-e lengeh well, 1410m.
  - 5, *Subbotina eoacaena*, Safid well, 595m.
  - 6, *Subbotina gortanii*, Band-e lengeh well, 1010m.
  - 7, *Turborotalia ampliapertura*, Taftan well, 2800m.
  - 8, *Turborotalia cerroazulensis*, Band-e lengeh well, 1420m.
- Scale bar: 100 µm

