

بررسی زیست‌چینه‌نگاری نانوفسیل‌های آهکی رسوبات پالتوسن - ائوسن میانی در شمال خاور کازرون

اعظم ماهانی‌پور^۱ و رضا افروز^۲

^۱دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
^۲کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
 تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۰۹

چکیده

در مطالعه حاضر، جهت بررسی زیست‌چینه‌نگاری نانوفسیل‌های آهکی رسوبات پالتوسن - ائوسن میانی، رسوبات قسمت‌های فوقانی سازند گورپی و قسمت‌های ابتدایی سازند پابده در شمال خاور کازرون (تاق‌دیس شاه‌نشین) مطالعه شد. ضخامت محدوده مورد مطالعه در برش مذکور ۵۰ متر و ترکیب سنگ‌شناسی آن شامل سنگ‌آهک مارنی، شیل مارنی و مارن است. بررسی نانوفسیل‌های آهکی در محدوده مورد مطالعه منجر به شناسایی ۱۸۰ گونه از ۳۱ جنس از نانوفسیل‌های آهکی شد. بر اساس جنس و گونه‌های شاخص شناسایی شده و بر مبنای زون‌بندی آگینی و همکاران زیست‌زون‌های CNP3 تا CNP11 در رسوبات پالتوسن و زیست‌زون‌های CNE1 تا CNE8 در رسوبات ائوسن ثبت شد که منطبق بر زیست‌زون‌های NP3 تا NP9 (در رسوبات پالتوسن) و NP10 تا NP14 (در رسوبات ائوسن) از زون‌بندی مارتینی است. بر اساس تجمع نانوفسیل‌های آهکی و زیست‌زون‌های نانوفسیلی ثبت شده، مرز پالتوسن - ائوسن در حد فاصل زون‌های CNP11/NP9 و CNE1/NP10 قرار گرفت که در محدوده آخرین حضور گروه *Fasciculithus richardii* و ضخامت ۲۲ متری است. انقراض جنس *Fasciculithus* نیز در ضخامت ۲۳ متری با آخرین حضور گونه *Fasciculithus tympaniformis* ثبت شد که شاخص ابتدای ائوسن است. همچنین ظهور جنس و گونه‌هایی از قبیل *Rhombaster spp.*، *Tribrachiatus bramlettei* و گونه نامتقارن *Discoaster araneus* مشابه با سایر نقاط دنیا در محدوده مرز پالتوسن - ائوسن ثبت شد.

کلیدواژه‌ها: زیست‌چینه‌نگاری، سازند پابده، سازند گورپی، نانوفسیل‌های آهکی، مرز پالتوسن - ائوسن.

E-mail: a_mahanipour@uk.ac.ir

*نویسنده مسئول: اعظم ماهانی‌پور

۱- پیش‌نوشتار

رشته‌کوه‌های زاگرس در کرتاسه پسین و بعد از حادثه کوهزایی لارمید و فرایندهای فرورانشی، به دلیل برخورد دو صفحه عربی و اوراسیا ایجاد شده‌اند (Alavi, 1980 and 1994). منطقه زاگرس از واحدهای زمین‌ساختی با اهمیت ایران است که شامل تاق‌دیس و ناودیس‌های باختر و جنوب باختر ایران می‌شود و گستره‌های لرستان، خوزستان و فارس را در برمی‌گیرد و ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ کیلومتر طول و ۱۰۰ تا ۳۰۰ کیلومتر عرض دارد. روند ساختار زاگرس شمال باختر - جنوب خاور است که از جنوب خاور ترکیه آغاز می‌شود و تا تنگه هرمز امتداد دارد و به‌طور مشخص بخشی از کوهزایی آلپ - هیمالیا به حساب می‌آید (Alavi, 2004).

سازند شیلی پابده در مقطع نمونه (تنگ پابده، شمال میدان نفتی لالی) ۷۹۸ متر ستبراً دارد که در بخش پایینی از ۱۴۰ متر شیل و مارن‌های آبی و ارغوانی (بخش شیل ارغوانی) و در بخش باقیمانده از شیل‌های خاکستری و لایه‌های سنگ‌آهک رسی و گاهی چرت‌دار تشکیل شده است. به زبان‌های آهکی سازند تله‌زنگ موجود در سازند پابده «بخش آهکی تله‌زنگ» گفته می‌شود (آقاباتی، ۱۳۸۳). تاکنون بررسی‌های متعددی از جنبه‌های مختلف فسیل‌شناسی بر روی سازندهای پابده و گورپی صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به مطالعات انجام شده توسط صادقی و هداوندخانی (۱۳۸۹)، نوروزی و همکاران (۱۳۹۳)، امین‌رسولی و همکاران (۱۳۹۱)، چگنی و همکاران (۱۳۹۵)، ربانی و همکاران (۱۳۹۳)، دانشیان و همکاران (۱۳۹۱) و بابازاده و همکاران (۱۳۸۹) در سازند پابده و مطالعات هم‌تی‌نسب و همکاران (۱۳۸۷) و Beiranvand et al. (2014) در سازند گورپی اشاره کرد. از جمله پژوهش‌های صورت گرفته بر اساس نانوفسیل‌های آهکی در سازندهای پابده و گورپی نیز می‌توان به مطالعات حیدری (۱۳۸۹)، پرندآور و همکاران (۱۳۹۲) و آهی‌فر و همکاران (۱۳۹۳) در سازند پابده و مطالعات کنی و صالحی (۱۳۸۰)، پرندآور و همکاران (۱۳۹۲)، Razmjooei et al. (2014) و Senemari (2015) و Najafpour et al. (2015) در سازند گورپی اشاره کرد. در مطالعه حاضر، هدف بررسی و تعیین مرز پالتوسن - ائوسن از نقطه نظر نانوفسیل‌های آهکی

است، لذا نانوفسیل‌های آهکی در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی و قسمت‌های تحتانی سازند پابده در ناحیه فارس داخلی در زاگرس مورد بررسی قرار گرفت.

۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه

در این پژوهش قسمت‌های فوقانی سازند گورپی و قسمت‌های تحتانی سازند پابده در تاق‌دیس شاه‌نشین واقع در شمال خاور شهرستان کازرون (در زون زاگرس)، ناحیه فارس داخلی) مورد بررسی قرار گرفت. مختصات جغرافیایی برش مورد مطالعه $۲۹^{\circ}۴۴'۳۵''$ شمالی و دسترسی به آن از طریق جاده شیراز به سمت قائمیه امکان‌پذیر است. در برش تحت بررسی، مرز سازندهای پابده و گورپی در قاعده شیل ارغوانی به‌صورت همشیب و پیوسته در نظر گرفته شده و مرز فوقانی سازند پابده با سازند آسماری نیز همشیب و پیوسته است. در شکل ۱ موقعیت منطقه و راه‌های دسترسی به برش و در شکل ۲ موقعیت برش در زون زاگرس و تاق‌دیس کوه شاه‌نشین دیده می‌شود.

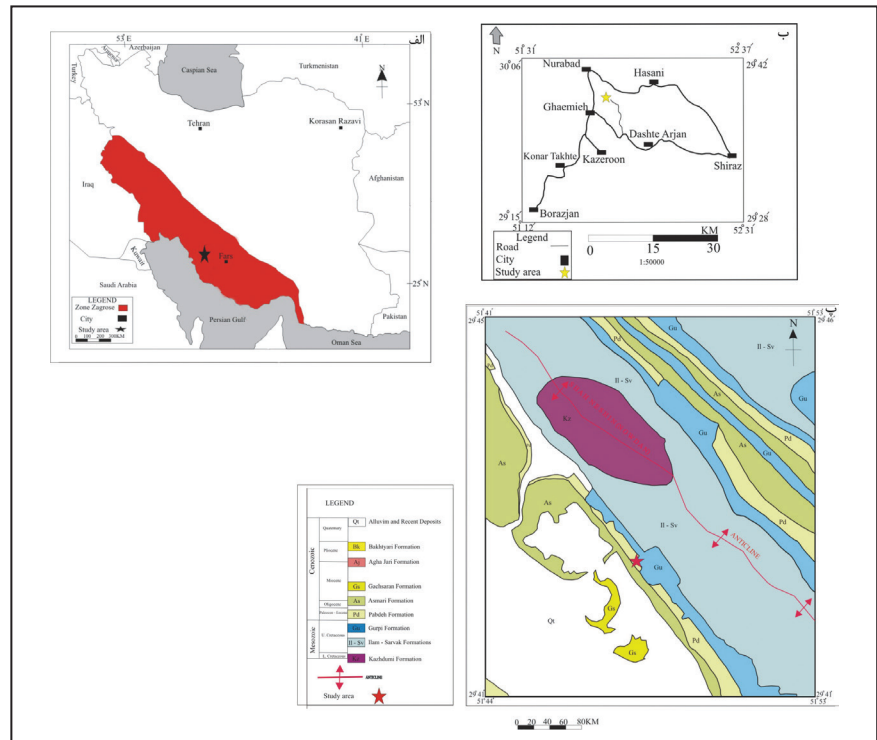
۳- نمونه‌برداری، آماده‌سازی و روش مطالعه

با توجه به اینکه در مطالعه حاضر هدف بررسی مرز پالتوسن - ائوسن از نقطه نظر نانوفسیل‌های آهکی با مدت زمان تقریبی ۲۰۰ هزار سال است، لذا در این مطالعه ۱۰۰ نمونه با فاصله ۰/۵ متر از ۱۵ متر فوقانی سازند گورپی (۳۰ نمونه) و ۳۵ متر تحتانی سازند پابده (۷۰ نمونه) در تاق‌دیس شاه‌نشین برداشت شد. به منظور جلوگیری از تأثیر آلودگی و هوازدگی، از عمق تقریبی ۲۰ سانتی متری نمونه‌برداری صورت گرفت. لیتولوژی محدوده مورد مطالعه شامل مارن، سنگ‌آهک‌های مارنی و شیل‌های مارنی است. در برش مورد مطالعه مرز زیرین سازند پابده با سازند گورپی و مرز بالایی آن با سازند آسماری همشیب و پیوسته است. در این پژوهش نمونه‌ها به روش اسمیر اسلاید پرک‌نیلسون (Perch - Nielsen, 1985) جهت مطالعات بیواستراتیگرافی آماده‌سازی

عکسبرداری از نمونه‌ها با استفاده از دوربین دیجیتال المپوس DP27 و با بزرگنمایی ۱۵۰۰× انجام شد.

شدند. نمونه‌ها با استفاده از میکروسکوپ نوری پلاریزان (Olympus BH2)، با لنز روغنی ۱۰۰× و لنز چشمی ۱۰× (بزرگنمایی ۱۰۰۰ برابر) مورد مطالعه قرار گرفتند.

شکل ۱- الف) نمایش موقعیت برش مورد مطالعه در زون زاگرس؛ ب) موقعیت منطقه و راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه در شمال خاور کازرون (اقتباس از بختیاری، ۱۳۸۴)؛ پ) موقعیت برش مورد مطالعه در تاقدیس شاه‌نشین (اقتباس از Macleod and Majedi, 1972 با تغییرات).



SYSTEM	SERIES	STAGE	FORMATION	THICKNESS	LITHOLOGY	SAMPLE NO.	Agmimi et al., 2014	This Study	Martini, 1971						
PALEOGENE	Eocene	Ypresian	PABDEH	100-99		100-99	CNE8	▲ B. N. cristata	Np14						
				97-95		CNE7	▼ T. D. lodoensis								
				93-91		CNE6	89-87	▲ Bc. D. sublodensis							
				85-83			FO D. sublodensis ▲								
				81-79			LO T. orthostylus ▼								
				77-75		CNE5	73-71	▲ T. orthostylus ▼		Np13					
				69-67			▲ Bc. D. lodensis	Np12							
				63-61		CNE4	59-57	▲ Bc. D. lodensis		Np11					
				55-53			▲ B. T. orthostylus	Np10							
				49-47		CNE2	45-43	▼ T. F. tympaniformis		Np9					
				41-39			▼ T. F. richardii group								
PALEOGENE	Eocene	Thanetian	GURPI	37-35		37-35	CNP11	▲ B. D. multiradiatus	Np8						
				33-31		CNP10	▲ B. D. backmanii								
				29-27		CNP9	▲ B. D. mohleri	Np7							
				25-23		CNP8	21-19	▲ B. H. kleinpellii		Np6					
				17-15			▲ B. H. cantabriae	Np5							
				13-11		CNP7	9-7	▲ B. F. ulii		Np4					
				5-3			▲ Bc. S. moriformis group								
				PALEOGENE		Eocene	Thanetian	GURPI		1-3		1-3	CNP5	▲ B. T. pertusus	Np3
										1-3		CNP4	▲ B. P. martinii		
										1-3		CNP3	▲ Bc. P. dimorphosus		
CRETACEOUS						Cc26a		Cc26a							

شکل ۲- نمایش ستون چینه‌شناسی، جنس و گونه‌های شاخص نانوفسیل‌های آهکی و زیست‌زون‌های نانوفسیلی ثبت شده در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی- قسمت‌های تحتانی سازند پابده در تاقدیس شاه‌نشین (شمال خاور کازرون).

۴- زیست‌چینه‌نگاری نانوفسیل‌های آهکی

نانوفسیل‌های آهکی به دلیل داشتن ویژگی‌های شاخص از جمله فراوانی زیاد، گسترش جغرافیایی وسیع و تکامل سریع یک ابزار دقیق و مهم جهت بررسی رسوبات مزوزویک و سنوزویک محسوب می‌شوند (Bown, 1998).

رسوبات سنوزویک توسط (Okada and Bukry (1980)، Martini (1971) و Varol (1989) و Agnini et al. (2014) زون‌بندی شده‌اند. در این مطالعه از دو زون‌بندی (Agnini et al. (2014) و Martini (1971) استفاده شد. (Agnini et al. (2014) برای معرفی زیست‌زون‌های نانوفسیلی عرض‌های جغرافیایی پایینی تا متوسط پالئوسن از علامت اختصاری (CNP1 – CNP11) CNP، برای بازه اتوسن از علامت اختصاری (CNE1 – CNE21) CNE و برای بازه زمانی الیگوسن از علامت اختصاری (CNO1 – CNO6) CNO استفاده کرده‌اند. (Martini (1971) از علامت اختصاری (NP1 – NP25) NP به همراه یک سری از اعداد برای نام‌گذاری زیست‌زون‌های نانوفسیلی پالئوژن و از علامت NN به همراه یک سری از اعداد برای معرفی زیست‌زون‌های نانوفسیلی نوژن استفاده کرده است. بر اساس زیست‌زون‌های (Agnini et al. (2014) از اولین حضور (Base = B)، اولین حضور رایج (Base Common = BC)، آخرین حضور (Top = T) و آخرین حضور رایج (Top Common = TC) گونه‌های شاخص نانوفسیلی استفاده شده است. همچنین بر اساس زیست‌زون‌های (Martini (1971) از اولین ظهور (FO) و آخرین حضور (LO) گونه‌های شاخص نانوفسیلی استفاده شده است. با توجه به اینکه در قسمت‌های ابتدایی برش تجمع نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه ثبت شد، لذا از زون‌بندی Sissingh (1977) برای این قسمت استفاده شد.

لازم به ذکر است که بر اساس مطالعه صورت گرفته زیست‌زون‌های CC26 از کرتاسه و زیست‌زون‌های CNP3 تا اواخر زیست‌زون CNP8 در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی (۱۵ متر) ثبت شدند و قسمت‌های انتهایی زیست‌زون CNP8 تا CNE8 در قسمت‌های ابتدایی سازند پایده (۳۵ متر) ثبت شد.

۴-۱. زیست‌زون نانوفسیلی (Nephrolithus frequense Zone (CC26)

این زیست‌زون در عرض‌های جغرافیایی بالا از اولین حضور تا آخرین حضور گونه *Nephrolithus frequens* تعریف می‌شود و در عرض‌های جغرافیایی پایین که *N. frequens* نادر بوده، از اولین حضور گونه *Micula murus* برای تعیین قاعده این زیست‌زون و از اولین حضور گونه‌های *Cyclagelosphaera alta* و *Biantholithus sparsus* و یا افزایش فراوانی *Thoracosphaera operculata* برای تعیین مرز فوقانی این زیست‌زون استفاده شده است. این زیست‌زون سن‌مایستریشتین پسین دارد.

در برش مورد مطالعه در ۱/۵ متر ابتدایی محدوده مورد مطالعه، تجمع نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه و حضور گونه *M. murus* ثبت شد و بدون ثبت اولین حضور گونه‌های *Cyclagelosphaera alta* و *Biantholithus sparsus* و یا افزایش فراوانی *Thoracosphaera operculata* در نمونه شماره ۴ (۲ متری) تجمع نانوفسیل‌های آهکی کاملاً تغییر کرد و جنس و گونه‌های پالئوسن از قبیل *Chiasmolithus danicus*، *Praeprinsius dimorphosus*، *Cruciplacolithus tenuis* و *Cruciplacolithus primus* به همراه سایر جنس و گونه‌های پالئوسن ثبت شد. بر این اساس بین نمونه ۳ و ۴ در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی یک ناپیوستگی ثبت شد.

۴-۲. زیست‌زون نانوفسیلی (Prinsius dimorphosus Base Zone (CNP3)

این زیست‌زون از اولین حضور رایج گروه *Praeprinsius dimorphosus* (= *Prinsius dimorphosus*) تا اولین حضور *Prinsius martinii* تعریف می‌شود. CNP3 با قسمت بالایی زون NP2 و بیشتر قسمت‌های زون NP3 قابل انطباق است. در زون CNP3 گروه نانوفسیلی *P. dimorphosus* افزایش فراوانی وسیعی نشان می‌دهد. به‌صورتی که فراوانی این گروه به بیش از ۱۰ نانوفسیل در هر میلی‌متر مربع می‌رسد (Agnini et al., 2014). بر اساس داده‌های ارائه شده فراوانی این گروه به شدت در قسمت تحتانی زون CNP3 افزایش می‌یابد (Fornaciari et al., 2007).

(Dallanave et al., 2012). زیست‌زون CNP3 با سلطه گونه‌های کوچک دایره‌ای و بیضی‌شکل *Praeprinsius* مشخص می‌شود (Okada and Thierstein, 1979; Varol, 1989). همچنین گونه نانوفسیلی *C. tenuis* در بالاترین قسمت این زیست‌زون ظاهر می‌شود (Agnini et al., 2014). در برش مورد مطالعه، اولین حضور رایج گونه *P. dimorphosus* در متر ۲/۵ متری (نمونه ۵) و اولین حضور گونه *P. martinii* در ضخامت ۳ متری (نمونه ۶) از قاعده برش ثبت شد. اولین حضور گونه *C. tenuis* نیز در متر ۲/۵ متری (نمونه ۵) ثبت شده، اما گونه *Ch. danicus* فراوانی کمتری داشته و در نمونه‌های ۵ و ۶ ثبت نشده است. بر این اساس زون مذکور منطبق با زون NP3 از زون‌بندی (Martini (1971) در نظر گرفته شده است. همچنین در محدوده این زون گروه نانوفسیلی *P. dimorphosus* به صورت رایج حضور دارد. سن این زون دانین پیشین است.

۴-۳. زیست‌زون نانوفسیلی (Prinsius martinii Base Zone (CNP4)

این زون از اولین حضور گونه *P. martinii* تا اولین حضور رایج *Toweius pertusus* در ضخامت ۳/۵ متر ثبت شد. این زون منطبق با قسمت‌های فوقانی زون NP3 و قسمت‌های ابتدایی زون NP4 از زون‌بندی (Martini (1971) است. بر اساس مطالعات (Agnini et al. (2014)، *P. bisulcus* با اندازه ۵ تا ۱۰ میکرون در قسمت‌های تحتانی زون CNP4 به‌صورت رایج تا فراوان حضور دارد. نمونه‌های کوچک و بزرگ *C. primus* معمولاً به‌طور ممتد در قسمت‌های فوقانی زون CNP4 مشاهده نمی‌شود (Agnini et al., 2014). در برش مورد مطالعه اولین حضور *T. pertusus* در متر ۶/۵ متری (نمونه ۱۳) از قاعده برش ثبت شده است. در زون CNP4 گونه *P. bisulcus* در قسمت‌های تحتانی به‌صورت رایج ثبت شد. سن این زون دانین میانی است.

۴-۴. زیست‌زون نانوفسیلی (Toweius pertusus Base Zone (CNP5)

این زیست‌زون از اولین حضور رایج گونه *T. pertusus* تا اولین حضور رایج گروه *Sphenolithus moriformis* تعریف می‌شود و منطبق با قسمت‌های میانی زیست‌زون NP4 است. به عقیده (Agnini et al. (2007) اشکال کروی شکل *T. pertusus* به راحتی تشخیص داده می‌شوند و با اولین حضور در ستون چینه‌نگاری، زیست‌زون را مشخص می‌کنند. بنا به نظر (Dallanave et al. (2012) اولین حضور گروه *Fasciculithus magnicordis* در زیست‌زون CNP5 ثبت شده است. گونه *P. dimorphosus* در زون CNP5 ناپدید می‌شود. در برش مورد مطالعه اولین حضور گونه *S. moriformis* در ضخامت ۹/۵ متری (نمونه ۱۹) از قاعده برش و همچنین اولین حضور گونه *Fasciculithus magnolia* (= *Diantholitha magnolia*) در ضخامت ۸/۵ متری (نمونه ۱۷) ثبت شد. سن این زون دانین پسین است.

۴-۵. زیست‌زون نانوفسیلی (Sphenolithus moriformis group Base Zone (CNP6)

زیست‌زون نانوفسیلی CNP6 از اولین حضور رایج گروه *Sphenolithus moriformis* تا اولین حضور *Lithoptychius ulii* (= *Fasciculithus ulii*) تعریف می‌شود. این زیست‌زون تقریباً با قسمت‌های بالایی زیست‌زون NP4 مطابقت دارد. جنس و گونه‌های اصلی در قسمت میانی زیست‌زون CNP6 عبارتند از *P. bisulcus*، *Coccolithus pelagicus*، *P. martinii* و *Toweius*، ظهور گروه *S. moriformis* بیانگر ظهور تکاملی جنس *Sphenolithus* است. به‌طوری که این گروه به سرعت در حال توسعه و افزایش فراوانی در قسمت‌های پایینی زون CNP6 است (Agnini et al., 2014). همچنین اولین حضور گونه *F. ulii* بیانگر آغاز دومین انشعاب فاسیکولیت‌ها (Aubry et al., 2011) و حضور ممتد فاسیکولیت‌های پالئوسن بوده که در این زون ثبت شده است (Agnini et al., 2014). در محدوده مورد مطالعه اولین حضور *F. ulii* در متر ۱۰/۵ متری (نمونه ۲۱) از قاعده برش ثبت شد. همچنین در محدوده تحت بررسی *Toweius spp.* و *C. pelagicus* جز جنس و گونه‌های اصلی این زون هستند. سن این زون دانین پسین است.

۴-۶. زیست‌زون نانوفسیلی (*Fasciculithus ulii* Base Zone (CNP7)

این زیست‌زون از اولین حضور گونه *Fasciculithus ulii* تا اولین حضور *Heliolithus cantabriae* تعریف می‌شود. زیست‌زون CNP7 تقریباً با قسمت‌های فوقانی زون‌های NP4 و NP5 قابل انطباق است. بر اساس مطالعات Agnini et al. (2014) در این زیست‌زون فراوانی جنس *Toweius* افزایش می‌یابد تا جایی که به یک گونه غالب تبدیل می‌شود. فراوانی گونه *S. moriformis* نیز در این زیست‌زون افزایش یافته است. همچنین آخرین حضور رایج گونه *P. martini* در بالاترین قسمت زون CNP7 ثبت شد. در قسمت‌های فوقانی این زیست‌زون نیز فراوانی گونه‌های *F. ulii* و *F. pileatus* کاهش یافته است (Agnini et al., 2014). به عقیده Agnini et al. (2014) اولین حضور گونه *F. ulii* حدود ۰/۴ میلیون سال زودتر از اولین حضور گونه *F. tympaniformis* ثبت شده است. در محدوده مورد مطالعه اولین حضور گونه *H. cantabriae* در متر ۱۳/۵ از قاعده برش (نمونه ۲۷) ثبت شد. در برش مورد مطالعه فراوانی گونه *F. ulii* در قسمت‌های انتهایی کاهش می‌یابد. سن این زون انتهایی‌ترین بخش داین پسین و اکثر قسمت‌های سلاندین (سلاندین پیشین و میانی) است.

۴-۷. زیست‌زون نانوفسیلی (*Heliolithus cantabriae* Base Zone (CNP8)

این زیست‌زون از اولین حضور گونه *Heliolithus cantabriae* تا اولین حضور گونه *Discoaster mohleri* تعریف می‌شود و منطقاً با قسمت فوقانی زیست‌زون NP5 و کل زیست‌زون NP6 است. فرم‌های حدواسط بین گونه *H. cantabriae* و *Heliolithus kleinpellii* نزدیک به اولین حضور گونه *H. kleinpellii* دیده می‌شوند که تشخیص اولین حضور گونه *H. kleinpellii* را با مشکل مواجه می‌سازد. اولین حضور گونه *Fasciculithus clinatus* در این زیست‌زون است، اگر چه تشخیص ظهور این گونه ممکن است به دلیل وجود شکل‌های حدواسط بین این گونه و *F. tympaniformis* مشکل باشد. جنس *Bomolithus* در فوقانی‌ترین قسمت این زیست‌زون رایج است، جایی که اولین حضور پراکنده *Sphenolithus anarrhopus* مشاهده می‌شود (Agnini et al., 2014). در برش مورد مطالعه اولین حضور *D. mohleri* در متر ۱۷ متری (نمونه ۳۴) از قاعده محدوده مورد بررسی ثبت شده است. سن این زون سلاندین پسین- تانتین پیشین است.

۴-۸. زیست‌زون نانوفسیلی (*Discoaster mohleri* Base zone (CNP9)

این زیست‌زون از اولین حضور گونه *Discoaster mohleri* تا اولین حضور گونه *Discoaster backmanii* تعریف می‌شود. زیست‌زون CNP9 با قسمت تحتانی زیست‌زون NP7 مطابقت دارد. بر اساس مطالعات صورت گرفته، گونه *D. backmanii* اولین نماینده از دیسکواسترهای با بازوهای آزاد (*Free - Rayed*) است (Agnini et al., 2007). در قسمت‌های تحتانی این زیست‌زون کاهش شدید در فراوانی گونه *H. kleinpellii* ثبت شده است که می‌تواند به عنوان یک افق زیستی بسیار مفید تلقی شود (Agnini et al., 2007). همچنین در قسمت‌های تحتانی زون CNP9 حضور ممتد گونه *F. clinatus* ثبت شده است. اولین حضور رایج *S. anarrhopus* نیز در این زون ثبت شده (Agnini et al., 2007) و در محدوده مورد مطالعه اولین حضور *D. backmanii* در متر ۱۷/۵ متری (نمونه ۳۵) از قاعده برش ثبت شده است. همچنین کاهش فراوانی گونه *H. kleinpellii* و اولین حضور رایج *S. anarrhopus* در این زون ثبت شد. سن این زون تانتین پیشین است.

۴-۹. زیست‌زون نانوفسیلی (*Discoaster backmanii* Base Zone (CNP10)

این زون از اولین حضور گونه *Discoaster backmanii* تا اولین حضور گونه *Discoaster multiradiatus* را دربر می‌گیرد. زیست‌زون CNP10 با قسمت بالایی زیست‌زون NP7 و کل زیست‌زون NP8 مطابقت دارد. بر اساس Agnini et al. (2014)، گونه *D. backmanii* به صورت ممتد و غالب در یک بازه زمانی کوتاه و مشخص حضور دارد و به سمت قسمت فوقانی این زیست‌زون کاهش فراوانی پیدا می‌کند. در این زون گونه *Ericsonia robusta* افزایش فراوانی دارد و اولین حضور گونه *Zygrhablithus bijugatus* و آخرین حضور رایج گونه

S. anarrhopus در قسمت فوقانی این زون ثبت شده است (Agnini et al., 2007). در محدوده مورد مطالعه اولین حضور گونه *D. multiradiatus* در متر ۱۹ متری (نمونه ۳۸) از قاعده برش ثبت شده است. همچنین اولین حضور *Z. bijugatus* در نمونه ۳۹ ثبت شد. سن این زون تانتین میانی است.

۴-۱۰. زیست‌زون نانوفسیلی (*Discoaster multiradiatus/Fasciculithus richardii* group Concurrent Range Zone (CNP11)

این زیست‌زون از اولین حضور گونه *Discoaster multiradiatus* تا آخرین حضور گروه *Fasciculithus richardii* تعریف می‌شود. زیست‌زون CNP11 با اکثر قسمت‌های زیست‌زون NP9 مطابقت دارد. به عقیده Agnini et al. (2014) حذف شدن گونه *F. richardii* یک تغییر تکاملی بسیار واضح در تجمع نانوفسیل‌های آهکی بوده که برای تعیین مرز بالایی زیست‌زون CNP11 استفاده شده است. (1971) Martini اولین حضور گونه *Tribrachiatos bramlettei* را برای رأس زون NP9 استفاده کرد، در حالی که Okada and Bukry (1980) اولین ظهور گونه‌های *Rhombosphaera eodela* و *Campylosphaera eodela* را برای تعریف رأس زون CP8a استفاده کرده‌اند که منطقاً بر این زیست‌زون هستند. لازم به ذکر است که بر اساس Agnini et al. (2014) سه گونه مذکور تاکنون می‌مبهم و پراکنده نامنظم دارند که کاربرد آنها را به عنوان شاخص زیست‌زون نامناسب می‌سازد. در محدوده مورد مطالعه آخرین حضور گروه *F. richardii* در متر ۲۲ متری (نمونه ۴۴) از قاعده برش ثبت شد. همچنین اولین حضور گونه *T. bramlettei* در متر ۲۲/۵ متری (نمونه ۴۵) ثبت شده است. بنابراین مرز دو زیست‌زون NP9 و CNP11 بر هم منطبق نیست. سن این زیست‌زون تانتین پسین است.

۴-۱۱. زیست‌زون نانوفسیلی (*Fasciculithus tympaniformis* Top Zone (CNE1)

این زیست‌زون از آخرین حضور گروه *Fasciculithus richardii* تا آخرین حضور گونه *Fasciculithus tympaniformis* را دربر می‌گیرد. زون CNE1 با قسمت پایینی زون NP10 منطبق است. در برش مورد مطالعه آخرین حضور گونه *F. tympaniformis* در متر ۲۳ متری (نمونه ۴۶) از قاعده برش ثبت شد. سن این زیست‌زون قسمت‌های ابتدایی ایرسین پیشین است.

۴-۱۲. زیست‌زون نانوفسیلی (*Toweius eminens* Partial Range Zone (CNE2)

این زون از آخرین حضور گونه *Fasciculithus tympaniformis* تا اولین حضور گونه *Tribrachiatos orthostylus* تعریف می‌شود. زیست‌زون مذکور با قسمت‌های میانی و بالایی زون NP10 منطبق است (Agnini et al., 2014). بر اساس مطالعه Agnini et al. (2007) اولین حضور *Discoaster diastypus* در قسمت میانی این زون و قبل از اولین حضور گونه *Tribrachiatos contortus* ثبت شده است. *D. diastypus* به سرعت افزایش فراوانی می‌یابد و به تدریج در اوایل انوسن جایگزین *D. multiradiatus* می‌شود (Agnini et al., 2014). در برش مورد مطالعه اولین حضور *T. orthostylus* در ضخامت ۲۵/۵ (نمونه ۵۱) از قاعده برش ثبت شد. سن این زون ایرسین پیشین است.

۴-۱۳. زیست‌زون نانوفسیلی (*Tribrachiatos orthostylus* Base Zone (CNE3)

این زیست‌زون از اولین حضور گونه *Tribrachiatos orthostylus* تا اولین حضور رایج گونه *Discoaster lodoensis* دیده می‌شود. زیست‌زون CNE3 قابل انطباق با قسمت‌های بالایی زیست‌زون NP10 و زون NP11 است. در این زیست‌زون حضور گونه *T. orthostylus* با فراوانی بالا مشخص شده که همزمان با کاهش فراوانی گونه *T. contortus* است (Agnini et al., 2007). قاعده گونه *Sphenolithus ra-* *dians* در تحتانی‌ترین قسمت زیست‌زون CNE3 ثبت شده و بسیار نزدیک به اولین حضور گونه *T. orthostylus* در اقیانوس‌های آرام، اطلس، هند و باختر تیس است (Raffi et al., 2005; Agnini et al., 2007; Sharmock and Watkins, 2012). همچنین کاهش شدیدی در فراوانی گونه *D. multiradiatus* در قسمت‌های تحتانی زیست‌زون CNE3 ثبت شده (Agnini et al., 2014) و نهایتاً در کرون

۴-۱۷. زیست‌زون نانو فسیلی *Discoaster barbadiensis* Partial Range Zone (CNE7)

این زیست‌زون از آخرین حضور گونه *D. lodoensis* تا اولین حضور گونه *Nannotetrina cristata* بوده و با قسمت‌های میانی زون NP14 منطبق است. در زون CNE7 نانوفسیل‌های آهکی تغییرات زیادی نشان می‌دهند (Agnini et al., 2014). اولین حضور گونه *Pseudotriquetrorhabdulus inversus* در قسمت‌های تحتانی این زون و نزدیک به آخرین حضور گونه *D. lodoensis* رخ می‌دهد (Backman, 1986). همچنین ظهور گونه *Blackites inflatus* که شاخص قاعده زون CP12 بوده و به عنوان شاخص برای مقطع نمونه مرزی در قاعده آشکوب لوتتین استفاده شده (Molina et al., 2011) در بعضی از مناطق منطبق بر اولین ظهور گونه *Nannotetrina* spp. است (Molina et al., 2011). در برش مورد مطالعه اولین حضور گونه *N. cristata* در ضخامت ۷/۵ متری از قاعده برش (نمونه ۹۵) ثبت شد. سن این زون قسمت‌های انتهایی ابرسین پسین است.

۴-۱۸. زیست‌زون نانو فسیلی *Nannotetrina cristata* Base Zone (CNE8)

این زیست‌زون از اولین حضور گونه *Nannotetrina cristata* تا اولین حضور گروه *Nannotetrina alata* group بوده و منطبق بر قسمت بالایی زون NP14 است. این زیست‌زون سن ابتدای لوتتین دارد. به عقیده (Agnini et al., 2014) اولین ظهور *N. cristata* ارجحیت بیشتری نسبت به اولین ظهور *Blackites inflatus* به عنوان شاخص مرز زیست‌زون دارد، اگر چه *N. cristata* نادر بوده اما در محدوده وسیعی از محیط‌های رسوبی ثبت شده و به راحتی در تجمعات نانوفسیلی با حفظ شدگی ضعیف قابل تشخیص است. این در حالی است که *B. inflatus* معمولاً در مکان‌های کم‌عمق تا همی‌پلاژیک به فراوانی دیده می‌شود، اما در محیط‌های پلاژیک یا در تجمعات با حفظ شدگی ضعیف مشاهده نمی‌شود. در مواردی که هر دو گونه حضور داشته باشند، اولین حضور دو گونه مذکور نزدیک به یکدیگر ثبت می‌شود. همچنین ظهور گونه *Sphenolithus spiniger* در قسمت‌های فوقانی زون CNE8 ثبت شده است (Agnini et al., 2014). در محدوده مورد مطالعه اولین حضور گروه *N. alata* ثبت نشد و بنابراین تعیین مرز فوقانی این زیست‌زون امکان‌پذیر نیست.

۵- بحث

نانوفسیل‌های آهکی ابزار بسیار قدرتمندی جهت تعیین سن لایه‌های رسوبی مزوزویک و سنوزویک هستند و از دقت بالایی جهت تطابق زیست‌چینه‌نگاری در مقیاس ناحیه‌ای و جهانی برخوردارند. در مطالعه حاضر بر اساس مطالعه زیست‌چینه‌نگاری نانوفسیل‌های آهکی، سن مایستریشتین پسین تا ابتدای پالئوسن پسین (سلان‌دین میانی) برای قسمت‌های فوقانی سازند گورپی و سن پالئوسن پسین (سلان‌دین پسین) تا ائوسن میانی (لوتتین پیشین) برای قسمت‌های ابتدایی سازند پابده در تاق‌دیس شاه‌نشین واقع در شمال خاور کازرون در نظر گرفته شد. ۱۸۰ گونه از ۳۱ جنس از نانوفسیل‌های آهکی در محدوده مورد مطالعه شناسایی شده است. در مطالعه حاضر از دو زون‌بندی (Agnini et al., 2014) و (Martini (1971) برای رسوبات پالئوژن استفاده شد. بر اساس زون‌بندی (Agnini et al., 2014) زیست‌زون‌های نانوفسیلی CNP3 تا CNP11 در رسوبات به سن پالئوسن و زیست‌زون‌های CNE1 تا CNE8 در رسوبات ائوسن ثبت شدند.

همچنین بر اساس زون‌بندی (Martini (1971) زیست‌زون‌های NP3 و NP9 در رسوبات پالئوسن و زیست‌زون‌های NP10 تا NP14 در رسوبات ائوسن شناسایی شدند. در قسمت‌های ابتدایی برش (۲/۵ متر ابتدایی)، تجمع نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه به سن مایستریشتین پسین (زیست‌زون CC26A) ثبت شد که در ادامه به رسوبات پالئوسن (زیست‌زون CNP3/NP3) تبدیل می‌شود. بر این اساس یک ناپیوستگی موازی در قسمت‌های ابتدایی برش در سازند گورپی قابل ثبت است. در رسوبات پالئوسن، اولین حضور گونه *D. multiradiatus* یکی از بهترین افق‌های زیستی به حساب می‌آید (Raffi et al., 2005; Agnini et al., 2007) که در بسیاری

C24 n. 3n ناپدید شده است. همچنین در این زیست‌زون، اولین حضور گونه *Girgisia gammation* (= *Toweius gammation*) که یک تاکسون با ساختار جنس *Toweius* بوده (Varol, 1989) گزارش شده است (Agnini et al., 2014). در محدوده مورد مطالعه اولین حضور رایج گونه *Discoaster lodoensis* در متر ۲۹/۵ متری (نمونه ۵۹) از قاعده برش و اولین حضور گونه *S. radians* در برش مورد مطالعه، ۱/۵ متر بعد از اولین حضور گونه *T. orthostylus* ثبت شد. حدود ۰/۵ متر بالاتر از قاعده این زیست‌زون فراوانی *D. multiradiatus* به شدت کاهش می‌یابد و اولین حضور *T. gammation* حدود ۰/۵ متر بالای مرز زون ثبت شد. سن این زون ابرسین پیشین است.

۴-۱۹. زیست‌زون نانو فسیلی *Discoaster lodoensis/Tribrachiatus orthostylus* Concurrent Range Zone (CNE4)

این زون از اولین حضور رایج گونه *D. lodoensis* تا آخرین حضور *Tribrachiatus orthostylus* بوده و منطبق بر زون NP12 است. گونه *Discoaster lodoensis* در سراسر زون CNE4 غالب و رایج بوده، اگر چه نوساناتی در اندازه و تعداد بازوها ثبت شده است. در قسمت بالایی این زیست‌زون *Discoaster kuepperi* گونه غالب و رایج در بین گونه‌های دیسکوآستر است. همچنین به تدریج از حضور *Toweius* spp. به سمت قسمت‌های فوقانی این زیست‌زون کاسته و نهایتاً در انتهای این زون گونه مذکور منقرض می‌شود و همزمان جنس‌های *Reticulofenestra* در عرض‌های جغرافیایی پایین تا متوسط ظاهر می‌شوند (Agnini et al., 2014). در محدوده مورد مطالعه آخرین حضور گونه *T. orthostylus* در متر ۳۱/۵ (نمونه ۶۳) از قاعده برش به ثبت رسیده است. در این زون گونه *D. kuepperi* غالب بوده و سن این زون ابرسین میانی است.

۴-۱۵. زیست‌زون نانو فسیلی *Reticulofenestra dictyoda* Partial Range Zone (CNE5)

این زیست‌زون از آخرین حضور گونه *Tribrachiatus orthostylus* تا اولین حضور *Discoaster sublodoensis* بوده و منطبق بر زون NP13 است. در این زیست‌زون تغییرات زیادی در فراوانی خانواده‌های *Noelaerhabdaceae* (از قبیل *Dictyococcites* و *Reticulofenestra*) و *Prinsiaceae* اتفاق افتاده که در سه مرحله قابل ثبت است و از قسمت‌های فوقانی زون CNE4 تا قسمت‌های تحتانی زون CNE5 امتداد دارد (Bown et al., 2004; Shamrock and Watkins, 2012; Coccioni et al., 2012). در مرحله اول، گونه *Toweius* در قسمت‌های فوقانی زون CNE4 غالب است. در مرحله دوم فراوانی گونه *Toweius* کاهش شدیدی پیدا می‌کند و همزمان حضور کم‌ویش خانواده‌های *Noelaerhabdaceae* در این فاز (فوقانی‌ترین قسمت زون CNE4) دیده می‌شود. در مرحله انتهایی، انتقال از گونه‌های *Toweius* به *Reticulofenestra/Dictyococcites* کامل می‌شود، به طوری که گونه *Toweius* به‌طور کلی منقرض می‌شود (Bown et al., 2004; Agnini et al., 2006). در محدوده مورد مطالعه اولین حضور گونه *D. sublodoensis* در ضخامت ۳۵ متری (نمونه ۶۷) از قاعده برش ثبت شد. سن این زون ابرسین پسین است.

۴-۱۶. زیست‌زون نانو فسیلی *Discoaster sublodoensis / Discoaster lodoensis* Concurrent Range Zone (CNE6)

این زون از اولین حضور *D. sublodoensis* تا آخرین حضور *Discoaster lodoensis* بوده و منطبق بر قسمت پایینی زیست‌زون NP14 است. اگر چه تشخیص اولین حضور *D. sublodoensis* ممکن است مشکل‌ساز باشد، اما به علت کمبود دیگر گونه‌های شاخص نشانگر مرز، این گونه شاخص مرز زیست‌زون در نظر گرفته شد (Agnini et al., 2014). گونه‌های *Reticulofenestra* و *Dictyococcites* تبدیل به اجزای اصلی، مهم و فراوان در زون CNE6 می‌شوند. در بالاترین قسمت این زون *Coccolithus crassus* قبل از *D. lodoensis* ناپدید می‌شود (Agnini et al., 2006; Shamrock and Watkins, 2012). در مطالعه حاضر آخرین حضور *D. lodoensis* در ضخامت ۴۳/۵ متری از قاعده برش (نمونه ۸۷) ثبت شد. سن این زون ابرسین پسین است.

(Agnini et al., 2007). همچنین ظهور جنس و گونه‌های *Discoaster* با بازوهای بلند و نامتقارن از قبیل *Discoaster araneus* و *Discoaster anartios* شاخص و محدود به این بازه زمانی گزارش شده‌اند (Kahn and Aubry, 2004; Tremolada and Bralower, 2004).

در برش تحت بررسی جنس *Rhombaster* spp. از نمونه بعد از مرز پالئوسن- ائوسن در نمونه‌ها ثبت شده (نمونه ۴۵) و در نمونه ۵۱ (۳/۵ متر بعد از مرز) به حداکثر فراوانی خود رسیده است. جنس *Tribrachiatus* و به خصوص گونه *T. bramlettei* نیز حدود ۲ متر بعد از مرز (نمونه ۴۸) در نمونه‌ها ثبت شد و در نمونه ۴۹ (۲/۵ متر بعد از مرز) به حداکثر فراوانی خود رسید. گونه *D. araneus* نیز در محدوده مرز (نمونه ۴۴) ثبت شد و فراوانی آن بعد از مرز کاهش یافت. این گونه تا نمونه ۵۳ (۴/۵ متر بعد از مرز) در نمونه‌ها ثبت شده است. تجمع *Rhombaster-D. araneus* اساساً در مسیر راه آبی تیس، شمال و جنوب اقیانوس آتلانتیک و باختر اقیانوس هند گزارش شده است (Kahn and Aubry, 2004). همچنین به عقیده (Bralower (2002) ظهور گونه‌های نامتقارن *Discoaster* و *Rhombaster* بیانگر توسعه و ایجاد نیچ‌های اکولوژیکی جدید بوده که حاصل تغییرات پالئوژئوگرافی اساسی طی حادثه حداکثر گرمایش مرز پالئوسن- ائوسن (PETM) است. تصویر تعدادی از جنس و گونه‌های نانوفسیلی مورد بحث در تابلوهای ۱ و ۲ نمایش داده شده است.

۶- نتیجه‌گیری

بررسی نانوفسیل‌های آهکی در پالئوسن- ائوسن میانی در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی- قسمت‌های تحتانی سازند پابده منجر به شناسایی ۱۸۰ گونه از ۳۱ جنس از نانوفسیل‌های آهکی شد. بر اساس شواهد نانوفسیلی موجود مرز سازندهای پابده و گورپی پیوسته است. همچنین با توجه به تغییر تجمع نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه (زون نانوفسیلی CC26a) در ابتدای برش به صورت ناگهانی به تجمع نانوفسیلی پالئوسن (CNP3/NP3) در ضخامت ۲/۵ متری، در قسمت‌های فوقانی سازند گورپی یک ناپوستگی موازی وجود دارد. در ادامه محدوده مورد مطالعه، زیست‌زون‌های CNP3 تا CNP11 در رسوبات پالئوسن و CNE1 تا CNE8 در رسوبات ائوسن بر اساس زیست‌زون‌های مارتینی ثبت شد. بر اساس جنس و گونه‌های شاخص ثبت شده و زیست‌زون‌های موجود، مرز پالئوسن- ائوسن در حدفاصل زون‌های CNP11/NP9 و CNE1/NP10 قرار گرفت که با آخرین حضور گروه *F. richardii* در ضخامت ۲۲ متری منطبق است. همچنین آخرین حضور گونه *F. tympaniformis* در ضخامت ۲۳ متری و حدود یک متر بعد از مرز پالئوسن- ائوسن ثبت شد که در سایر مطالعات دنیا نیز طی حادثه حداکثر گرمایش مرز پالئوسن- ائوسن و در ابتدای ائوسن ناپدید شده است. جنس و گونه‌های *T. bramlettei*، *Rhombaster* spp. و گونه *D. araneus* از دیسکوآسترهای نامتقارن با بازوهای بلند مشابه با بقیه نقاط دنیا از جمله سایر قسمت‌های حوضه تیس، اقیانوس اطلس و هند در محدوده مرز پالئوسن- ائوسن در رسوبات برش شاه‌نشین ثبت شد. شواهد مذکور برای اولین بار از حوضه رسوبی زاگرس و ایران گزارش می‌شود.

از برش‌های خشکی و دریایی عمیق در تیس، آتلانتیک و پاسیفیک در کروم C25n ثبت شده است (Raffi et al., 2005; Agnini et al., 2007). در برش مورد مطالعه نیز اولین حضور این گونه شاخص قاعده زون CNP11/NP9 بوده که در ضخامت ۱۹ متری (نمونه ۳۸) ثبت شده است.

همچنین بر اساس مطالعات صورت گرفته توسط Agnini et al. (2014) ناپدید شدن گونه *F. richardii* یک تغییر تکاملی بسیار واضح در تجمع نانوفسیل‌های آهکی محسوب می‌شود که می‌تواند جهت تعیین مرز زیست‌زون‌های CNP11 و CNE1 و مرز پالئوسن (تاتین)- ائوسن (ایپرسین) استفاده شود. حذف شدن این گونه نشان‌دهنده آغاز حادثه حداکثر گرمایش مرز پالئوسن- ائوسن (PETM) در نظر گرفته شده که از نواحی مختلف دنیا از جمله اقیانوس‌های اطلس و آرام و ناحیه تیس گزارش شده است (Raffi et al., 2005; Agnini et al., 2007). در برش مورد مطالعه، مرز پالئوسن- ائوسن در محدوده زیست‌زون‌های CNP11 و CNE1 از زون‌بندی (Agnini et al., 2014) و در مرز زیست‌زون‌های NP9 و NP10 از زون‌بندی (Martini (1971) قرار داده شده است. در زون‌بندی (Martini (1971) مرز زون‌های NP9 و NP10 با اولین حضور گونه *T. bramlettei* مشخص شده است که به عقیده (Agnini et al., 2014) گونه مذکور تاکنون می‌بهم و پراکندگی نامنظمی دارد و کاربرد آن به عنوان شاخص زیست‌زون نامناسب است. در برش مورد مطالعه آخرین حضور گروه *F. richardii* شاخص مرز پالئوسن- ائوسن و حادثه حداکثر گرمایش این مرز در نظر گرفته می‌شود که در ضخامت ۲۲ متری (نمونه ۴۴) از قاعده برش ثبت شد.

لازم به ذکر است که اولین حضور گونه *T. bramlettei* (شاخص مرز زیست‌زون‌های NP9 و NP10 بر اساس زون‌بندی مارتینی) در ضخامت ۲۲/۵ متری (نمونه ۴۵) ثبت شد. لذا مرز زیست‌زون CNP11 و NP9 دقیقاً بر هم منطبق نیست و حدود ۰/۵ متر اختلاف وجود دارد. همچنین بر اساس (Agnini et al., 2014) مجموعه نانوفسیلی قسمت تحتانی زون CNE1 تحت تأثیر شرایط حداکثر گرمایش مرز پالئوسن- ائوسن (PETM) از نظر حفظ‌شدگی و ترکیب است. در زون CNE1 گونه‌های *F. involutus* و *F. tympaniformis* گزارش شده‌اند که مدت کوتاهی بعد از ناهنجاری ایزوتوپ کربن در حادثه حداکثر گرمایش مرز مذکور (PETM) ناپدید می‌شوند (Agnini et al., 2014). در برش مورد مطالعه آخرین حضور گونه *F. tympaniformis* در ضخامت ۲۳ متری (نمونه ۴۶) و حدود یک متر بعد از ثبت آخرین حضور گروه *F. richardii* ثبت شد. کاهش تنوع جنس *Fasciculithus* از حوضه‌های مختلف اقیانوسی در آغاز ثبت ناهنجاری ایزوتوپ کربن گزارش شده است (Raffi et al., 2005; Gibbs et al., 2006). در برش مورد مطالعه کاهش تنوع جنس *Fasciculithus* به گونه *F. tympaniformis* و *F. fasciculithus lillianiae* در محدوده مرز و نمونه ۴۴ اتفاق افتاده است. تجمع نانوپلانکتون‌های آهکی در محدوده مرز پالئوسن- ائوسن در مقیاس جهانی تغییر می‌کند (Raffi et al., 2009) و با ظهور گونه‌های با طول عمر کوتاه مشخص می‌شود که از آن جمله می‌توان به شکوفایی و تکامل مورفوتایپ‌های مختلف جنس *Rhombaster* و *Tribrachiatus* در محدوده حادثه حداکثر گرمایش مرز پالئوسن- ائوسن اشاره کرد (Kahn and Aubry, 2004; Tremolada and Bralower, 2004).

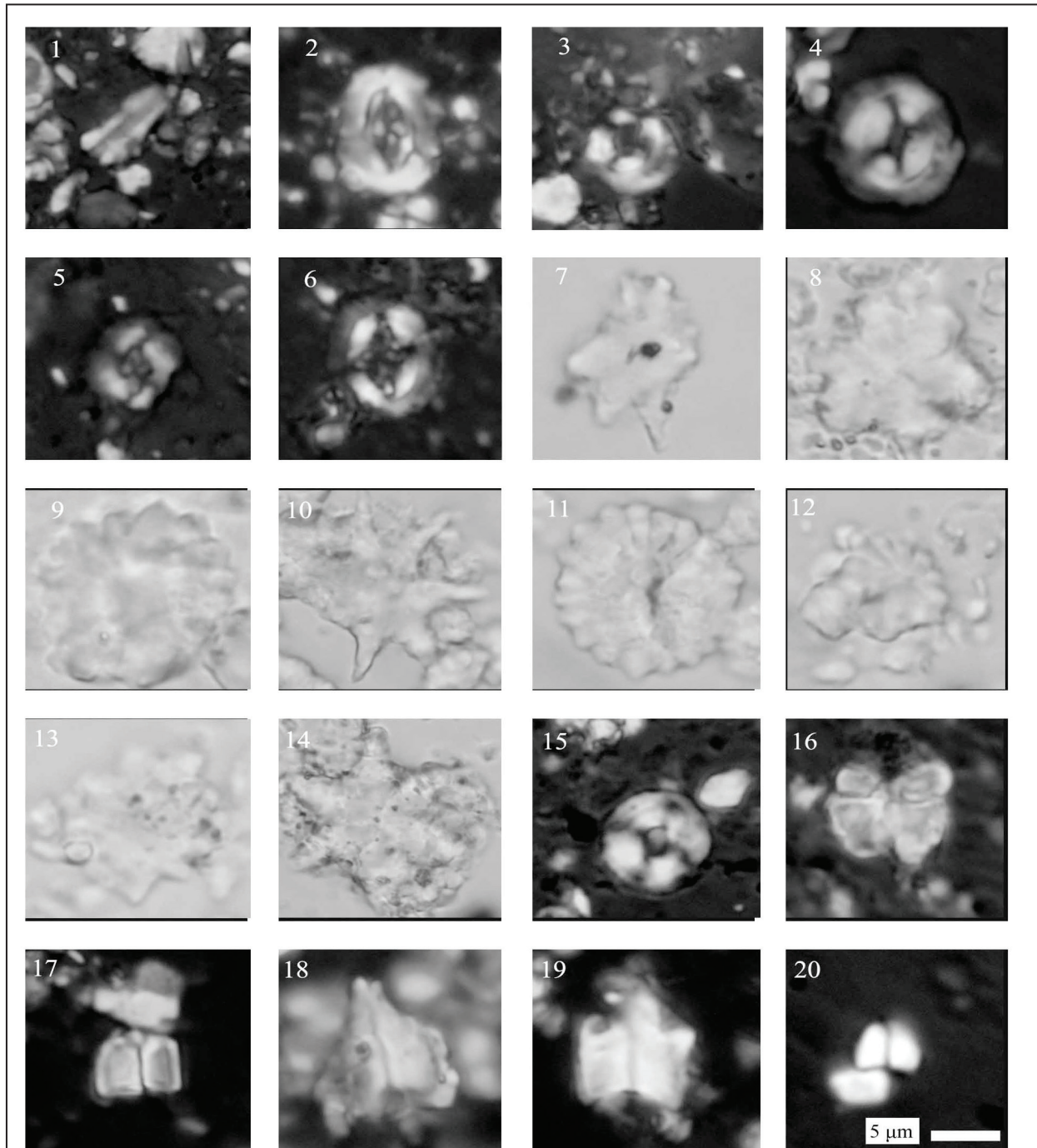


Plate 1

Fig. 1- *Blackites stilus* (Bown, 2005), XPL- 45° rotated (Sample 92); Fig. 2- *Campylosphaera dela* (Bramlette & Sullivan, 1961) Hay & Mohler, 1967, XPL (Sample 45); Fig. 3- *Coccolithus bownii* (Jiang and Wise, 2007), XPL- 20° rotated (Sample 46); Fig. 4- *Coccolithus pelagicus* (Wallich, 1877) Schiller, 1930, XPL- 20° rotated (Sample 48); Fig. 5- *Cruciplacolithus primus* (Perch-Nielsen, 1977), XPL (Sample 8); Fig. 6- *Cruciplacolithus tenuis* (Stradner, 1961) Hay and Mohler in Hay et al., 1967, XPL (Sample 9); Fig. 7- *Discoaster araneus* (Bukry, 1971), XPL (Sample 48); Fig. 8- *Discoaster backmanii* (Agnini et al., 2008), XPL (Sample 36); Fig. 9- *Discoaster kuepperi* (Stradner, 1959), PPL (Sample 52); Fig. 10- *Discoaster lodoensis* (Bramlette & Riedel, 1954), PPL (Sample 59); Fig. 11- *Discoaster multiradiatus* (Bramlette & Riedel, 1954), PPL (Sample 40); Fig. 12- *Discoaster mohleri* (Bramlette & Percival, 1971), PPL (Sample 42); Fig. 13- *Discoaster diastypus* (Bramlette & Sullivan, 1961), PPL (Sample 50); Fig. 14- *Discoaster sublodoensis* (Bramlette & Sullivan, 1961), PPL (Sample 70); Fig. 15- *Ericsonia subpertusa* (Hay & Mohler, 1967), XPL (Sample 20); Fig. 16- *Diantholitha magnolia* (Aubry & Rodriguez in Aubry et al. 2011), XPL (Sample 19); Fig. 17- *Fasciculithus tympaniformis* (Hay & Mohler in Hay et al., 1967), XPL- 10° rotated (Sample 31); Fig. 18- *Fasciculithus lillianiae* (Perch-Nielsen, 1971), XPL- 10° rotated (Sample 42); Fig. 19- *Fasciculithus richardii* (Hay & Mohler, 1967), XPL (Sample 42); Fig. 20- *Fasciculithus clinatus* (Bukry, 1971), XPL (Sample 38); (XPL: Cross polarized light; PPL: Plain polarized light).

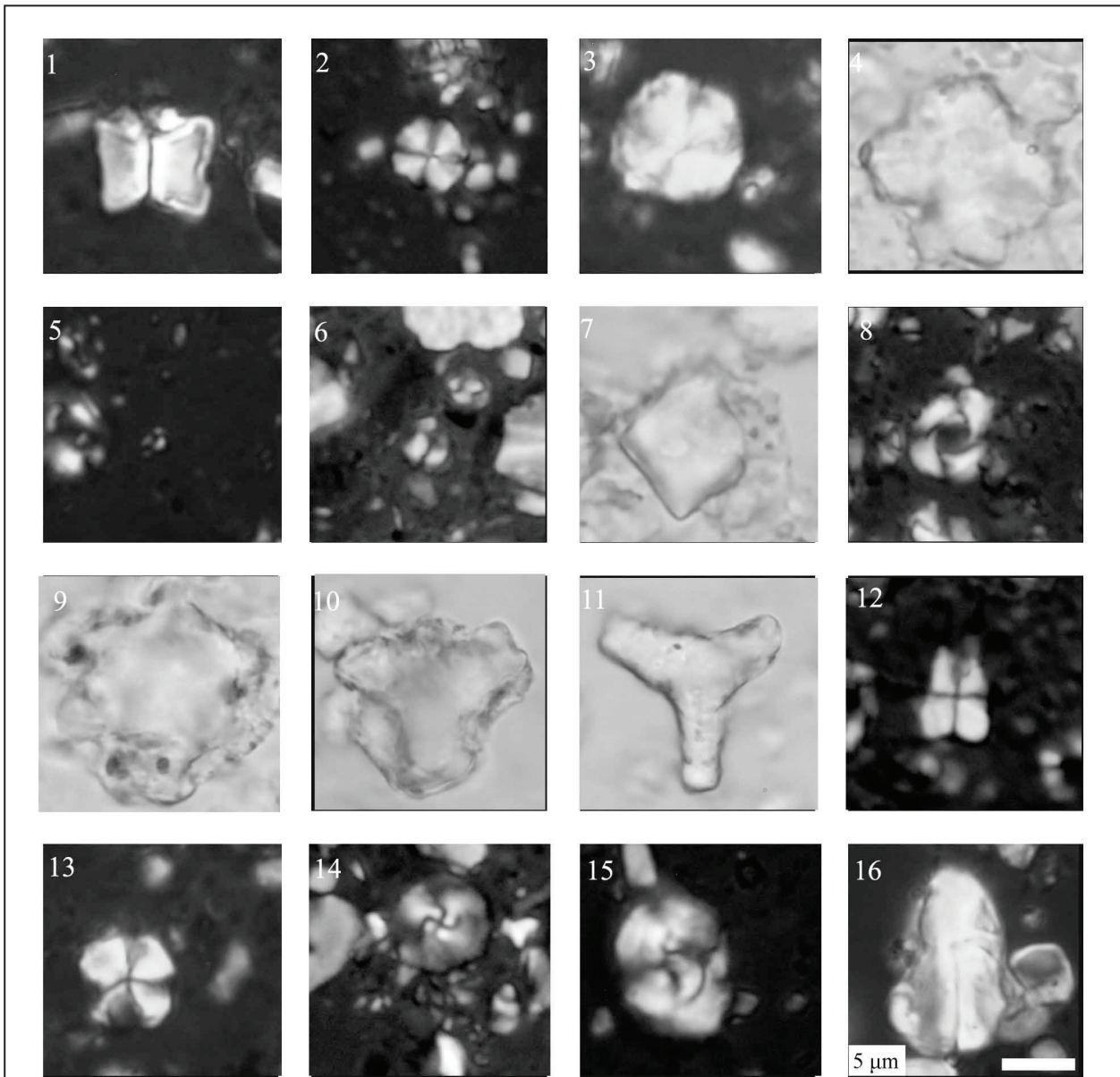


Plate 2

Fig. 1- *Fasciculithus ulii* (Perch-Nielsen, 1971) Aubry in Aubry et al. 2011, XPL (Sample 27); Fig. 2- *Heliolithus cantabriae* (Perch-Nielsen, 1971), XPL (Sample 28); Fig. 3- *Heliolithus kleinpellii* (Sullivan, 1964), XPL (Sample 32); Fig. 4- *Nannotetrina cristata* (Martini, 1958) Perch-Nielsen, 1971, PPL (Sample 97); Fig. 5- *praepriusius dimorphosus* (Perch-Nielsen, 1969) Perch-Nielsen, 1977. XPL- 10° rotated (Sample 5); Fig. 6- *praepriusius martinii*(Perch-Nielsen, 1969) Haq, 1971, XPL (Sample 18); Fig. 7- *Rhombaster cuspis* (Bramlette & Sullivan, 1961), PPL (Sample 49); Fig. 8- *Reticulofenestra dictyoda* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Stradner in Stradner & Edwards, 1968, XPL (Sample 94); Fig. 9- *Rhombaster bramlettei* (Brönnimann & Stradner, 1960) Bybell & Self-Trail, 1995, PPL (Sample 46); Fig. 10- *Tribrachiatus contortus* (Stradner, 1958) Bukry, 1972, PPL (Sample 50); Fig. 11- *Tribrachiatus orthostylus* (Shamrai, 1963), PPL (Sample 61); Fig. 12- *Sphenolithus anarthopus* (Bukry and Bramlette, 1969) XPL- 0-45° (Sample 36); Fig. 13- *Sphenolithus moriformis* (Bronnimann and Stradner, 1960) Bramlette and Wilcoxon, 1967, XPL (Sample 63); Fig. 14- *Toweius gammation* (Bramlette & Sullivan, 1961) Romein, 1979, XPL (Sample 88); Fig. 15- *Toweius pertusus* (Sullivan, 1965) Romein, 1979, XPL (Sample 32); Fig. 16- *Zygrhablithus bijugatus* (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Deflandre, 1959, XPL- 90° rotated (Sample 74); (XPL: Cross polarized light; PPL: Plain polarized light).

کتابنگاری

- امین رسولی، ه.، لاسمی، ی.، قماش، م. و ظاهری، ش.، ۱۳۹۱- رخسارهای مرز سازندهای پابده و آسماری در برش کوه آسماری: گواهی بر ناپیوستگی مرز روپلین- شاتین در ایران، مجله علوم زمین، ۲۱، ۸۳، ص. ۵۹ تا ۶۶.
- آقاباتانی، ع.، ۱۳۸۳- زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- آهی فر، آ.، کنی، ا. و امیری بختیار، ح.، ۱۳۹۳- زیست چینه نگاری سازند پابده براساس نانوفسیل های آهکی در تاقدیس کوه گورپی، مجله علوم زمین، ۹۵، ص. ۱۰۷ تا ۱۲۰.
- بابازاده، ا.، بهاران، س.، پروانه نژاد شیرازی، م. و بهرامی، م.، ۱۳۸۹- زیست چینه نگاری سازند پابده در برش تنگ زنجیران جنوب خاور شیراز بر مبنای روزن داران پلنکتون، پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی، ۲۶، ۳۸، ص. ۱۴۵ تا ۱۵۸.
- بختیاری، س.، ۱۳۸۴- اتو اطلس ایران، مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی، تهران، ۶۴ ص.
- پرنده آور، م.، ماهانی پور، ا.، آقاباتانی، ع. و حسینی، ا.، ۱۳۹۲- زیست چینه نگاری نانوفسیل های آهکی در بخش بالایی سازند گورپی- بخش ابتدایی سازند پابده (شیل ارغوانی) در یال شمال خاوری تاقدیس کوه گورپی، مجله علوم زمین، ۲۳، ۸۹، ص. ۱۸۷ تا ۱۹۸.
- چگنی، ف.، باغبانی، د.، وزیری، ح.، محتاط، ط. و کهنسال قدیموند، ن.، ۱۳۹۵- ریززیست چینه شناسی سازند پابده (اوسن میانی- بالایی) در دامنه جنوبی کوه میشان و کوه اشگر در پهنه ایذه، باختر گسل کازرون، مجله علوم زمین، ۲۵، ۹۹، ص. ۱۴۳ تا ۱۵۶.
- حیدری، ا.، ۱۳۸۹- لیتوستراتیگرافی و نانوستراتیگرافی سازند پابده در میدان نفتی اهواز، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۷۲ ص.
- دانشیان، ج.، نوروزی، ن.، باغبانی، د. و آقاباتانی، ع.، ۱۳۹۱- زیست چینه نگاری نهشته های الیگوسن و میوسن زیرین (سازندهای پابده، آسماری، گچساران و میشان) بر اساس روزن بران در جنوب باختر جهرم، در فارس داخلی، مجله علوم زمین، ۲۱، ۸۳، ص. ۱۵۷ تا ۱۶۶.
- ربانی، ح.، قاسمی نژاد، ا.، عاشوری، ع. و وحیدی نیا، م.، ۱۳۹۳- دیرین یوم شناسی و محیط دیرینه شیل های ارغوانی قاعده سازند پابده در برش بیشه دراز، جنوب باختر ایران، مجله علوم زمین، ۲۴، ۹۴، ص. ۱۶۵ تا ۱۷۲.
- صادقی، ع. و هداوندخانی، ن.، ۱۳۸۹- زیست چینه نگاری سازند پابده در برش چینه شناسی امامزاده سلطان ابراهیم (شمال غرب شهر ایذه)، فصلنامه علوم زمین، ۴، ۱۵، ص. ۸۱ تا ۹۸.
- کنی، ا. و صالحی، ف.، ۱۳۸۰- بیوستراتیگرافی سازند گورپی در برش نمونه با استفاده از نانوفسیل های آهکی، نشریه دانشکده علوم زمین، ۴ و ۵، ص. ۴۰ تا ۵۱.
- نوروزی، ن.، دانشیان، ج.، باغبانی، د. و آقاباتانی، ع.، ۱۳۹۳- چینه نگاری زیستی نهشته های الیگوسن و میوسن زیرین (سازندهای پابده، آسماری و گچساران) بر اساس روزن بران در جنوب غرب شهرستان قیر، استان فارس، فصلنامه زمین شناسی ایران، ۸، ۲۹، ص. ۵۹ تا ۷۴.
- همتی نسب، م.، قاسمی نژاد، ا. و درویش زاده، ب.، ۱۳۸۷- تعیین عمق دیرینه سازند گورپی بر مبنای فرامینفرهای پلانکتونیک و بنتیک، مجله علوم دانشگاه تهران، ۳۴ (۱)، ص. ۱۵۷ تا ۱۷۳.

References

- Agnini, C., Fornaciari, E., Raffi, I., Catanzariti, R., Pälke, H., Backman, J. and Rio, D., 2014- Biozonation and biochronology of Paleogene calcareous nannofossils from low and middle latitudes. *Newsletters on Stratigraphy* 47, 131- 181. DOI: 10.1127/0078-0421/2014/0042.
- Agnini, C., Fornaciari, E., Raffi, I., Rio, D., Röhl, U. and Westerhold, T., 2007- High-resolution nannofossil bio chronology of middle Paleocene to early Eocene at ODP Site 1262: implications for calcareous nannoplankton evolution. *Marine Micropaleontology* 64, 215- 248. DOI: 10.1016/j.marmicro.2007.05.003.
- Agnini, C., Muttoni, G., Kent, D. V., Rio, D., 2006- Eocene biostratigraphy and magnetic stratigraphy from Possagno, Italy: the calcareous nannofossil response to climate variability. *Earth and Planetary Science Letters* 241, 815- 830. DOI: 10.1016/j.epsl.2005.11.005.
- Alavi, M., 1980- Tectonostratigraphic evolution of the Zagrosides of Iran. *Geology* 8(3), 144- 149.
- Alavi, M., 1994- Tectonics of the Zagros orogenic belt of Iran: new data and interpretations. *Tectonophysics* 229, 211- 238. DOI: 10.1016/0040-1951(94)90030-2.
- Alavi, M., 2004- Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution. *American journal of Science* 304, 1- 20. DOI: 10.2475/ajs.304.1.1.
- Aubry, M. P., Bord, D. and Rodriguez, O., 2011- New taxa of the Order Discoasterales Hay 1977. *Micropaleontology* 57, 269- 287. <https://www.researchwithrutgers.com/en/publications/new-taxa-of-the-order-discoasterales-hay-1977>.
- Backman, J., 1986- Late Paleocene to middle Eocene calcareous nannofossil biochronology from the Shatsky Rise, Walvis Ridge and Italy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 57, 43- 59.
- Beiranvand, B., Ghasemi-Nejad, E., Kamali, M. R. and Ahmadi, A., 2014- Sequence stratigraphy of the Late Cretaceous-Paleocene Gurpi Formation in southwest Iran, Sequence stratigraphy of the Late Cretaceous-Paleocene Gurpi Formation in southwest Iran, *GeoArabia*, 19, 89- 102.
- Bown, P. R., 1998- *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. Chapman and Hall, London, 314 pp.
- Bown, P. R., Lees, J. A. and Young, J. R., 2004- Calcareous nannoplankton evolution and diversity through time. In *Coccolithophores* (pp. 481- 508). Springer Berlin Heidelberg. ISO 690. DOI:10.1007/978-3-662-06278-4-18.
- Bown, P., 1998- *Calcareous nannofossil biostratigraphy*. Chapman and Hall; Kluwer Academic, 315 pp.

- Bralower, T. J., 2002- Evidence of surface water oligotrophy during the Paleocene- Eocene thermal maximum: Nannofossil assemblage data from Ocean Drilling Program Site 690, Maud Rise, Weddell Sea. *Paleoceanography*, 17 (2), 1029- 1042. DOI: 10.1029/2001PA000662.
- Coccioni, R., Bancalà, G., Catanzariti, R., Fornaciari, E., Frontalini, F., Giusberti, L., Jovane, L., Luciani, V., Savian, J. and Sprovieri, M., 2012- An integrated stratigraphic record of the Palaeocene-lower Eocene at Gubbio (Italy): New insights into the early Palaeogene hyperthermals and carbon isotope excursions. *Terra Nova* 24, 380- 386. DOI: 10.1111/j.1365-3121.2012.01076.x.
- Dallanave, E., Agnini, C., Muttoni, G. and Rio, D., 2012- Paleocene magnetobiostratigraphy and climate-controlled rock magnetism from the Belluno Basin, Tethys Ocean, Italy. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 337- 338, 130- 142. DOI: 10.1016/j.palaeo.2012.04.007.
- Fornaciari, E., Giusberti, L., Luciani, V., Tateo, F., Agnini, C., Backman, J., Oddone, M. and Rio, D., 2007- An expanded Cretaceous-Tertiary transition in a pelagic setting of the Southern Alps (central-western Tethys). *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 255, 98- 131. DOI: 10.1016/j.palaeo.2007.02.044.
- Gibbs, S. J., Bralower, T. J., Bown, P. R., Zachos, J. C., Bybell, L. M., 2006- Shelf and open-ocean calcareous phytoplankton assemblages across the Paleocene Eocene thermal maximum: implications for global productivity gradients. *Geology* 34 (4), 233- 236. DOI: 10.1130/G22381.1.
- Kahn, A. and Aubry, M. P., 2004- Provincialism associated with the Paleocene/Eocene thermal maximum: temporal constraint. *Marine Micropaleontology* 52(1), 117- 131. DOI: 10.1016/j.marmicro.2004.04.003.
- Macleod, J. H. and Majedi, M., 1972- Kazerun Geological map 1:100000. Iranian Oil Operating Companies, Geological and Exploration Division.
- Martini, E., 1971- Standard Tertiary and Quaternary Calcareous nannoplankton zonation. *Proceedings II Planktonic Conference, Roma*, 1, 739.
- Molina, E., Alegret, L., Apellaniz, E., Bernaola, G., Caballero, F., Dinarès-Turell, J., Hardenbol, J., Heilmann-Clausen, C., Larrasoña, J. C., Luterbacher, H., Monechi, S., Ortiz, S., Orue-Etxebarria, X., Payros, A., Pujalte, V., Rodríguez-Tovar, F. J., Tori, F., Tosquella, J. and Uchman, A., 2011- The global stratotype section and point (GSSP) for the base of the Lutetian Stage at the Gorrondatxe section, Spain. *Episodes* 34, 86- 108. <http://52.172.159.94/index.php/epi/article/view/60549>.
- Najafpour, A., Mahanipour, A. and Dastanpour, M., 2015- Calcareous nannofossil biostratigraphy of Late Campanian- Early Maastrichtian sediments in southwest Iran. *Arabian Journal of Geosciences* 8, 6037- 6046. DOI: 10.1007/s12517-014-1644-z.
- Okada, H. and Bukry, D., 1980- Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975). *Marine Micropaleontology* 5, 321- 325. DOI: 10.1016/0377-8398(80)90016-X.
- Okada, H. and Thierstein, H. R., 1979- Calcareous nannoplankton Leg 43 Deep Sea Drilling Project. In: Tucholke, B. E., Vogt, P. R. et al., *Initial Reports DSDP 80: Washington (U.S. Govt. Printing Office)* 43, 507- 543.
- Perch-Nielsen, K., 1985- Cenozoic calcareous nannofossils, *Plankton stratigraphy*, 427- 554.
- Raffi, I., Bachman, J., Zachos, J. C. and Sluijs, A., 2009- The response of calcareous nannofossil assemblages to the Paleocene Eocene Thermal Maximum at the Walvis Ridge in the South Atlantic. *Marine Micropaleontology* 70, 201- 212. DOI: 10.1016/j.marmicro.2008.12.005.
- Raffi, I., Backman, J. and Pälike, H., 2005- Changes in calcareous nannofossil assemblage across the Paleocene/Eocene transition from the paleo-equatorial Pacific Ocean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 226, 93- 126. DOI: 10.1016/j.palaeo.2005.05.006.
- Razmjooei, M. J., Thibault, N., Kani, A., Mahanipour, A., Boussaha, M. and Korte, Ch., 2014- Coniacian-Maastrichtian calcareous nannofossil biostratigraphy and carbon-isotope stratigraphy in the Zagros Basin (Iran): consequences for the correlation of Late Cretaceous Stage Boundaries between the Tethyan and Boreal realms. *Newsletters on Stratigraphy* 47 (2), 183- 209. DOI: 10.1127/0078-0421/2014/0045.
- Senemari, S., 2015- Calcareous Nannofossils Events of Nephrolithus Frequens Zone to Markalius Inversus Zone in Section of Kazerun, Zagros (Iran). *International Journal of Geography and Geology*, 4, 129- 135. DOI: 10.18488/journal.10/2015.4.7/10.7.129.135.
- Shamrock, J. L. and Watkins, D. K., 2012- Eocene calcareous nannofossil biostratigraphy and community structure from Exmouth Plateau, Eastern Indian Ocean (ODP Site 762). *Stratigraphy* 9, 1- 54. <http://www.micropress.org/microaccess/check/1783>.
- Sissingh, W., 1977- Biostratigraphy of calcareous Nannoplankton. *Geologie en Mijnbouw* 56, 37- 65.
- Tremolada, F. and Bralower, T. J., 2004- Nannofossil assemblage fluctuations during the Paleocene-Eocene thermal maximum at Sites 213 (Indian Ocean) and 401 (North Atlantic Ocean): palaeoceanographic implications. *Marine Micropaleontology* 52(1), 107- 116. DOI: 10.1016/j.marmicro.2004.04.002.
- Varol, O., 1989- Paleocene calcareous nannofossil biostratigraphy. In: Crux, J., van Heck, S. (Eds.), *Nannofossils and their applications*. Ellis Horwood Limited, 267- 310.

Calcareous nannofossil biostratigraphy of Paleocene- middle Eocene interval at NE Kazeroon

A. Mahanipour^{1*} and R. Afrooz²

¹Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

²M.Sc., Department of Geology, Faculty of Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Received: 2017 November 04

Accepted: 2018 June 30

Abstract

In the present study, calcareous nannofossil biostratigraphy was investigated at the Paleocene - middle Eocene interval at northeast Kazerun (Shahneshin anticline). A thickness of 50 m from the upper part of Gurpi -lower part of Pabdeh formations is investigated and mainly consists of marly limestone, marly shale and marl. 180 species from 31 genus of calcareous nannofossils are identified. According to the index calcareous nannofossils and based on Agnini et al. zonation, zone CNP3 to CNP11 and zone CNE1 to CNE8 are identified at the Paleocene and Eocene interval, respectively. These biozones corresponds with zone NP3 to NP9 (in Paleocene) and NP10 to NP14 (in Eocene), based on Martini zonation. Regarding calcareous nannofossil assemblages and biozones, the Paleocene - Eocene boundary is located between CNP11/NP9 and CNE1/NP10 zones, where the top of *Fasciculithus richardii* group is recorded. The extinction of *Fasciculithus* is recorded at 23 m by the last occurrence of *Fasciculithus tympaniformis*, which is considered as an index for early Eocene. The appearance of some species, such as *Rhomboaster* spp., *Tribrachiatas bramlettei* and assymetrical species of *Discoaster araneus* is recorded at the Paleocene - Eocene boundary similar to other parts of the world.

Keywords: Biostratigraphy, Pabdeh Formation, Gurpi Formation, Calcareous nannofossils, Paleocene- Eocene boundary.

For Persian Version see pages 25 to 34

*Corresponding author: A. Mahanipour; E-mail: a_mahanipour@uk.ac.ir