بررسی گذر سازندهای پابده-آسماری بر اساس بررسی نانوفسیل‌های آهکی در یکی از چاه‌های میدان نفتی پارسی، فروافتادگی دزفول

سعیده سنماری
دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

دریافت ۹۸/۰۵/۰۶ پذیرش ۹۹/۱۰/۰۲

چکیده

به‌منظور بررسی زیست‌چینه‌نگاری نانوفسیل‌های آهکی، قسمت‌های فوقانی سازند پابده و بخش تحتانی سازند آسماری در یکی از چاه‌های میدان نفتی پارسی واقع در جنوب غرب ایران انتخاب شد. بررسی نانوفسیل‌های آهکی دراین قسمت منجربه تشخیص۱۶ جنس و ۳۹ گونه شد. مطابق با اولین حضور گونه‌های شاخص و گسترش تجمعات فسیلی همراه، چهار بیوزون *Helicosphaera reticulate* Zone (NP22/ Rupelian), *Sphenolithus predistentus* Zone (NP23/ Rupelian), *Sphenolithus distentus* Zone (NP24/ Rupelian-Chatian), *Sphenolithus ciperoensis* Zone (NP25/ Chatian) متعلق به بخش فوقانی سازند پابده که با زون‌های CP16c تا CP19b مطابقت دارد، شناسایی شد. در نتیجه این پژوهش و بر اساس زون‌های مشخص شده، سن بخش فوقانی سازند پابده روپلین تا شاتین تعیین شد. در بخش انیدریت قاعده‌ای سازند آسماری، بیوزونی از نانوفسیل‌های آهکی تعیین نشد. در این پژوهش شرایط حاکم بر حوضهٔ رسوبی با حضور گونه‌های شاخص از نانوفسیل‌های آهکی مشخص شد، به‌طوری‌که حضور این گونه‌ها مؤید آب و هوای گرم و واقع شدن حوضه در عرض‌های جغرافیایی پایین در زمان رسوب‌گذاری نهشته‌ها است.

واژه‌های کلیدی: زون زیستی، چینه‌نگاری زیستی، زاگرس، نانوفسیل‌های آهکی.

مقدمه

حوضهٔ رسوبی زاگرس در دوران‌های مزوزوئیک و سنوزوئیک از جمله مهم‌ترین حوضه‌های رسوبی دنیا بوده است که توالی‌های ضخیم رسوبی در آن ته نشین شده است. ستبرای رسوبات نهشته شده در این حوضه به چندین هزار متر می‌رسد. این رسوبات دارای رخساره‌های متنوعی بوده است که به سازندهای مختلفی نام‌گذاری شده‌اند. حوضه رسوبی زاگرس در اثر برخورد ورقه‌های عربی و اوراسیا تشکیل شده و پهنه چین خورده و رورانده‌ای با روند شمال غرب-جنوب شرق تشکیل داده است [۱]. گسترش حوضه رسوبی مذکور از جنوب ترکیه تا جنوب غرب ایران ادامه دارد. کمربند چین‌خورده و رورانده زاگرس از جمله مهم‌ترین حوضه‌های زمین‌شناسی جهان محسوب شده به‌طوری‌که دارای میادین نفتی متعددی است [۲]؛ [۳]. از این‌رو مورد توجه برخی از زمین‌شناسان داخلی و خارجی قرار گرفته است [۴]-[۲۴]. در این کمربند چین خورده از جمله مهم‌ترین نهشته‌های رسوبی دوران سوم یا سنوزوئیک، سازندهای پابده و آسماری است [۲۵]. این سازندها در تقسیمات مختلف حوضهٔ زاگرس در نواحی لرستان، خوزستان، فارس داخلی، ساحلی و میادین نفتی مربوطه گسترش دارند [۴]. توالی بررسی شده در این تحقیق ضخامتی از بخش فوقانی سازند پابده و بخش تحتانی سازند آسماری است که از یکی از چاه‌های میدان نفتی پارسی بررسی شده است. میدان نفتی پارسی در مرز مشترک فروافتادگی دزفول و زون ساختمانی ایذه قرار دارد. این میدان از لحاظ زمین‌شناسی ساختمانی دارای دو تاقدیس نامتقارن است که در امتداد روند اصلی زاگرس در جهت شمال غرب- جنوب شرق قرار دارد [۲۶]. از نظر بازه زمانی، این تاقدیس هم‌زمان با تشکیل کمربند چین خورده زاگرس در سنوزوئیک شکل گرفته و هیدروکربورها را به دام

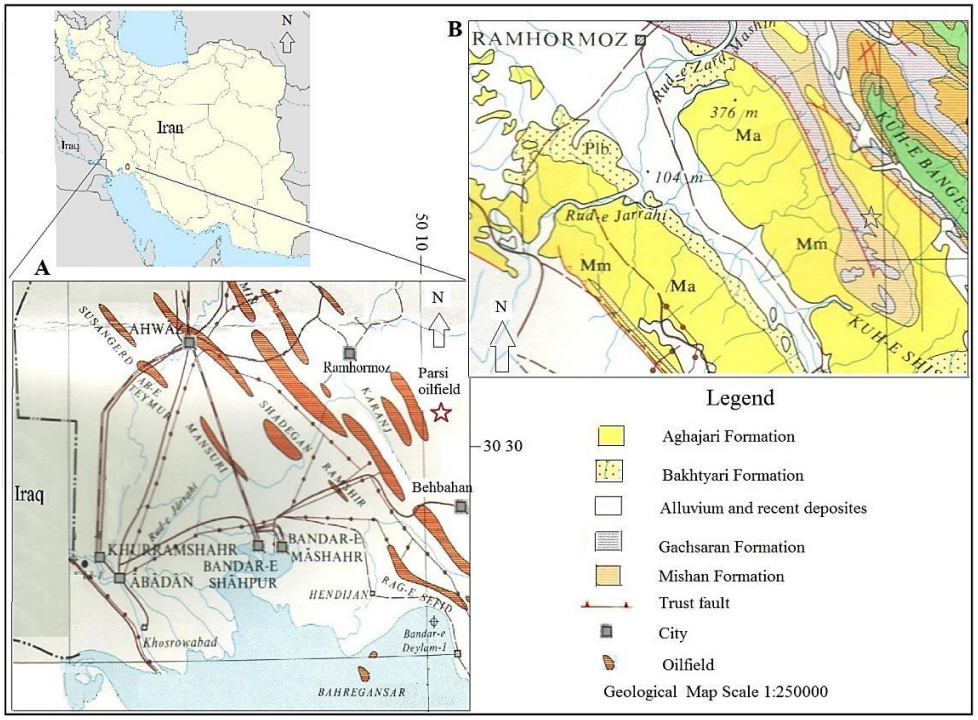
*نویسنده مسئول: senemari2004@yahoo.com

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOI: 10.52547/gnf.6.2.343]

خود انداخته است [۱]. سازند آسماری سنگ مخزن اصلی این میدان را تشکیل می‌دهد که از لحاظ سنگ‌شناسی از سنگ آهک، دولومیت، میان لایه‌هایی از شیل به‌همراه انیدریت قاعده‌ای تشکیل شده است [۱۶]، [۲۷] سازند آسماری به‌طور هم‌شیب روی رسوبات ضخیم و عمیق سازند پابده قراردارد. سازند پابده نقش سنگ منشأ نفتی را در زاگرس ایفا می‌کند. این سازند متشکل از شیل، مارن و شیل‌های کربناته است. برش الگوی سازند پابده در تنگ پابده واقع در جنوب شرق کوه پابده، شمال میدان نفتی لالی به ضخامت حدود ۷۹۹ متر اندازه‌گیری شده است [۲۵]. هدف اصلی از این پژوهش بررسی بیواستراتیگرافی مرز سازند پابده و سازند آسماری در میدان نفتی پارسی است. بررسی مرز بین این دو سازند در میدان مذکور از لحاظ اکتشافات منابع هیدروکربوری در شرکت نفت اهمیت زیادی داشته از این‌رو، در این پژوهش بخش فوقانی سازند پابده و بخش تحتانی سازند آسماری براساس نانوفسیل‌های آهکی بررسی شد تا بر اساس آن، مرز مورد نظر به‌دقت تعیین و ارزیابی شود.

موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

میدان نفتی پارسی در استان خوزستان، ناحیه فروافتادگی دزفول شمالی، بین مرز مشترک فروافتادگی دزفول و زون ایذه و در حدود ۱۳۰ کیلومتری جنوب شرق اهواز و ۴۰ کیلومتری جنوب شرق شهرستان رامهرمز واقع شده است. این میدان دارای روند شمال غرب- جنوب شرق و در مجاورت میدان نفتی کرنج قرار دارد. میدان پارسی، حدوداً در محدوده عرض‌های جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی شرقی ۴۹ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۲۰ دقیقه قرار دارد (شکل ۱).



شکل ۱. A) موقعیت جغرافیایی میدان نفتی پارسی در جنوب شرق رامهرمز (نقشه گسترش میادین نفتی زاگرس (مدیریت اکتشاف شرکت نفت، ۱۳۸۲) [۳۲]، B) موقعیت زمین‌شناسی (با ستاره مشخص شده است) میدان نفتی پارسی برگرفته شده از نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ رامهرمز) [۳۳]

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOI: 10.52547/gnf.6.2.343]

روش تحقیق و پژوهش

در این تحقیق برای انجام بررسی‌های چینه‌نگاری زیستی و بایوزوناسیون، تعیین سن نسبی و به‌منظور مشخص نمودن مرز بین بخش بالایی سازند پابده (۹۱ متر ضخامت با لیتولوژی شیل، مارن و شیل‌های کربناته) و بخش تحتانی سازند آسماری (۱۳ متر ضخامت با لیتولوژی انیدریتی) مجموعاً تعداد ۳۵ اسلاید از ۱۰۴ متر ضخامت موجود با فواصل متغیر بررسی شد. در پژوهش فعلی مجموع بخش‌هایی که بررسی شده است از مغزه یکی از چاه‌های موجود در میدان نفتی پارسی در به‌دست آمده است. نمونه‌ها با روش اسمیر اسلاید آماده‌سازی [۲۸] و سپس اسلایدهای تهیه شده به‌وسیلهٔ میکروسکوپ پلاریزان با بزرگ‌نمایی ۱۰۰۰ هم در نور پلاریزه و هم در نور معمولی بررسی شده. به‌منظور شناسایی گونه‌های متعلق به نانوفسیل‌های آهکی از کتب مختلفی مانند پرچ نیلسون [۲۹] استفاده شده است. برای تعیین سن نسبی دقیق توالی، زون‌های تعیین شده با زون‌های زیستی ارائه شده به‌وسیلهٔ مارتینی، اکادا و بوکری [۳۰]، [۳۱] مقایسه شده است.

نتایج و بحث

بررسی چینه‌نگاری زیستی

نانو فسیل‌های آهکی از شاخص‌های زیستی مفید در تعیین سن نسبی لایه‌های رسوبی و چینه‌نگاری زیستی نهشته‌های مزوزوئیک و سنوزوئیک هستند. در واقع این گروه ابزاری مهم در چینه‌نگاری زیستی ناحیه‌ای و جهانی محسوب می‌شوند [۲۹]. به‌علاوه گسترش جغرافیایی و الگوی تکاملی آنها در رسوبات متعلق به اقیانوس‌های گذشته در تحقیقات مختلفی مانند پژوهش‌های دیرینه اهمیت دارد. شکل‌های مختلف صفحات کلسیتی پوشش‌دهندهٔ نانو پلانکتون‌های آهکی بعد از مرگ آنها به کف حوضهٔ رسوبی ریزش یافته و به‌تدریج در رسوبات تجمع می‌یابند. از این‌رو با بررسی رسوبات حاوی این اجزای نانوفسیلی می‌توان به بررسی‌های زیست‌چینه‌ای پرداخت. در این تحقیق برای انجام این‌گونه بررسی‌ها از زون‌بندی مارتینی، اکادا و بوکری [۳۰]، [۳۱] و تعاریف موجود در کتاب پرچ نیلسون [۲۹] استفاده شده است. در این زون‌بندی‌ها علامت اختصاری NP بیانگر نانوپلانکتون‌های پالئوژن (Nannoplankton Paleogene) و علامت اختصاری CP بیان‌گر کوکولیت‌های پالئوژن (Coccolites Paleogene) است. در این پژوهش از بخش فوقانی رسوبات منسوب به سازند پابده ۳۹ گونه متعلق به ۱۶ جنس از نانوفسیل‌های آهکی که در محیط دریایی نهشته شده‌اند، شناسایی شد که تصاویر برخی از گونه‌ها در پلیت یک ارائه شده است. بر اساس گونه‌های شناسایی شده، زون‌بندی رسوبات مذکور بر مبنای اولین ظهور و آخرین حضور گونه‌های شاخص انجام گرفت که در نهایت منجر به شناسایی چهار بیوزون در محدوده قسمت‌های فوقانی سازند پابده بر اساس زون‌بندی‌های استاندارد جهانی شد (شکل ۲). موقعیت افق‌های زیستی و مرز بیوزون‌ها در شکل ۳ ارائه شده است.

بیوزون‌های تعیین شده در بخش فوقانی سازند پابده

NP22/ CP16c (*Helicosphaera reticulata* Zone)

این زون زیستی از آخرین حضور گونه *Ericsonia formosa* تا آخرین حضور گونه *Reticulofenestra umbilica* ادامه دارد. این زون معادل با زون CP16c از زون‌بندی اکادا و بوکری است [۲۹]، [۳۱]. زیر زون CP16c هم از آخرین حضور گونه *Ericsonia formosa* تا آخرین حضور گونه *Reticulofenestra umbilica* ادامه دارد. سن این زون روپلین (Rupelian) و ضخامت آن ۱۷متر است. نانوفسیل‌های شناسایی شده در این زون زیستی عبارتند از:

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.52547/gnf.6.2.343]

Cyclicargolithus floridanus, Clausicoccus fenestratus, Coccolithus pelagicus, Dictyococcites scrippsae, Dictyococcites bisecta, Helicosphaera bramlettei, Markalius inversus, Helicosphaera euphratis, Helicosphaera intermedia, Discoaster deflandrei, Reticulofenestra bisecta, Reticulofenestra lokeri, Reticulofenestra minuta, Reticulofenestra umbilica, Reticulofenestra stavensis, Reticulofenestra hillae, Pontosphaera multipora, Sphenolithus predistentus, Sphenolithus pseudoradians, Sphenolithus moriformis, Zygrhablithus bijugatus .

NP23/ CP17-18 (Sphenolithus predistentus Zone)

دومین زون زیستی شناسایی شده در این پژوهش از آخرین حضور گونه *Reticulofenestra umbilica* تا اولین حادثه زیستی ظهور گونه *Sphenolithus ciperoensis* ادامه دارد. این زون معادل با زون‌هایCP17 و CP18 از زون‌بندی اکادا و بوکری است [۲۹]، [۳۱]. زون CP17 از آخرین حضور گونه *Reticulofenestra umbilica* تا اولین حضور گونه *Sphenolithus distentus* ادامه دارد. زون CP18 از اولین حضور گونه *Sphenolithus distentus* تا اولین حضور گونه *Sphenolithus ciperoensis* ادامه دارد. ضخامت زون شناسایی شده حدود ۳۰ متر و سن آن روپلین (Rupelian) است. نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شده زون مذکور شامل این گونه‌ها است:

Cyclicargolithus floridanus, Cyclicargolithus abisectus, Clausicoccus fenestratus, Coccolithus pelagicus, Discoaster deflandrei, Dictyococcites scrippsae, Dictyococcites bisecta, Helicosphaera bramlettei, Helicosphaera perch-nielseniae, Helicosphaera euphratis, Helicosphaera intermedia, Helicosphaera compacta, Reticulofenestra bisecta, Reticulofenestra stavensis, Reticulofenestra lokeri, Reticulofenestra minuta, Markalius inversus, Pontosphaera multipora, Sphenolithus predistentus, Sphenolithus pseudoradians, Sphenolithus distentus, Zygrhablithus bijugatus, Sphenolithus moriformis.

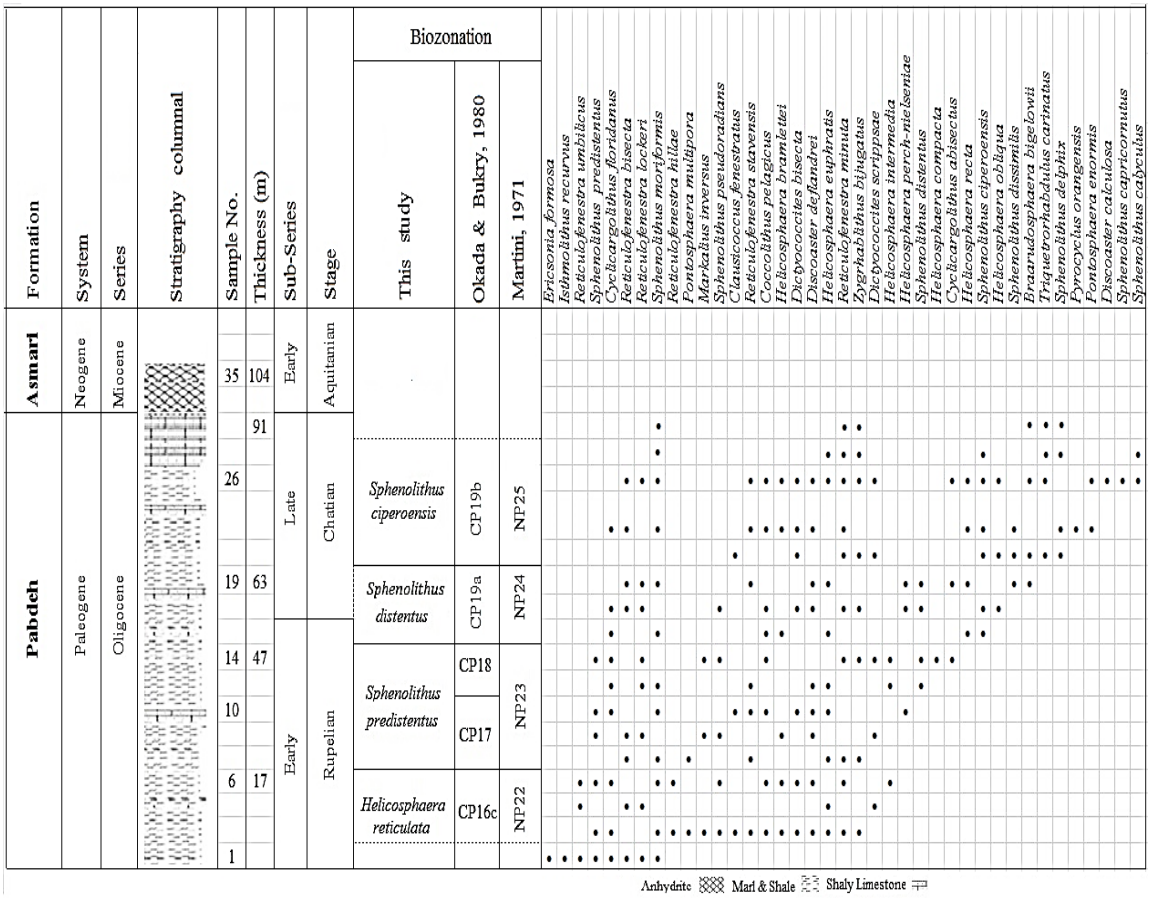
NP24/ CP19 (*Sphenolithus distentus* Zone)

سومین زون شناسایی شده از قسمت‌های فوقانی پابده، از حادثهٔ زیستی ظهور گونه *Sphenolithus ciperoensis* تا آخرین حضور گونه *Sphenolithus distentus* ادامه دارد. این زون معادل با زیر زون CP19a از زون‌بندی اکادا و بوکری است [۲۹]، [۳۱]. زیرزون CP19a از آخرین حضور گونه *Sphenolithus predistentus* تا آخرین حضور گونه *Sphenolithus distentus* شناسایی می‌شود. سن این زون الیگوسن پسین/شاتین (Chatian) و ضخامت آن ۱۶ متر است. نانوفسیل‌های‌آهکی شناسایی شده در این زون شامل گونه‌های زیراست:

Braarudosphaera bigelowii, Cyclicargolithus floridanus, Cyclicargolithus abisectus, Coccolithus pelagicus, Discoaster deflandrei, Dictyococcites scrippsae, Dictyococcites bisecta, Helicosphaera euphratis, Helicosphaera intermedia, Helicosphaera bramlettei, Reticulofenestra bisecta, Reticulofenestra lokeri, Pyrocyclus orangensis, Reticulofenestra stavensis, Reticulofenestra minuta, Pontosphaera enormis, Helicosphaera obliqua, Sphenolithus ciperoensis, Helicosphaera recta, Sphenolithus capricornutus, Triquetrorhabdulus carinatus,

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOI: 10.52547/gnf.6.2.343]

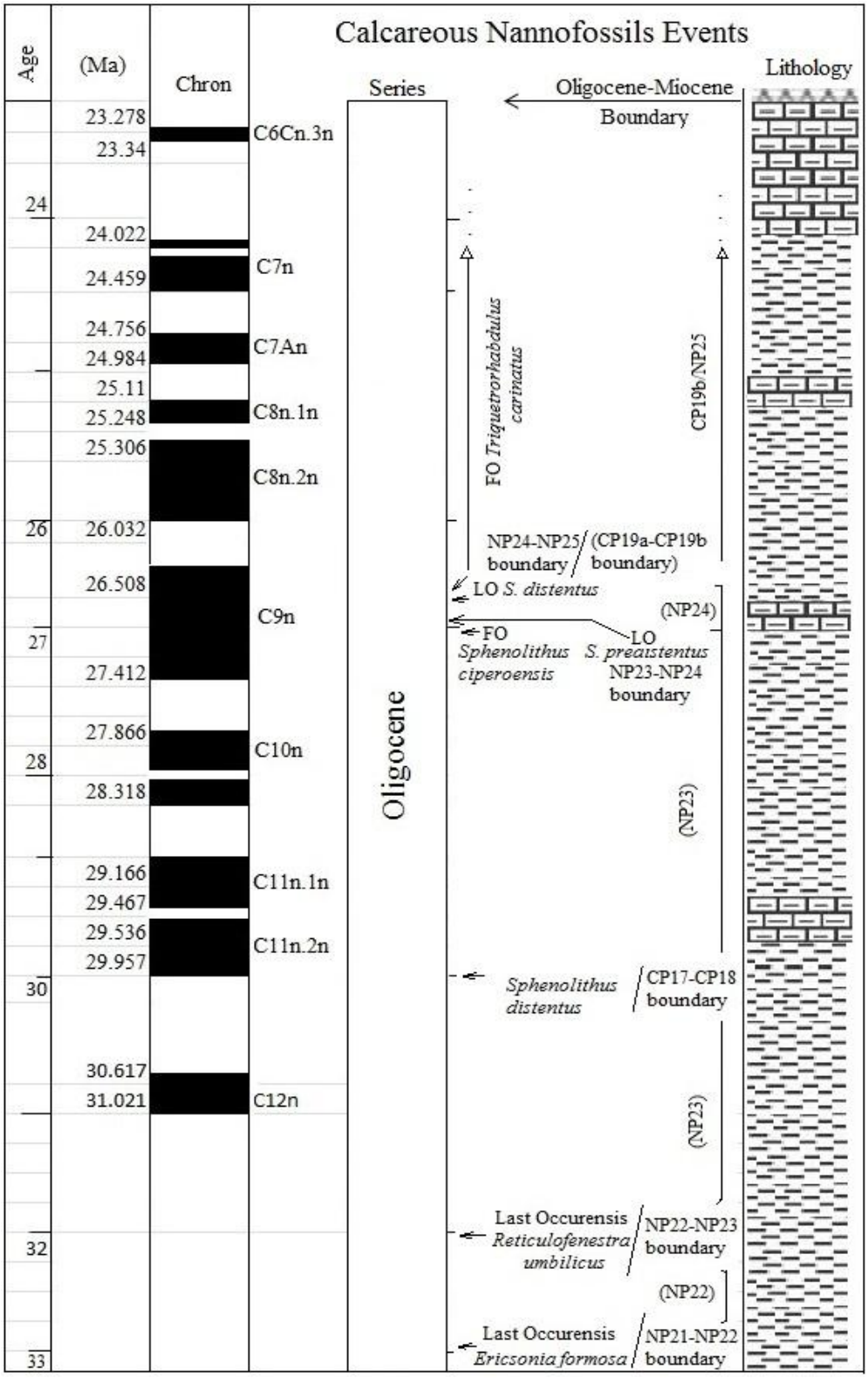
Sphenolithus calyculus, Sphenolithus delphix, Sphenolithus pseudoradians, Sphenolithus distentus, Sphenolithus dissimilis, Zygrhablithus bijugatus, Sphenolithus moriformis



شکل ۲. چینه‌نگاری زیستی متعلق به مرز سازندهای پابده و آسماری در یکی از چاه‌های میدان نفتی پارسی واقع در فروافتادگی دزفول

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.52547/gnf.6.2.343]



شکل ۳. موقعیت افق‌های زیستی و مرز تقریبی برخی از زون‌ها در برش بررسی شده (اقتباس با کمی تغییرات از لانسی و همکاران [۳۴])

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOI: 10.52547/gnf.6.2.343]

NP25/ CP19b (*Sphenolithus ciperoensis* Zone)

این زون مطابق تعریف پرچ نیلسون از آخرین حضور گونه *Sphenolithus distentus* تا آخرین حضور گونه *Sphenolithus ciperoensis* و یا آخرین حضور گونه *Helicosphaera recta* ادامه دارد. این زون به‌وسیلهٔ مارتینی تصحیح شده است [۲۹]، [۳۰]. زون مورد نظر معادل با زیرزون CP19b از زون‌بندی اکادا و بوکری است [۲۹]، [۳۱]. زیرزون CP**19**b از آخرین حضور گونه *Sphenolithus distentus* تا آخرین حضور گونه *Sphenolithus ciperoensis* شناسایی می‌شود. سن این زون الیگوسن پسین (شاتین) و ضخامت آن ۲۸ متر است. نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شده در این زون شامل گونه‌های زیر است:

Braarudosphaera bigelowii, Cyclicargolithus floridanus, Coccolithus pelagicus, Clausicoccus fenestratus, Discoaster deflandrei, Discoaster calculosus, Dictyococcites bisecta, Dictyococcites scrippsae, Helicosphaera euphratis, Cyclicargolithus abisectus, Pyrocyclus orangensis, Pontosphaera enormis, Helicosphaera recta, Helicosphaera bramlettei, Helicosphaera obliqua, Reticulofenestra bisecta, Reticulofenestra stavensis, Reticulofenestra lockeri, Reticulofenestra minuta, Sphenolithus dissimilis, Sphenolithus ciperoensis, Sphenolithus delphix, Sphenolithus calyculus, Sphenolithus capricornutus, Sphenolithus moriformis, Triquetrorhabdulus carinatus, Zygrhablithus bijugatus

با توجه به ثبت و شناسایی گونه‌های *Sphenolithus capricornutus* و *Discoaster calculosa* در تجمعات فسیلی همراه موجود در نمونه شماره ۲۶ از زون NP25 (طبق نظر پرچ نیلسون [۲۹] گونه‌های مذکور در میانه زون NP25 ظهور پیدا می‌کنند) و عدم ثبت این گونه‌ها در نمونه‌های بالاتر و این‌که آخرین حضور گونه *Helicosphaera bramlettei* در میانه زون و قبل از آخرین حضور گونه *Helicosphaera recta* است [۲۹] می‌توان بیان کرد که در روند رسوب‌گذاری نهشته‌های اواخر سازند پابده و تشکیل زون NP25 فقط بخش تحتانی این زون (افق شروع زون تا میانه زون) نهشته شده است و حضور گونه‌های *Sphenolithus ciperoensis* و *Helicosphaera recta* در نمونه‌های ۲۶ به بالا به منزلهٔ تجمعات فسیلی زون مذکور بوده است و بیان‌گر مرز فوقانی زون NP25 نیست. طبق نظر احمدهادی و همکاران [۳۵] در پایان رسوب‌گذاری سازند پابده بنا به‌دلایل تکتونیکی و فعال شدن گسل‌های پی‌سنگی متعلق به حوضهٔ زاگرس، شرایط رسوب‌گذاری و پالئواکولوژی حوضهٔ رسوبی تغییر یافته و سبب نهشته شدن انیدریت قاعده‌ای سازند آسماری به‌صورت پیوسته روی سازند پابده شده است. بنا به پژوهش‌های انجام شده در بالا می‌توان پیشنهاد کرد که ادامه روند تکمیل زون NP25 در اثر فعالیت‌های تکتونیکی و تغییر شرایط رسوب‌گذاری دچار توقف شده و از این‌رو، تعیین مرز فوقانی آن به‌خوبی میسر نیست. در بررسی رسوبات بخش فوقانی سازند پابده بر مبنای نانوفسیل‌های‌آهکی زون‌های NP24 و NP25 که منسوب به زمان شاتین هستند، در زیر انیدریت قاعده‌ای سازند آسماری واقع شده است.

بررسی بیواستراتیگرافی در بخش تحتانی سازند آسماری

رسوبات متعلق به بخش تحتانی سازند آسماری بررسی شد و اسلایدهای تهیه شده از این بخش بر اساس نانوفسیل‌های آهکی بررسی شد. با توجه به لیتولوژی خاص این قسمت هیچ‌گونه نانوفسیلی در اسلایدها شناسایی نگردید. بنابراین زون‌بندی بخش قاعده‌ای سازند آسماری میسر نشد. وجود نداشتن گونه‌های متعلق به نانوفسیل‌های-

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.52547/gnf.6.2.343]

آهکی در این بخش از برش بررسی شده، می‌تواند به جهت تغییر لیتولوژی و تغییر در شرایط رسوب‌گذاری در زمان نهشته شدن این سازند در میدان نفتی پارسی باشد [۳۶]. از جمله مهم‌ترین عواملی که در تغییر شرایط رسوب‌گذاری نهشته‌ها در حوضه‌های رسوبی نقش اساسی ایفا می‌کند، وجود فعالیت‌های تکتونیکی در حوضهٔ رسوبی است [۳۵]. به‌عبارتی دیگر فعالیت‌های تکتونیکی در کنار سایر عاملها نظیر نرخ و میزان رسوب‌گذاری، فرو رفتگی‌ها و بالا آمدگی-های کف حوضه و تغییر سطح آب دریا می‌تواند سبب تغییر در رخساره‌های سنگی یک منطقه شود. با توجه به گزارش زمین‌شناسی میدان نفتی پارسی، فعال شدن گسل‌های پی‌سنگی حوضهٔ رسوبی زاگرس، سبب تغییر شرایط رسوب‌گذاری و تغییر لیتولوژی و رسوب‌گذاری پیوسته انیدریت قاعده‌ای سازند آسماری در میدان نفتی بررسی شده روی نهشته‌های سازند پابده شده است [۳۵]، [۳۶]. بنا به گفتهٔ ون بوخم و همکاران [۳۶] تشکیل انیدریت قاعده‌ای سازند آسماری، حادثه‌ای تکتونیکی است که ارزش زمانی داشته و قابلیت انطباق گسترده دارد. پژوهش‌های انجام شده بر اساس فونای تجمعی روزن‌داران [۳۶]، [۲۴] در بخش قاعده‌ای سازند آسماری سن شروع رسوب‌گذاری این بخش را معادل اواخر شاتین ارائه می‌دهد.

بررسی عوامل مؤثر بر گسترش و پراکندگی تجمعات فسیلی

نانوپلانکتون‌های آهکی از جمله مهم‌ترین تولیدکنندگان اولیه محیط‌های اقیانوسی با اندازه ۳۰μm- ۲ هستند که حضور یا عدم حضور، تنوع و فراوانی آنها تحت کنترل عاملهای بوم‌شناختی نظیر نور، عمق، درجه حرارت و حتی مقدار مواد غذایی در دسترس آنها قرار دارد. در واقع این گروه فسیلی بیش‌تر تحت تأثیر عوامل نوری و بیوشیمیایی محیط قرار گرفته و از این‌رو شاخص مفیدی در بیان تغییرات محیطی یا آب و هوایی حوضهٔ رسوبی هستند [۳۷]. از این‌رو نانوفسیل‌های آهکی از جمله مهم‌ترین گروه های فسیلی برای بازسازی محیط‌های رسوبی گذشته محسوب شده به‌طوری‌که میزان حضور آنها در تجمعات فسیلی بیان کننده تأثیر عامل‌های محیطی ذکر شده است [۲۹]، [۳۸]، [۳۹]، [۴۰]، [۴۱]، [۴۲]، [۴۳]، [۴۴]. از میان عوامل ذکر شده در بالا مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پراکندگی این گروه فسیلی عامل درجه حرارت است. به‌نحوی که بیش‌ترین تجمع و فراوانی آنها در آب‌های سطحی گرم و در محدوده عرض‌های جغرافیایی پایین است. از این‌رو برای سنجش شرایط زیستی حاکم بر حوضهٔ رسوبی گذشته می‌توان بر اساس حضور یا عدم حضور گونه‌های شاخص و حساس به دما که در رسوبات دوران‌های زمین‌شناسی خصوصاً سنوزوئیک پراکنده‌اند تفسیرهای اکولوژیک را ارائه کرد [۵]. در مقاله ارائه شده به‌وسیلهٔ بون و همکاران [۴۰] در مورد تنوع این گروه فسیلی در زمان‌های مختلف منجمله الیگوسن بحث شده است. از جمله مواردی که این محققان به آن پرداخته‌اند، بررسی تجمعات نانوفسیل‌های آهکی در اشکوب‌های متعلق به زمان الیگوسن است. آنها در تحقیقات خود متوجه شده‌اند که گونه‌های مختلف نانوفسیلی به‌دلیل کاهش درجه حرارت، با کاهش تنوع در زمان الیگوسن پیشین روبرو شده‌اند. البته در تحقیق حاضر حضور گونه‌هایی نظیر *Discoaster deflandrei*, *Sphenolithus pseudoradians*, *Sphenolithus predistentus*, *Sphenolithus distentus*, *Sphenolithus capricornutus*, *Sphenolithus calyculus*, *Sphenolithus delphix*, *Sphenolithus compactus*, *Sphenolithus dissimilis*, *Sphenolithus ciperoensis*, *Sphenolithus moriformis*, *Reticulofenestra umbilica*, *Ericsonia formosa*, *Triquetrorhabdulus carinatus*, *Helicosphaera euphratis*, *Zygrhablithus bijugatus*, *Helicosphaera oblique* ,*Helicosphaera recta*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Cyclicargolithus abisectus* , *Helicosphaera bramlettei*, که عمدتاً از گونه‌های شاخص آب و هوای گرم هستند [۴۶]، [۲۹]،

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOI: 10.52547/gnf.6.2.343]

[۴۷]، [۴۸]، [۴۹]، [۵۰]، [۵۱] می‌تواند دلیلی بر حاکمیت شرایط آب و هوایی گرم در زمان ته‌نشینی سازند پابده در این بخش از حوضهٔ رسوبی زاگرس، در عرض جغرافیایی پایین باشد. علاوه بر عامل درجه حرارت، میزان ورود مواد غذایی به داخل حوضهٔ رسوبی در میزان اجتماع نانوفسیل‌ها مؤثر است. در واقع تنوع و اجتماع نانوفسیل‌های آهکی در هر مجموعه بیان‌گر غنای مواد غذایی در حوضهٔ رسوبی مورد نظر است که بر اساس آن می‌توان به میزان ورود مواد غذایی پی‌برد [۵۲]، [۵۳]، [۵۴]، [۵۵]. حضور فراوان گونه‌هایی نظیر *Discoaster deflandrei, Zygrhablithus bijugatus, Reticulofenestra minuta, Sphenolithus dissimilis, Sphenolithus ciperoensis, Sphenolithus moriformis,* که بیان‌گر آب‌های الیگوتروف با نرخ پایین مواد غذایی است [۵۶] در بخش بالایی سازند پابده (NP25-NN1) بیان‌گر وجود شرایط الیگوتروفیک است. در مقابل حضور گونه‌هایی مانند *Cyclicargolithus floridanus* که یوتروفیک بوده است و در تمرکز زیاد مواد غذایی، تعداد آنها افزایش می‌یابد [۳۷] در زون‌های CP17, CP18 و CP19a متعلق به اواخر الیگوسن پیشین- اوایل الیگوسن پسین (NP23/NP24) بیان‌گر وجود تمرکز مواد غذایی در زون‌های بررسی شده است. بر اساس تحقیق انجام شده به‌وسیلهٔ اربا [۵۳] با افزایش میزان بارش قاره‌ای، ورود مواد مغذی که به‌وسیلهٔ سیلاب وارد حوضهٔ رسوبی می‌شود، افزیش می‌یابد. بر اساس مدل ذکر شده میزان ورود مواد مغذی فراوان بداخل حوضه، حاصل‌خیزی آب‌های سطحی را زیاد کرده و همین امر سبب فراوانی گونه‌های یوتروف می‌شود. یکی دیگر از عامل‌های قابل بررسی در برش بررسی شده عامل حفظ‌شدگی است. عامل حفظ‌شدگی در ارتباط با تأثیر عامل دیاژنتیک و عامل انحلال در محیط رسوبی است. به‌طوری‌که هر چه عامل انحلال در حوضهٔ رسوبی بیش‌تر باشد از تعداد گونه‌های حساس به انحلال کاسته شده و بالعکس به تعداد گونه‌های مقاوم افزوده می‌شود. در برش بررسی شده گونه‌های کم‌تر مستعد برای انحلال یا به‌عبارتی مقاوم نظیر *Reticulofenestra umbilicus, Coccolithus pelagicus, Ericsonia formosa, Dictyococites bisectus* حضور داشته و در مقابل گونه *Cyclicargolithus floridanus* هم که گونه‌ای مستعد در برابر انحلال است [۴۴] به‌خوبی مشاهده می‌شود. ازاین‌رو، در مجموع به‌دلیل حضور گونه‌های حساس به انحلال در برش بررسی شده، می‌توان بیان کرد که نرخ عوامل انحلالی در حوضهٔ رسوبی پایین و یا حتی وجود نداشته است. نکته دیگر بررسی شده در این تحقیق آن است که در میان گونه‌های ذکر شده که متعلق به زمان الیگوسن هستند گونه‌های کلیدی و شاخصی را مشاهده می‌کنیم که برای زون‌بندی از آنها استفاده شده است. به‌عنوان مثال گونه *E. formosa* از جمله گونه‌های شاخص در برش بررسی شده است که مرز بین زون‌های NP21 و NP22 از زون‌بندی مارتینی [۳۰] و مرز زیرزون‌های CP16b و CP16c از زون‌بندی اکادا و بوکری [۳۱] را مشخص می‌کند. آخرین حضور گونه *Reticulofenestra umbilica* مرز بین زون‌های NP22 و NP23 از زون‌بندی مارتینی [۳۰] و مرز زون‌های CP16c و CP17 از زون‌بندی اکادا و بوکری [۳۱] و سپس آخرین حضور گونه *Sphenolithus predistentus* یا اولین ظهور گونه *Sphenolithus ciperoensis* تفکیک کننده زون‌های NP23 و NP24 از زون‌بندی مارتینی [۳۰] و جدا کننده مرز زون‌های CP18 از CP19a از زون‌بندی اکادا و بوکری [۳۱] است. اولین ظهور گونه *Sphenolithus distentus* بیان‌کنندهٔ مرز زون‌های CP17 و CP18 از زون‌بندی اکادا و بوکری [۳۱] و آخرین حضور این گونه مرز بین زون‌های NP24/NP25 از زون‌بندی مارتینی [۳۰] و مرز بین زون‌های CP19a و CP19b از زون‌بندی اکادا و بوکری [۳۱] را بیان می‌کند. چنان‌که مشاهده می‌شود گونه‌هایی نظیر *Sphenolithus predistentus, Sphenolithus ciperoensis, Sphenolithus distentus,* از جمله گونه‌های کلیدی برای زون‌بندی زمان الیگوسن محسوب می‌شوند، به‌طوری‌که این نقش مهم را فارغ از تأثیر عوامل محیطی و به‌سبب روند تکاملی خود ایفا می‌کنند [۲۹]، [۴۴]، [۵۷]. به‌عبارت دیگر در کنار سایر عوامل محیطی مؤثر (نظیر درجهٔ حرارت، شوری، وجود مواد سمی، تمرکز مواد غذایی و غیره) که در

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOI: 10.52547/gnf.6.2.343]

تغییر تجمعات نانوفسیل‌های آهکی (روی حضور یا فقدان و تنوع) و به‌تبع آن در تفسیرهای پالئواکولوژیکی مؤثر است، روند تغییرات تکاملی خود این گروه فسیلی، نقش مهمی را در تغییر تجمعات فسیلی موجود در نهشته‌های مختلف ایفا می‌کند.

نتیجه‌گیری

پژوهش‌های انجام شده بر نهشته‌های بخش فوقانی سازند پابده و بخش تحتانی سازند آسماری بر اساس نانوفسیل‌های آهکی موجود در یکی از چاه‌های میدان نفتی پارسی واقع در جنوب غرب ایران بیان‌گر این نتایج است:

بررسی اسلایدهای تهیه شده منجر به شناسایی ۳۹ گونه متعلق به ۱۶جنس از نانوفسیل‌های آهکی با حفظ شدگی خوب شد. اجتماع نانوفسیل‌های آهکی موید نانوفسیل‌هایی با پراکندگی جهانی و گونه‌هایی است که در حوضه تتیس یافت شده‌اند. بر اساس گونه‌های شاخص ثبت شده، بیوزون‌های NP22 (*Helicosphaera reticulata* Zone) تا NP25 (*Sphenolithus ciperoensis* Zone) از زون‌بندی مارتینی [۳۰] که با بیوزون‌های CP16c تا CP19b از زون‌بندی اکادا و بوکری [۳۱] مطابقت دارد از بخش فوقانی سازند پابده شناسایی شد. بر اساس تجمعات نانوفسیل‌های آهکی و بایوزون‌های معرفی شده سن بخش فوقانی سازند پابده در برش بررسی شده روپلین تا شاتین پیشنهاد می‌شود. از نمونه‌های متعلق به انیدریت بخش قاعده‌ای سازند آسماری که به‌صورت پیوسته روی نهشته‌های سازند پابده قرار دارد هیچ‌گونه نانوفسیلی ثبت نشد. بنابراین زون‌بندی این بخش میسر نشد. این می‌تواند به‌دلیل شرایط رسوب‌گذاری بخش قاعده‌ای سازند آسماری که خود ناشی از فعالیت‌های تکتونیکی منطقه است، باشد. هم‌چنین با توجه به حضور غالب گونه‌های متعلق به آب و هوای گرم در بخش فوقانی پابده می‌توان بیان کرد که برش مورد نظر در هنگام رسوبگذاری در عرض‌های جغرافیایی پایین قرار داشته است. البته افزایش حضور گونه‌های معرف شرایط الیگوتروف از زون NP24 تا NP25 و حضور فراوان گونه‌های معرف شرایط یوتروفیک نظیر *Cyclicargolithus floridanus* در زون‌های NP22 و NP23 بیان‌گر آن است که شرایط حوضهٔ رسوبی از زمان روپلین تا شاتین به‌تدریج از شرایط یوتروفیک به الیگوتروفیک تغییر پیدا کرده است.

منابع

1. Talebian M., Jackson J., "Offset on Main recent fault of NW Iran and implication for the late Cenozoic tectonics of the Arabia–Eurasia collision zone", Geophysical Journal International, 150 (2002) 422-439.
2. ColmanSadd S. P., "Fold development in Zagros simply folded belt, Southwest Iran", The American Association of Petroleum Geologist Bulletin, 62 (1978) 984-1003.
3. Motiei H., "Petroleum Geology of Zagros -1", Geological Survey of Iran (in Farsi), (1995) 589.
4. James G. A., Wynd J. G., "Stratigraphic Nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement Area", AAPG Bulletin, 49 (1965) 2182-2245.
5. Hesami K., Koyi H. A., Talbot C. J., Tabasi H., Shabanian E., "Progressive unconformities within an evolving foreland fold-thrust belt,Zagros Mountains", Journal of Geological Society, London, 158 (2001) 969-981.

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.52547/gnf.6.2.343]

6. Bordenave M.L., "The Middle Cretaceous to Early Miocene Petroleum System in the Zagros Domain of Iran, and its prospect Evaluatio", AAPG Annual Meeting, March 10-13 (2002) Houston, Texas.

7. Alavi M., "Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution", American journal of Science, 304 (2004) 1-20.

8. Kamali M.R., Fathi Mobarakabad A., Mohsenian E., "Petroleum Geochemistry and Thermal Modeling of Pabdeh Formation in Dezful Embayment", Journal Science of University of Tehran (JUST) 32 (2006) 1-11.

9. Darvishzadeh A., Ghasemi-Nejad E., Ghourchaei S., Keller G., "Planktonic foraminiferal biostratigraphy and faunal turnover across the Cretaceous-Tertiary boundary in Southwestern Iran", Journal sciences, Islamic Republic of Iran, 18 (2007) 139-149.

10. Bahrami M., Parvanehnezhad Shirazi M., "Microfacies and Sedimentary Environments of Gurpi and Pabdeh Formations in Southwest of Iran", Journal of Applied Geology, 5 (2010) 330-335.

11. Behbahani R., Mohseni H., Khodabakhshand S., Atashmard Z., "Depositional environment of the Pabdeh formation (Paleogene) Elucidated from trace fossils, Zagros Basin, W Iran", 1 st International Applied Geological Congress (26-28 April), (2010) 1004-1007.

12. Alizadeh B., Sarafdokht H., Rajabi M., Opera A., Janbaz M., "Organic Geochemistry and petrography of Kazhdumi (Albian-Cenomanian) and Pabdeh (Paleogene) potential source rock in Southern part of the Dezful Embayment, Iran", Journal of Organic Geochemistry, 49 (2012) 36-46.

13. Amin-Rasouli H., Lasemi Y., Ghomashi M., Zaheri S., "The Pabdeh -Asmari boundary facies in kuh e-Asmari section: Evidence for unconformable Ruplian-Chatian Boundary in Iran", Geosciences, 21(2012) 59-66.

14. Senemari S., Sohrabi Molla Usefi M., "Evaluation of Cretaceous–Paleogene boundary based on calcareous nannofossils in section of Pol Dokhtar, Lorestan, southwestern Iran", Arabian Journal of Geosciences, 6 (2012) 3615-3621.

15. Tabatabaei H., Motamed A., Soleimani B., Kamali M. R., "Chemical Variation during Pabdeh Formation Deposition, Zagros Basin: Gurpi-Pabdeh-Asmari Boundaries determination and Paleoenvironmental Condition", J Geol Geosci, 1 (2012) 102.

۱۶. حسنوند اکبر، "بازسازی محیط رسوبی سازند آسماری در میدان نفتی پارسی با نگرشی در شرایط تشکیل انیدریت در مرز آسماری و پابده"، بیست و چهارمین گردهمایی علوم زمین، تهران، سازمان زمین‌شناسی، (۱۳۸۴) ۱۰.

17. Senemari S., Foroghi F., "Calcareous nannofossil biostratigraphy of the Campanian-Danian interval, Gurpi Formation in the Zagros Basin Southwest Iran", Geopersia, (2019) https://doi. 10.22059/GEOPE.2019.269957.648432

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.52547/gnf.6.2.343]

۱۸. حیدری الهام، قلاوند هرمز، فروغی فریبا، الیاس لنکران زهراالسادات، "تعیین سن سازند پابده در چاه ۴۲۴ (فرو افتادگی دزفول در منطقه اهواز) برمبنای نانوفسیل‌های آهکی"، نخستین گردهمایی و همایش ملی بررسی دستاوردهای پژوهش‌گران علوم زمین ایران، (۱۳۸۹) ۹.

۱۹. سنماری سعیده، فروغی فریبا، "ارزیابی نهشته‌های منسوب به سازند گورپ بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی واقع در جنوب غرب بروجن"، استان چهار محال و بختیاری . فصل‌نامۀ زمین‌شناسی ایران، ۱۳ (۱۳۹۸) ۱۴-۱.

۲۰. هادوی فاطمه، ثبوت محمد، "نانواستراتیگرافی مرز سازندهای گورپی پابده دربرش تنگ دوراهک (جنوب تاقدیس کنگان)"و شانزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران (۱۳۹۱) ۸.

۲۱. پرندآور محمد، ماهانی‌پور اعظم، آقانباتی علی، حسینی سید ابوالفضل، "بیواستراتیگرافی نانوفسیل‌های آهکی در بخش بالایی سازند گورپی بخش ابتدایی سازند پابده (شیل ارغوانی) در یال شمال شرقی تاقدیس کوه گورپی"، فصل‌نامه علوم‌زمین، ۱۸۹-۱۹۸(۱۳۹۲) ۸.

۲۲. تیموری کبری، "بررسی پتروگرافی، فرایندهای دیاژنزی و ژئوشیمی انیدریت قاعده آسماری و تأثیر آن بر کیفیت مخزنی سازند آسماری در رخنمون سطحی تنگ بوالفارس (یال جنوبی تاقدیس بنگستان)"، چاه شمارۀ ۴ میدان پارسی و چاه شمارۀ۱۰ میدان نفتی ماماتین، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بیرجند (۱۳۹۲).

۲۳. خاوری خراسانی مانوسه پروین، هادوی فاطمه، قاسمی‌نژاد ابراهیم، "نانواستراتیگرافی و پالئواکولوژی سازند پابده در شمال غرب حوضه زاگرس در برش ایلام"، نشریۀ علمی پژوهشی دیرینه‌شناسی، ۱ (۱۳۹۲) ۱۴۹-۱۶۴.

۲۴. زارع مژگان، وزیری مقدم حسین، طاهری عزیزالله، غبیشاوی علی، "زیست چینه‌نگاری و دیرینه بوم‌شناسی سازندآسماری در یال جنوبی تاقدیس کوه سیاه و تطابق آن با نواحی مجاور"، نشریۀ علمی پژوهشی رخساره‌های رسوبی، ۸ (۱۳۹۴) ۴۳-۵۸.

۲۵. آقانباتی علی، "زمین‌شناسی ایران"، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ایران (۱۳۸۵) ۵۸۶.

26. Sherkati S., Letouzey J., "Variation of structural style and basin evolution in the central Zagros (Izeh zone and Dezful Embayment), Iran", Marine and Petroleum Geology, 2 (2004) 27-34.

27. Motiei H., "Stratigraphy of Zagros, Treatise on the geology of Iran", Tehran, Iran, Geology Survey Press, (2003) 583.

28. Bown P. R., Young J. R., "Techniques", In: Bown P.R., (eds.), Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. Chapman and Hall, London, (1998) 16-28.

29. Perch-Nielsen K., "Cenozoic Calcareous Nannofossils", In: Bolli HM., Saunders JB., Perch-Nielsen K. (eds.), Plankton Stratigraphy. Cambridge University Press (1985) 427-554 .

30. Martini E., "Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplankton Zonation", In: Farniacci A. (ed.), Proceedings, 2th International Conference on Planktonic Microfossils. Rome, Italy. Edizioni Tecnoscienza, 2 (1971) 739-785.

31. Okada H., Bukry D., "Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation", Marine Micropaleontology, 5(1980) 321-325.

۳۲. "نقشۀ ساختمانی زاگرس"، مدیریت اکتشاف شرکت نفت، تهران، ایران (۱۳۸۲).

۳۳. "نقشۀ زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ رامهرمز"، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران.

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.52547/gnf.6.2.343]

34. Lanci L., Pares J. M., Channell J. E. T., Kent D. V., "Oligocene magnetostratigraphy from Equatorial Pacific sediments (ODP Sites 1218 and 1219, Leg 199)", Earth and Planetary Science Letters, 237 (2005) 617-634.

35. Ahmadhadi F., Lacombe O., Daniel J.M., "Early reactivation of basement faults in central Zagros (SW Iran): Evidence from pre-folding fracture populations in Asmari Formation and Lower Tertiary paleogeography", In: Lacombe O., Lave J., Verges J., Roure F., (eds.), Thrust belts and fore-land basins; from fold kinematics to hydrocarbon systems, rontiers in Earth Sciences. Springer Verlag, 11(2007) 205-228.

36. Van Buchem F. S. P., Allan T. L., Laursen G. V., Lotfpour M., Moallemi A., Monibi S., Motiei H., Pickard N. A. H., Tahmasbi A. R., Vedrenne V., Vincent B., "Regional stratigraphic architecture and reservoir types of the Oligo-Miocene deposits in the Dezful Embayment (Asmari and Pabdeh formations) SW Iran", Geological Society of London, Special Publications, 329 (2010) 219-263.

37. Wade B. S., Pearson P. N., "Planktonic foraminiferal turnover, diversity fluctuations fluctuations and geochemical signals across the Eocene/Oligocene boundary in Tanzania", Marine Micropaleontology, 68 (2008) 244-255.

38. Young J. R., Bown P. R., "Cenozoic calcareous nannoplankton classification", Journal of Nannoplankton Research, 19 (1997) 36-47.

39. Bown P. R., Lees J. A., Young J. R., "Calcareous nannoplankton evolution and diversity through time", In: Thierstein H.R., Young J. R., (eds.), Coccolithophores: From molecular processes to global impact. Heidelberg, Germany: Springer, (2004) 481-508.

40. Rost B.U. Riebesell U., "Coccolithophores and the biological pump: responses to environmental changes", In: Thierstein H.R., Young J.R. (eds.), Coccolithophores from molecular processes to global impact, Springer Verlag, (2004) 99-125.

41. Wade B. S., Pälike H., "Oligocene climate dynamics", Paleoceanography 19 (2004): PA4019. doi:10.1029/2004PA001042

42. Wade B. S., Bown P. R., "Calcareous nannofossils in extreme environments: The Messinian salinity crisis, Polemi basin, Cyprus", Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 233 (2006) 271-286.

43. Villa G., Fioroni C., Pea L., Bohaty S., Persico D., "Middle Eocene–late Oligoceneclimate variability: Calcareous nannofossilresponse at Kerguelen Plateau, Site 748", Marine Micropaleontology, 69 (2008) 173-192.

44. Blaj T., Backman J., Raffi I., "Late Eocene to Oligocene preservation history and biochronology Pacific Ocean sediments", Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 115 (2009) 67-85.

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.52547/gnf.6.2.343]

45. Lyle M., Barron J., Bralower T. J., Huber M., Olivarez Lyle A., Ravelo A.C., Rea D.K., Wilson P.A., "Pacific Ocean and Cenozoic evolution of climate", Reviews of Geophysics, 46 (2008) RG2002.

46. Bukry D., "Coccolith stratigraphy, eastern equatorial Pacific, Leg 16, Deep Sea Drilling Project", Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 16 (1973) 653-711.

47. Tantawy A. A. A. M., "Calcareous nannofossil biostratigraphy and palaeoecology of the Cretaceous- Tertiary transition in the central eastern desert of Egypt", Marine Micropaleontology, 47 (2002) 323-356.

48. Liu Z., Tuo S., Zhao Q., Cheng X., Huang W., "Deep-water earliest Oligocene glacial maximum (EOGM) in South Atlantic", Chin. Sci. Bull., 49 (2004) 2190-2197.

49. Pälike H., Norris R. D., Herrle J. O., Wilson P. A., Coxall H. K., Lear C. H., Shackleton N. J., Tripati A. K., Wade B. S., "The heartbeat of the Oligocene climate system", Science, 314 (2006) 1894-1898.

50. Villa G., Persico D., "Late Oligocene climatic changes: Evidence from calcareous nannofossils at Kerguelen Plateau Site 748 (Southern Ocean)", Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 231 (2006) 110-119.

51. Bijl P. K., Schouten S., Sluijs A., Reichart G. J., Zachos J. C., Brinkhuis H., "Early Palaeogene temperature evolution of the southwest Pacific Ocean", Nature, 461 (2009) 776-779.

52. Bralower T. J., "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(2002) 1-13.

53. Erba E., "Calcareous nannofossils and Mesozoic oceanic anoxic events", Marine Micropaleontology, 52 (2004) 85-106.

54. Pekar S. F., DeConto R. M., Harwood D. M., "Resolving a late Oligocene conundrum: Deep-sea warming and Antarctic glaciation", Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 231 (2006) 29-40.

55. Villa G., Fioroni C., Persico D., Roberts A. P., Florindo F., "Middle Eocene to Late Oligocene Antarctic glaciation/deglaciation and Southern Ocean productivity", Paleoceanography, 29 (2014) 223–237.

56. Dunkley Jones T., Bown P. R., Pearson P. N., Wade B. S., Coxall H. K., Lear C. H., "Major shifts in calcareous phytoplankton assemblages through the Eocene-Oligocene transition of Tanzania and their implications for low-latitude primary production", Paleoceanography, 23 (2008) PA4204, doi:10.1029/2008PA001640.

57. Olafsson G., Villa G., "Reliability of sphenoliths as zonal markers in Oligocene sediments from the Atlantic and Indian Oceans", Mem. Sci. Geol, 43 (1992) 261-275 Padova.

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.52547/gnf.6.2.343]

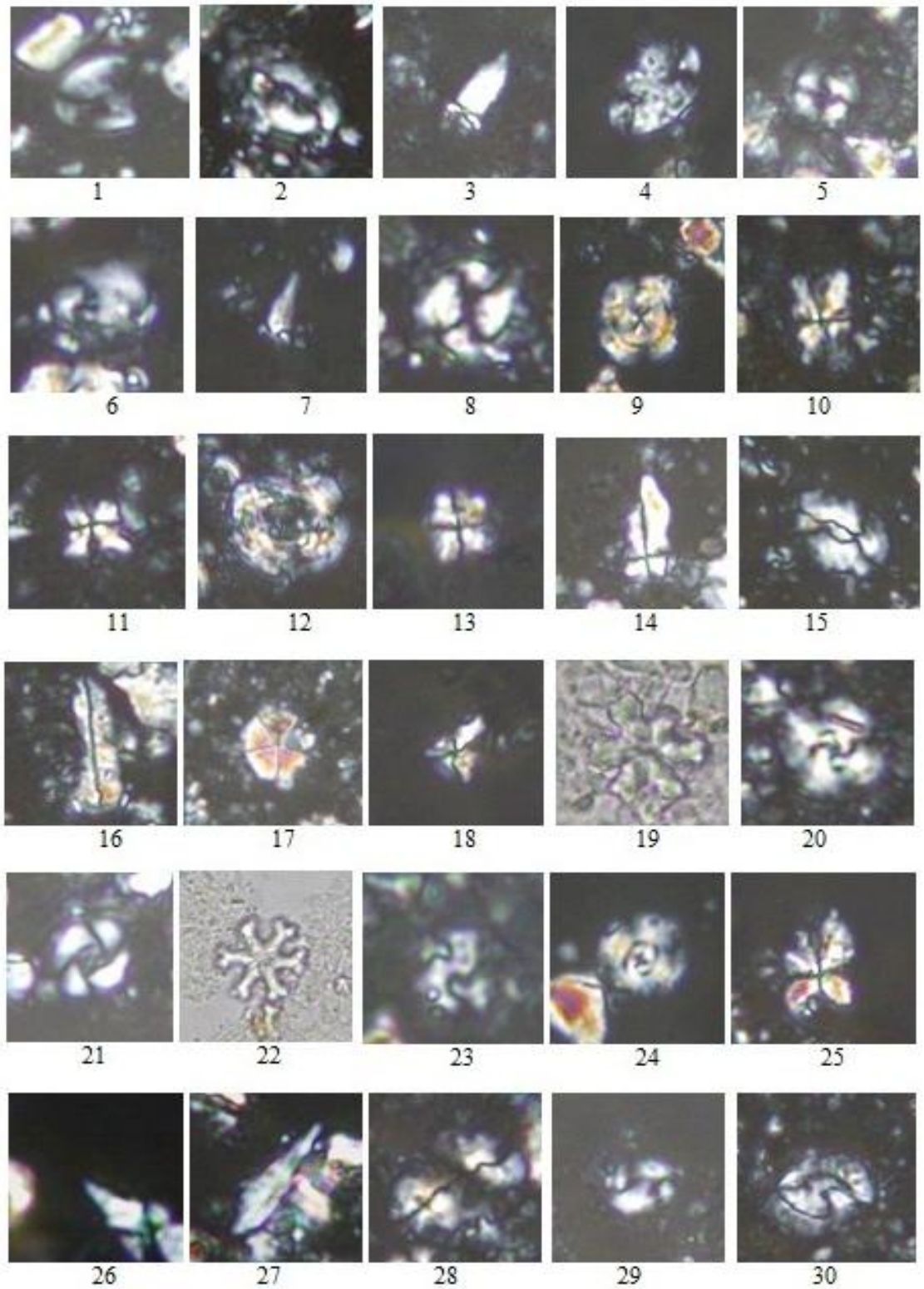


Plate *1*: All figures in XPL except figures 19 and 22 in PPL, Light microghraphs×1000; the taxa considered in the present figure are referenced in Perch-Nielsen (1985); 1: *Pontosphaera enormis* (Locker, 1967) Perch-Nielsen, 1984; 2: *Helicosphaera bramlettei* (Müller, 1970) Jafar & Martini, 1975; 3: *Sphenolithus predistentus* Bramlette & Wilcoxon,

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2024-10-12]
[DOI: 10.52547/gnf.6.2.343]

1967; 4: *Pontosphaera multipora* (Kamptner, 1948 ex Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Roth, 1970; 5: *Ericsonia formosa* (Kamptner, 1963) Haq, 1971; 6: *Helicosphaera perch-nielseniae* (Haq, 1971) Jafar & Martini (1975); 7: *Sphenolithus distentus* (Martini, 1965) Bramlette & Wilcoxon, 1967; 8: *Coccolithus pelagicus* (Wallich, 1877) Schiller (1930);9: *Reticulofenestra stavensis* (Levin & Joerger, 1967) Varol, 1989; 10: *Sphenolithus capricornutus* Bukry & Percival 1971;11: *Sphenolithus delphix* Bukry 1973; 12: *Reticulofenestra umbilica* (Levin, 1965) Martini & Ritzkowski (1968); 13: *Sphenolithus moriformis (*Bronnimann & Stradner, 1960) Bramlette & Wilcoxon, 1967; 14: *Sphenolithus pseudoradians* Bramlette & Wilcoxon, 1967; 15: *Helicosphaera euphratis* Haq, 1966; 16: *Zygrhablithus bijugatus* (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Deflandre, 1959; 17*: Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud, 1935) Deflandrae, 1947;18: *Sphenolithus calyculus* Bukry, 1985;19: *Discoaster calculosa* Bukry 1971*;* 20: *Cyclicargolithus floridanus (*Roth & Hay, in Hay et al., 1967) Bukry, 1971;21: *Reticulofenestra daviesii* (Haq, 1968) Haq, 1971*;* 22: *Discoaster deflandrei* Bramlette & Riedel, 1954; 23: *Reticulofenestra bisecta (*Hay, Mohler and Wade, 1966) Roth, 1970*;* 24: *Cyclicargolithus abisectus (*Muller, 1970) Wise, 1973*;* 25: *Sphenolithus dissimilis* Bukry and Percival, 1971; 26: *Sphenolithus ciperoensis* Bramlette and Wilcoxon, 1967; 27: *Triquetrorhabdulus carinatus* Martini, 1965; 28: *Helicosphaera compacta* Bramlette & Wilcoxon, 1967, 29: *Helicosphaera recta* (Haq, 1966) Jafar & Martini, 1975, 30: *Helicosphaera obliqua* Bramlette & Wilcoxon, 1967.

[Downloaded from gnf.khu.ac.ir on 2024-10-12]

[DOI: 10.52547/gnf.6.2.343]