

بیواستراتیگرافی سازند پابده بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی در جنوب غرب ایلام، زون ساختاری ایلام

سعیده سنماری، دانشیار، گروه زمین‌شناسی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین، ایران*
افسانه ده بزرگی، استادیار، گروه زمین‌شناسی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین، ایران

چکیده

به‌منظور مطالعه زیست چینه‌نگاری سازند پابده در جنوب غرب ایلام، برش ماربرا انتخاب شد. در این برش، سازند پابده اساساً از مارن، شیل و سنگ‌آهک مارنی تشکیل شده است. مطالعه نانوفسیل‌های آهکی به تشخیص 72 گونه و 26 جنس منجر شد. مطابق با نخستین حضور گونه‌های شاخص و گسترش تجمعات فسیلی، بایوزون‌های *Tribrachiatos contortus* Zone (NP10)، *Discoaster binodosus* Zone (NP11)، *Tribrachiatos orthostylus* Zone (NP12)، *Discoaster lodoensis* Zone (NP13)، *Discoaster sunlodoensis* Zone (NP14)، *Nannotetrina fulgens* zone (NP15)، *Discoaster tanii nodifer* Zone (NP16)، *Discoaster saipanensis* Zone (NP17)، *Chiasmolithus oamaruensis* Zone (NP18)، *Isthmolithus recurvus* Zone (NP19)، *Sphenolithus pseudoradians* Zone (NP20)، *Ericsonia Subdisticha* zone (NP21)، *Helicosphaera reticulate* Zone (NP22)، *Sphenolithus predistintus* Zone (NP23)، *Sphenolithus distentus* Zone (NP24)، *Sphenolithus ciperoensis* Zone (NP25) از زون‌بندی مارتینی (Martini, 1971) شناسایی شد. در نتیجه این مطالعه و براساس زون‌های مشخص‌شده، سن سازند پابده در جنوب غرب ایلام از انوسن پیشین (ایپرزین) تا لیگوسن پسین (چاتین) پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ایلام، بیواستراتیگرافی، پالئوژن، حوضه زاگرس، سازند پابده، نانوفسیل‌های آهکی

Email:

* نویسنده مسئول: 09127852086

senemari2004@yahoo.com

Copyright©2017, 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.

مقدمه

صحرايي، شيل‌هاي ارغواني قاعده سازند پابده به صورت پيوسته روي شيل‌هاي خاکستري سازند گوربي قرار داشته‌اند و به صورت تدريجي و پيوسته به عضو گچ کلهر از سازند آسماري منتهي مي‌شوند (شکل 3). پيدايش تدريجي گچ کلهر در رأس سازند پابده بيان‌کننده کاهش عمق حوضه رسوبي در اثر بالآمدن کف حوضه و پسروي آب در اين زمان است. اين برش در مختصات طول جغرافيايي $21^{\circ} 46' E$ و عرض جغرافيايي $32^{\circ} 33' N$ قرار گرفته است. در اين پژوهش براي بازنگري دقيق‌تر رسوبات سازند پابده، تعيين سن نسبي و ارائه بايوزوناسيون بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی، برش ماربرا مطالعه و بررسی شد.

تاریخچه و پیشینه پژوهش

تاریخچه زمین‌شناسی حوضه رسوبي زاگرس شامل دوره‌های طولانی مدت فرونشست و رسوب‌گذاری است که همراه دوره‌های کوتاه مدت بالآمدگی و عدم رسوب‌گذاری توأم است (Alavi 2004). به دنبال حرکات کرتاسه پسین، در زمان پالئوژن با پیشروی دریا در نواحی عمیق زاگرس، سازند پابده نهشته شد (درویش‌زاده 1370). این سازند از فارس تا عراق ادامه دارد و به دلیل دارا بودن خواص سنگ منشأ مناسب، اهمیت ویژه‌ای در مطالعات مناطق نفتی داشته است و به همین دلیل پژوهشگران این عرصه، مطالعات گسترده‌ای درباره آن انجام داده‌اند (Motiei 1995; Rahaghi 1978; Behbahani et al. 2010; Bahrami 2009; Kamali et al. 2006; Alizadeh et al. 2012; Tabatabaei et al. 2012; حیدری و همکاران 1389; صادقی و هداوندخانی 1389; خاوری و همکاران 1392; پرنده‌آور و همکاران 1392; آهی فر و همکاران 1394).

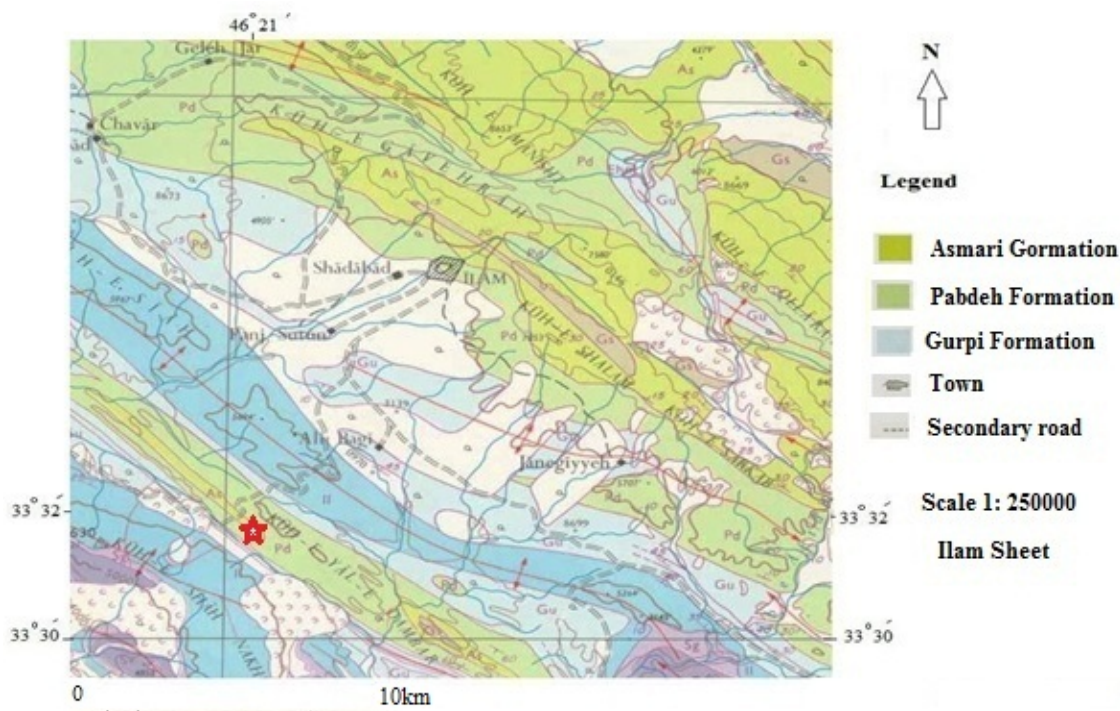
روش کار، آماده‌سازی و مطالعه

با انتخاب بهترین رخنمون از سازند پابده به ضخامت 550 متر، نمونه‌برداری انجام گرفت. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و برای جلوگیری از هدررفت گونه‌ها، آماده‌سازی با روش اسمیر اسلاید انجام شد (Bown and Young 1998).

یکی از مهم‌ترین ساختارهای زمین‌شناسی ایران و شاید جهان (Motiei 1995)، رشته‌کوه زاگرس است که در جنوب غرب ایران با روند شمال غرب - جنوب شرق قرار دارد. اهمیت این حوضه به دلیل اکتشاف میادین بزرگ هیدروکربوری به مقداری است که سبب شده است این حوضه یکی از مهم‌ترین حوضه‌های زمین‌شناسی جهان محسوب شود (Jams and Wynd 1965; Motiei 1995). این رشته‌کوه، بخشی از رشته‌کوه آلپ - هیمالیا است که از لحاظ موقعیت زمین‌شناسی، حاشیه تکتونیکی شده عربستان و نتیجه رویداد کوه‌زایی لارامید در کرتاسه پسین است. در واقع این رشته‌کوه بعد از برخورد صفحات عربی و آسیا تشکیل شده است (Alavi 2004). در زمان پالئوژن با پیشروی دریا در نواحی عمیق زاگرس، سازند پابده نهشته شد. سازند پابده در لرستان، خوزستان و فارس گسترش دارد. در لرستان مرز سازندهای پابده و گوربی در قاعده شیل‌های ارغوانی و به صورت ناپيوسته است. برش الگوی سازند پابده در تنگ پابده واقع در شمال میدان نفتی لالی، حدود 800 متر ضخامت دارد. بخش پایینی آن (شیل ارغوانی) از شیل و مارن با ضخامت حدود 140 متر تشکیل شده است. بخش باقیمانده آن، شیل‌های خاکستری و لایه‌های آهک رسی و گاهی چرت‌دار است؛ البته مقدار شیل و آهک رسی در همه جا یکنواخت نیست، گاهی شیل و گاهی آهک برتری دارد. مرز بالایی سازند پابده در برش الگو با سنگ‌آهک‌های سازند آسماری هم‌شیب و تدريجي است (Motiei 1995). در پژوهش حاضر به منظور مطالعه رسوبات سازند پابده، برش ماربرا واقع در جنوب غرب ایلام در حوضه رسوبي زاگرس انتخاب شد. برش ماربرا در فاصله 10 کیلومتری جنوب غرب ایلام در یال غربی کوه دامبر از زون ساختاری ایلام قرار دارد. راه دسترسی به برش مطالعه شده از مسیر جاده ایلام به ماربرا است (شکل‌های 1-2). سازند پابده در این برش از رخساره شیلی، مارنی و سنگ‌آهک مارنی تشکیل شده است. در مشاهدات

پرک‌نیلسون (Perch-Nielsen 1985) و زون‌بندی‌های موجود از جمله مارتینی (Martini 1971)، اکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) و آگنینی و همکاران (Agnini et al. 2014) استفاده شد.

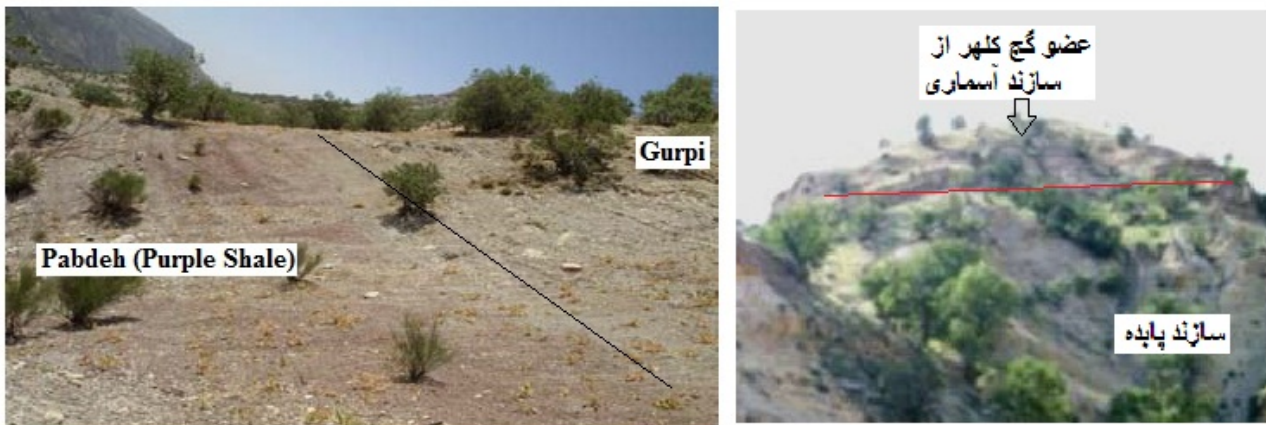
اسلایدهای تهیه‌شده با میکروسکوپ پلاریزان در نور معمولی (PPL) و پلاریزه (XPL) و با بزرگنمایی 1000 بررسی شد. برای شناسایی جنس و گونه‌های مختلف نانوفسیل‌ها و انجام مطالعات زیست‌چینه‌نگاری از کتب رفرنسی همچون



شکل 1- موقعیت ناحیه مطالعه‌شده در جنوب غرب ایلام، برش مطالعه‌شده با ستاره مشخص شده است (برگرفته شده از نقشه زمین‌شناسی 1:250000 ایلام)



شکل 2- موقعیت برش مطالعه‌شده در شرق ماربرا واقع در جنوب غرب ایلام (برگرفته شده از سایت Google Earth)



شکل 3- تصویر چپ، شیل‌های ارغوانی سازند پابده است که به صورت پیوسته روی شیل‌های خاکستری سازند گورپی قرار گرفته است (دید رو به جنوب شرق) تصویر راست، سازند پابده و عضو گچ کلهر از سازند آسماری (دید رو به شمال شرق)

1980)، علامت اختصاری CNE بیان‌کننده نانوفسیل‌های آهکی ائوسن (Calcareous Nannofossils Eocene) و علامت اختصاری CNO بیان‌کننده نانوفسیل‌های آهکی الیگوسن (Calcareous Nannofossils Oligocene) در زون‌بندی آگنینی و همکاران (Agnini et al. 2014) است. در این مطالعه، زون‌بندی رسوبات سازند پابده طبق زون‌بندی مارتینی (Martini 1971) بر مبنای نخستین ظهور (First Occurrences= FO) و آخرین حضور (Last Occurrences= LO) گونه‌های شاخص از نانوفسیل‌های آهکی انجام گرفت. شرح هر یک از زون‌های شناسایی شده در این برش به ترتیب زیر است (جدول 1):

***Tribrachiatus contortus* Zone (NP10/ CP9a)**

نخستین زون زیستی در بخش شیل قاعده‌ای سازند پابده، زون NP10 است که در حد فاصل ظهور گونه *Tribrachiatus bramlettei* تا آخرین حضور گونه *Tribrachiatus contortus* قرار می‌گیرد. نخستین ظهور گونه *T. bramlettei* در متر 0/3 از نمونه 2 و آخرین حضور گونه *T. contortus* در متر 5/9 و نمونه 6 از برش مورد مطالعه مشاهده شد. این زون معادل زیرزون CP9a از زون‌بندی اکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) است. ضخامت این زون در حدود 6 متر و سن آن ائوسن پیشین

بحث

مطالعات زیست چینه‌ای

یکی از مهم‌ترین شاخص‌های فسیلی برای تعیین سن نسبی، بیواستراتیگرافی، مطالعات پالئوکولوژی، بررسی آب‌وهوای گذشته، پالئوجغرافیای حوضه رسوبی و نیز تطابق لایه‌های رسوبی دوران‌های دوم و سوم زمین‌شناسی در مناطق مختلف جهان، نانوفسیل‌های آهکی هستند (Perch-Nielsen 1985; Bralower 2002; Zachos et al. 2003; Melinte 2004; Villa and Persico 2006; Villa et al. 2008; Shamrock 2010). اجتماع نانوفسیل‌های آهکی بیان‌کننده میزان مواد غذایی و درجه حرارت آب‌های سطحی اقیانوسی است؛ بنابراین بررسی تنوع و فراوانی آنها اهمیت زیادی دارد. در این مطالعه از نانوفسیل‌های آهکی موجود در نهشته‌های پابده برش ماربره، واقع در جنوب غرب ایلام به‌عنوان ابزاری مناسب برای مطالعات زیست چینه‌ای و تعیین سن نسبی استفاده شد. در بررسی به‌عمل آمده از این برش، 72 گونه متعلق به 26 جنس از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شد (پلیت 1). در مطالعه حاضر برای زون‌بندی‌های به‌کاررفته، علامت اختصاری NP بیان‌کننده نانوپلانکتون‌های پالئوژن (Nannoplankton) در زون‌بندی مارتینی (Martini 1971)، علامت اختصاری CP بیان‌کننده کوکولیت‌های پالئوژن (Coccoliths) در زون‌بندی اکادا و بکری (Okada and Bukry

نخستین ظهور گونه *Toweiuscrassus* ادامه دارد. نخستین ظهور گونه *D. lodoensis* در متر 25 و نمونه 18 و آخرین حضور گونه *T. orthostylus* در متر 33 و نمونه 24 از برش مورد مطالعه ثبت شد. زون حاضر با زون CP10 از زون‌بندی اکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) معادل است. ضخامت این زون، 8 متر و سن این زون ائوسن پیشین (Ypresian) است. زون NP12 با زون *Discoaster lodoensis/Tribrachiatus orthostylus* Concurrent Range Zone (CNE4) براساس زوناسیون آگینی و همکاران (Agnini et al. 2014) معادل است. مطابق این زون‌بندی، این زون از نخستین حضور رایج گونه *D. lodoensis* تا آخرین حضور گونه *T. orthostylus* است.

***Discoaster lodoensis* Zone (NP13/ CP11)**

این زون زیستی از آخرین حضور گونه *Tribrachiatus orthostylus* یا نخستین ظهور گونه *Toweius crassus* تا نخستین ظهور گونه *Discoaster sublodoensis* ادامه دارد. آخرین حضور گونه *T. orthostylus* در متر 33 و نمونه 24 از برش مورد مطالعه مشاهده شد. در مطالعه حاضر، گونه *D. sublodoensis* ثبت نشد که تعیین‌کننده مرز بین زون‌های NP13-NP14 از زون‌بندی مارتینی (Martini 1971) و شاخص زونی تعیین‌کننده مرز زون‌های CNE5-CNE6 از زون‌بندی آگینی (Agnini et al. 2014) است؛ بنابراین، مرز بین زون‌های مذکور در جدول مشخص نشده است. زون حاضر با زون CP11 از زون‌بندی اکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) معادل است. سن این زون، ائوسن پیشین (Ypresian) است. گونه‌های شناسایی شده در این زون شامل گونه‌های *B. bigelowii*, *T. crassus*, *R. dictyoda*, *D. kuepperi*, *C. pelagicus*, *H. lophota*, *S. moriformis*, *S. radians*, *Z. bijugatus*, *D. barbadiensis*, *E. formosa*, *D. lodoensis*, *D. deflandrei*, *H. lophota* است. زون NP13 با قاعده زون *Reticulofenestra dictyoda* Partial Range Zone (CNE5) براساس زوناسیون آگینی و همکاران (Agnini et al. 2014) معادل است. مطابق این زون‌بندی، این زون از آخرین حضور

(Ypresian) است. این زون با زون‌های CNE1 و CNE2 براساس زوناسیون آگینی و همکاران (Agnini et al., 2014) معادل است؛ البته زون *Fasciculithus* (CNE1 *tympaniformis* Top Zone) که مرز فوقانی آن با آخرین حضور گونه *F. tympaniformis* مشخص می‌شود، به دلیل حضورنداشتن گونه مذکور معرفی نشد. آخرین حضور گونه *T. contortus* که از شاخص‌های مهم زون NP10 است و در محدوده زون CNE2 از طرح زون‌بندی آگینی قرار دارد در قاعده سازند و متر 6 متر و نمونه‌های برداشت شده از 1 تا 6 مشاهده شد. همچنین، نخستین حضور گونه *T. orthostylus* در بخش فوقانی زون CNE2 مشاهده شد؛ بنابراین، زون CNE2 نخستین زون شناسایی شده مطابق زوناسیون آگینی و همکاران (Agnini et al., 2014) در برش مورد مطالعه است.

***Discoaster binodosus* Zone (NP11/ CP9b)**

بایوزون NP11/CP9b دومین زون زیستی شناسایی شده در برش جنوب غرب ایلام است. این زون در حد فاصل آخرین حضور گونه *Tribrachiatus contortus* تا نخستین ظهور گونه *Discoaster lodoensis* معرفی می‌شود. آخرین حضور گونه *T. contortus* در متر 5/9 و نمونه 6 و نخستین ظهور گونه *D. lodoensis* در متر 25 و نمونه 18 از برش مورد مطالعه مشاهده شد. محدوده این زون با زیرزون CP9b از زون‌بندی اکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) هم‌خوانی دارد. بازه زمانی این زون، ائوسن پیشین (Ypresian) و ضخامت آن 19 متر است. زون NP11 با زون *Tribrachiatus orthostylus* Base Zone (CNE3) براساس زوناسیون آگینی و همکاران (Agnini et al., 2014) معادل است. مطابق این زون‌بندی، این زون از نخستین حضور گونه *T. orthostylus* تا نخستین حضور رایج گونه *D. lodoensis* ادامه دارد.

***Tribrachiatus orthostylus* Zone (NP12/ CP10)**

بایوزون NP12 از نخستین ظهور گونه *Discoaster lodoensis* تا آخرین حضور گونه *Tribrachiatus orthostylus*

زونی نخستین حضور رایج گونه *Reticulofenestra umbilica* (مترائز 108 و نمونه 51) برای تعیین مرز زون CNE12 از زون‌بندی آگینی (Agnini et al. 2014) استفاده می‌شود. در مطالعه حاضر، نخستین حضور رایج گونه *Sphenolithus cuniculus* ثبت نشد که شاخص مرز فوقانی زون CNE10 از زون‌بندی آگینی (Agnini et al. 2014) است.

Discoaster tanii nodifer Zone (NP16/ CP14a)

زون زیستی NP16/ CP14a از آخرین حضور گونه *Rhabdolithus gladius* تا آخرین حضور گونه *Chiasmolithus solitus* معرفی می‌شود. گونه *R. gladius* در برش مدنظر ثبت نشد. آخرین حضور گونه *C. solitus* در مترائز 125 و نمونه 59 ثبت شد. زون حاضر با زیرزون CP14a از زون‌بندی اکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) معادل است و شاخص‌های زونی این زوناسیون، نخستین حضور گونه *R. umbilica* در مترائز 107 و نمونه 50 یا نخستین حضور گونه *D. bifax* در مترائز 107/9 و نمونه 51 برای شاخص قاعده‌ای است تا آخرین حضور گونه *C. solitus* یا آخرین حضور گونه *D. bifax* در مترائز 125 و نمونه 59 تعیین می‌شود. ضخامت این زون، 18 متر و سن این زون ائوسن میانی (Lutetian) است. گونه‌های شناسایی شده در این زون شامل گونه‌های *R. dictyoda*, *M. inversus*, *R. minuta*, *R. reticulata*, *R. bisecta*, *C. pelagicus*, *S. moriformis*, *P. versa*, *S. radians*, *C. floridanus*, *S. predistentus*, *R. daviesi*, *R. umbilica*, *S. obtusus*, *C. solitus*, *H. bramlettei*, *D. bifax*, *D. barbadiensis*, *D. saipanensis*, *D. deflandrei* است. زون NP16 با توجه به ثبت نخستین حضور رایج گونه *R. umbilicus* (مترائز 107 و نمونه 51)، نخستین حضور رایج گونه *C. reticulatum* (مترائز 117.2 و نمونه 55)، نخستین ظهور گونه *D. bisectus* (مترائز 125 و نمونه 59) با قسمت‌های میانی و فوقانی زون CNE14, CNE13, CNE12 و قسمت تحتانی زون CNE15 از زون‌بندی آگینی و همکاران (Agnini et al., 2014) معادل است.

R. dictyoda, *R. minuta*, *C. pelagicus*, *S. moriformis*, *S. radians*, *S. spiniger*, *C. solitus*, *Z. bijugatus*, *N. cristata*, *D. barbadiensis*, *Erisonia formosa*, *D. lodoensis*, *D. deflandrei* با زون CNE6, CNE7 و CNE8 از زوناسیون آگینی و همکاران (Agnini et al. 2014) معادل است. شاخص زونی در این زوناسیون آخرین حضور گونه *D. lodoensis* (مترائز 69 نمونه 31) و نخستین حضور گونه *Nannoterina cristata* (مترائز 70 نمونه 32) در برش مورد مطالعه است. مجموع ضخامت زون‌های NP13 - NP14 با توجه به آخرین حضور گونه *Tribrachiatus orthostylus* در مترائز 33 و نخستین حضور گونه *Nannotetrina fulgens* در مترائز 83 معادل 50 متر است.

Nannotetrina fulgens Zone (NP15/ CP13)

زون زیستی NP15 از نخستین ظهور گونه *Nannotetrina fulgens* تا آخرین حضور گونه *Rhabdolithus gladius* ادامه دارد. همان‌طور که در بالا به آن اشاره شد، نخستین ظهور گونه *N. fulgens* در مترائز 83 و نمونه 35 از برش مورد مطالعه ثبت شد. گونه *R. gladius* در برش مدنظر ثبت نشد. زون حاضر با زون CP13 از زون‌بندی اکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) معادل است و شاخص‌های زونی این زوناسیون از نخستین ظهور گونه *N. fulgens* در مترائز 83 و نمونه 35 تا نخستین حضور گونه *Reticulofenestra umbilica* در مترائز 107 و نمونه 50 یا نخستین حضور گونه *Discoaster bifax* تعیین می‌شود که در مترائز 107/9 و نمونه 51 است. ضخامت این زون 24 متر و سن این زون، ائوسن میانی (Lutetian) است. همچنین در زون‌بندی آگینی (Agnini et al. 2014)، این زون با زون‌های CNE9, 10, 11 و قسمت‌های ابتدایی CNE12 معادل است. در این مطالعه، شاخص زونی نخستین حضور گونه *Chiasmolithus gigas* (مترائز 89 و نمونه 39) برای تعیین مرز فوقانی زون CNE9، شاخص زونی آخرین حضور گونه *Chiasmolithus gigas* (مترائز 92 و نمونه 43) برای تعیین مرز فوقانی زون CNE11 و شاخص

گونه

– NP18 - *C. oamaruensis* در برش مدنظر، مرز زون‌های NP18 - NP17 تعیین نشد؛ از این رو ضخامت مجموع زون‌های NP18 - NP17 برابر 128 متر است. گونه‌های شناسایی شده در این زون شامل گونه‌های زیر است:

R. dictyoda, *B. spinosus*, *R. reticulata*, *C. reticulatum*, *C. erbae*, *R. minuta*, *D. bisecta*, *C. pelagicus*, *C. floridanus*, *P. versa*, *S. radians*, *S. predistentus*, *M. inversus*, *H. lophota*, *H. euphratis*, *R. umbilica*, *R. samodurovii*, *H. compacta*, *H. bramlettei*, *D. barbadiensis*, *D. tani*, *D. saipanensis*, *D. deflandrei*, *Z. bijugatus*.

در میان تجمعات فسیلی ذکر شده در این زون، گونه‌های مربوط به جنس‌های *Discoaster*، *Sphenolithus* و *Helicosphaera* متعلق به آب‌وهوای گرم و شرایط الیگوتریفیک (Gibbs et al. 2004)، به فراوانی مشاهده می‌شوند. این زون به دلیل نخستین حضور رایج گونه *Criboecentrum erbae* (مترای 198.8 و نمونه 79) و آخرین حضور رایج همین گونه (مترای 216 و نمونه 89)، با زون CNE17 معادل است و به دلیل آخرین حضور رایج گونه *Criboecentrum erbae* (در مترای 216 و نمونه 89) تا نخستین حضور رایج گونه *I. recurvus* (مترای 254 و نمونه 97) با بخش تحتانی زون CNE18 از زوناسیون آگنینی و همکاران (Agnini et al. 2014) معادل است.

***Isthmolithus recurvus* Zone (NP19/ CP15b)**

این بایوزون از نخستین ظهور گونه *I. recurvus* تا نخستین ظهور گونه *Sphenolithus pseudoradians* تعیین می‌شود. نخستین ظهور گونه *I. recurvus* در مترای 253 و نمونه 96 و نخستین ظهور گونه *S. pseudoradians* در مترای 320 و نمونه 116 از برش مورد مطالعه است؛ البته مارتینی (Martini, 1976) بیان کرد از حادثه زیستی نخستین ظهور گونه *S. pseudoradians* به درستی به عنوان شاخص زیستی تعیین مرز فوقانی این زون نمی‌توان استفاده کرد؛ زیرا تشخیص گونه‌های بزرگتر از *S. radians* از گونه *S. pseudoradians* مشکل است. همچنین، بازه زمانی نخستین ظهور گونه

***Discoaster saipanensis* Zone (NP17/ CP14b)**

زون زیستی NP17/CP14b از آخرین حضور گونه *Chiasmolithus solitus* تا نخستین ظهور گونه *Chiasmolithus oamaruensis* معرفی می‌شود. آخرین حضور گونه *C. solitus* در مترای 125 و نمونه 59 ثبت شد. گونه *C. oamaruensis* در برش مدنظر ثبت نشد؛ از این رو مرز بین زون‌های NP17- NP18 در این برش مشخص نشد. زون حاضر تقریباً با تمامی زیرزون CP14b از زون‌بندی اکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) معادل است. شاخص‌های زونی این بایوزون در عرض‌های جغرافیایی پایین نادر است. آخرین حضور گونه *C. solitus* در مترای 125 و نمونه 59 بیان‌کننده بخش تحتانی زیرزون CP14b است. سن این زون، ائوسن میانی (Bartonian) است. گونه‌های شناسایی شده در این زون شامل گونه‌های *R. dictyoda*, *M. inversus*, *R. daviesi*, *R. stavensis*, *R. reticulata*, *R. minuta*, *R. bisecta*, *C. pelagicus*, *S. moriformis*, *P. versa*, *S. radians*, *S. predistentus*, *R. umbilica*, *S. obtusus*, *H. compacta*, *H. bramlettei*, *D. barbadiensis*, *D. saipanensis*, *D. deflandrei* است. با توجه به ثبت آخرین حضور گونه *Sphenolithus obtusus* (مترای 152 و نمونه 68) و نخستین حضور رایج گونه *Criboecentrum erbae* (مترای 198.8 و نمونه 79)، زون NP17 با بخش میانی - فوقانی زون CNE15 و زون CNE16 از طرح زونی آگنینی و همکاران (Agnini et al., 2014) معادل است.

***Chiasmolithus oamaruensis* Zone (NP18/ CP15a)**

این بایوزون از نخستین ظهور گونه *Chiasmolithus oamaruensis* تا نخستین ظهور گونه *Isthmolithus recurvus* تعیین می‌شود. گونه *C. oamaruensis* در برش مدنظر ثبت نشد. نخستین ظهور گونه *I. recurvus* در مترای 253 و نمونه 96 ثبت شد. زون حاضر با زیرزون CP15a از زون‌بندی اکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) معادل است؛ البته همان‌طور که ذکر شد شاخص‌های زونی این بایوزون در عرض‌های جغرافیایی پایین نادر است. سن این زون، ائوسن پسین (Priabonian) است. با توجه به ثبت نشدن

Sphenolithus pseudoradians Zone (NP20/ CP15b)

این بایوزون از نخستین ظهور گونه *Sphenolithus pseudoradians* تا آخرین حضور گونه *Discoaster saipanensis* یا آخرین حضور گونه *Discoaster barbadiensis* معرفی می‌شود. نخستین ظهور گونه *S. pseudoradians* در متر 320 و نمونه 116 و آخرین حضور گونه *D. saipanensis* در متر 340 و نمونه 121 است. زون حاضر با بخش فوقانی زیرزون CP15b از زون بندی اکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) معادل است. شاخص‌های زونی این زون بندی، آخرین حضور گونه *D. barbadiensis* (متر 340 و نمونه 121) یا آخرین حضور گونه *D. saipanensis* در متر 342 و نمونه 122 است. براساس طرح زونی مارتینی، مرز ائوسن به الیگوسن بین زون‌های NP20 و NP21 قرار دارد که با آخرین حضور گونه *D. saipanensis* و *D. barbadiensis* مشخص می‌شود. آخرین حضور این دو گونه، بهترین شاخص برای تعیین مرز فوقانی زون مذکور در عرض‌های جغرافیایی پایین است. ضخامت این زون، 20 متر و سن آن ائوسن پسین (Priabonian) است. این زون با زون CNE20 از زون بندی آگنینی و همکاران (Agnini et al. 2014) معادل است. شاخص‌های زونی این بایوزون، آخرین حضور گونه *C. reticulatum* در متر 300 و نمونه 112 و آخرین حضور گونه *D. saipanensis* در متر 340 و نمونه 121 است. در واقع مجموع زون‌های NP20 و NP19 با قسمت‌های فوقانی زون CNE18، CNE19 و CNE20 از زون بندی آگنینی و همکاران (Agnini et al. 2014) معادل است.

Ericsonia subdisticha Zone (NP21/ CP16a-b)

این بایوزون از آخرین حضور گونه *D. saipanensis* تا آخرین حضور گونه *Ericsonia formosa* معرفی می‌شود. آخرین حضور گونه *D. saipanensis* در متر 340 و نمونه 121 و آخرین حضور گونه *E. formosa* در متر 397 و نمونه 143 است. در مطالعه برش حاضر، مرز بین ائوسن و

S. pseudoradians در مکان‌های مختلف، متفاوت گزارش شده است؛ به همین دلیل این گونه برای تعیین مرز فوقانی زون مطالعه شده از نظر مارتینی شاخص مناسبی نیست. به همین دلیل از نظر او تعیین مرز زون‌های NP19 و NP20 معمولاً به درستی انجام نمی‌شود. پژوهشگران دیگری (Fornaciari et al. 2010; Agnini et al. 2011) نیز مشابه این مطالعات را انجام داده‌اند. برای افزایش دقت تعیین مرز باید از شاخص‌های مناسب دیگری برای شناسایی حد فوقانی زون NP19 استفاده کرد. براساس نظر پرکنیلسون (Perch-Nielsen 1985) از آخرین حضور گونه *C. reticulatum* نیز برای تقریب مرز زون‌های NP18 - NP19 استفاده می‌شود؛ به طوری که مطالعه حوادث زیستی گونه‌ها نشان می‌دهد نخستین ظهور گونه *S. pseudoradians* بعد از آخرین حضور گونه *C. reticulatum* اتفاق می‌افتد (Perch-Nielsen 1985). از این رو شاید اینگونه حوادث زیستی، شاخص مناسب دیگری برای تعیین حدود مرز زون‌ها باشد. زون حاضر با بخش تحتانی زیرزون CP15b از زون بندی اکادا و بکری (Okada and Bukry, 1980) معادل است. شاخص زونی این زون بندی، نخستین ظهور گونه *I. recurvus* (متر 253 و نمونه 96) است. زون NP19 معادل بخش فوقانی زون CNE18 و CNE19 از زون بندی آگنینی و همکاران (Agnini et al. 2014) است. شاخص‌های زونی برای این بایوزون‌اسیون، نخستین حضور گونه *Cribocentrum isabellae* (در متر 280 و نمونه 108) و آخرین حضور گونه *C. reticulatum* (در متر 300 و نمونه 112) است. ضخامت این بایوزون، 67 متر و سن آن ائوسن پسین (Priabonian) است. برخی از گونه‌های شناسایی شده در این زون شامل گونه‌های زیر است:

B. bigelowii, *C. consuetus*, *R. reticulata*, *C. reticulatum*, *C. isabellae*, *R. samodurovii*, *R. minuta*, *D. bisecta*, *S. moriformis*, *C. floridanus*, *E. formosa*, *Isthmolithus recurvus*, *S. radians*, *S. predistentus*, *H. compacta*, *H. euphratis*, *R. stavensis*, *R. umbilica*, *H. bramlettei*, *D. barbadiensis*, *S. moriformis*, *D. tani*, *D. saipanensis*, *D. deflandrei*, *Z. bijugatus*.

زوناسیون آگنینی و همکاران (Agnini et al. 2014) معادل است. زون *Reticulofenestra umbilicus* Top Zone (CNO2) از آخرین حضور گونه *Ericsonia formosa* (مترای 397 و نمونه 143) تا آخرین حضور گونه *Reticulofenestra umbilica* (مترای 466 و نمونه 156) ادامه دارد.

***Sphenolithus predistentus* Zone (NP23/ CP17-18)**

این بایوزون از آخرین حضور گونه *Reticulofenestra umbilica* تا نخستین ظهور گونه *Sphenolithus ciproensis* تعیین می‌شود. نخستین ظهور گونه *S. ciproensis* در مترای 510/5 و نمونه 174 است. ضخامت این زون، 44/5 متر و سن آن الیگوسن پیشین (Rupelian) است. این زون با زون‌های CNO3 و CNO4 براساس زوناسیون آگنینی و همکاران (Agnini et al. 2014) معادل است. زون CNO3 همکاران (Agnini et al. 2014) معادل است. زون CNO3 از آخرین حضور گونه *Reticulofenestra umbilica* (مترای 466 و نمونه 156) تا نخستین حضور گونه *Sphenolithus distentus* (مترای 492 و نمونه 167) ادامه دارد. زون CNO3 با زون CP17 از زون‌بندی اکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) معادل است. زون *Sphenolithus distentus/Sphenolithus predistentus* Concurrent Range Zone (مترای 492 و نمونه 167) تا آخرین حضور گونه *S. predistentus* (مترای 510 و نمونه 173) ادامه دارد (Agnini et al. 2014). نخستین ظهور گونه *S. ciproensis* (مترای 510/5 و نمونه 174) در این زون ثبت شده است. زون CNO4 با زون CP18 و قسمت تحتانی زیرزون CP19a از زون‌بندی اکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) معادل است؛ به طوری که مرز فوقانی آن با آخرین حضور گونه *S. predistentus* (مترای 510 و نمونه 173) شناسایی می‌شود.

***Sphenolithus distentus* Zone (NP24/ CP19a)**

این بایوزون از نخستین ظهور گونه *Sphenolithus ciproensis* تا آخرین حضور گونه *Sphenolithus distentus*

الیگوسن براساس آخرین حضور گونه *D. saipanensis* از زون‌بندی مارتینی (Martini, 1971) در نظر گرفته شده است. زون حاضر با زیرزون‌های CP16a/b از زون‌بندی اکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) معادل است. ضخامت این زون، 57 متر و سن آن ائوسن پسین - الیگوسن پیشین (Priabonian/Rupelian) است. براساس زون‌بندی آگنینی و همکاران (Agnini et al. 2014)، مرز ائوسن به الیگوسن بین زون‌های CNE21 و CNO1 قرار می‌گیرد. در این زوناسیون، (*Helicosphaera compacta* Partial Range Zone) از آخرین حضور گونه *D. saipanensis* تا نخستین حضور رایج گونه *Clausicoccus subdistichus* و زون *CNO1 (Ericsonia Formosa/ Clausicoccus subdistichus* Concurrent Range Zone) از نخستین حضور رایج گونه *C. subdistichus* تا آخرین حضور گونه *E. formosa* ادامه دارد. شاخص‌های زونی در این زوناسیون، آخرین حضور گونه *D. saipanensis* (مترای 340 و نمونه 121)، نخستین حضور رایج گونه *Clausicoccus subdistichus* (در مترای 363.7 و نمونه 131)، آخرین حضور رایج گونه *Clausicoccus subdistichus* (در مترای 395.8 و نمونه 142) و آخرین حضور گونه *E. formosa* در مترای 397 و نمونه 143 است.

***Helicosphaera reticulata* Zone (NP22/ CP16c)**

این بایوزون از آخرین حضور گونه *Ericsonia formosa* تا آخرین حضور گونه *Reticulofenestra umbilica* تعیین می‌شود. آخرین حضور گونه *E. formosa* (مترای 397 و نمونه 143) و آخرین حضور گونه *R. umbilica* در مترای 466 و نمونه 156 است. زون حاضر با زیرزون CP16c از زون‌بندی اکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) معادل است. در مطالعه این زون، شاخص‌های زونی مارتینی (Martini 1971) و اکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) یکسان است. ضخامت این زون، 69 متر و سن آن الیگوسن پیشین (Rupelian) است. این زون با زون CNO2 براساس

می‌شود. در برش مطالعه‌شده، گونه *Sphenolithus delphix* ثبت نشد؛ بنابراین، مرز فوقانی زون CNO6 از زوناسیون آگنینی تعیین نشد. زون NP25 با زیرزون CP19b از زون‌بندی اکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) معادل است. شاخص‌های زونی این زیرزون، آخرین حضور گونه *Sphenolithus distentus* تا آخرین حضور گونه *S. ciproensis* است.

نتیجه

در مطالعه برش ماریرا در جنوب غرب ایلام، تعداد 72 گونه متعلق به 26 جنس از نانوفسیل‌های آهکی در سازند پابده شناسایی شد. گونه‌های شناسایی‌شده در محیط دریایی نهشته شده‌اند. مطابق با نخستین و آخرین حضور گونه‌های شاخص، بایوزون‌های NP10 - NP25 از زون‌بندی مارتینی (Martini 1971)، زون‌های CNE2 - CNO5 براساس زوناسیون آگنینی و همکاران (Agnini et al. 2014) و زون‌های CP9 - CP19b از زون‌بندی اکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) برای سازند پابده شناسایی شد. براساس بایوزون‌های شناسایی‌شده، سن برش مطالعه‌شده از Early Eocene (Ypresian) تا Late Oligocene (Chattian) پیشنهاد می‌شود. همچنین در مشاهدات صحرایی، مرز بین رسوبات سازند گورپی با سازند پابده، پیوسته و مرز بین رسوبات سازند پابده با سازند آسماری (عضو گچ کلهر) پیوسته و تدریجی است که بیان‌کنندهٔ پسروری و کاهش عمق آب در حوضهٔ رسوبی در حد فاصل سازندهای پابده و آسماری است.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از راهنمایی ارزندهٔ پروفسور کلودیا آگنینی و داوران محترم قدردانی می‌کنند که در ارتقای کیفی مقاله مؤثر بوده‌اند.

References

تعیین می‌شود. شاخص‌های زونی در برش مطالعه‌شده، نخستین ظهور گونه *S. ciproensis* (مترائ 510/5 و نمونه 174) و آخرین حضور گونه *S. distentus* (مترائ 518 و نمونه 177) است. ضخامت این زون، 7/5 متر و سن آن الیگوسن پسین (Chattian) است. براساس زون‌بندی آگنینی و همکاران (Agnini et al. 2014)، این زون با بخش فوقانی زون CNO4 و بخش تحتانی زون CNO5 معادل است. مرز بین بخش فوقانی زون CNO4 (*Sphenolithus distentus/Sphenolithus predistentus* Concurrent Range Zone) و بخش تحتانی زون CNO5 (*Sphenolithus ciproensis* Top Zone) با آخرین حضور گونه *S. predistentus* (مترائ 510 و نمونه 173) مشخص می‌شود. زون NP24 با زیرزون CP19a از زون‌بندی اکادا و بکری (Okada and Bukry 1980) معادل است. شاخص‌های زونی این زون‌بندی، نخستین ظهور گونه *S. ciproensis* (مترائ 510.5 و نمونه 174) تا آخرین حضور گونه *S. distentus* (مترائ 518 و نمونه 177) است.

Sphenolithus ciproensis Zone (NP25/ CP19b)

این بایوزون از آخرین حضور گونه *Sphenolithus distentus* تا آخرین حضور گونه *Helicosphaera recta* یا آخرین حضور گونه *S. ciproensis* تعریف می‌شود. شاخص‌های زونی این بایوزون، آخرین حضور گونه *S. distentus* (در مترائ 518 و نمونه 177)، آخرین حضور گونه *H. recta* (در مترائ 550 و نمونه 190) و آخرین حضور گونه *S. ciproensis* (در مترائ 548 و نمونه 189) است. ضخامت این زون، 32 متر و سن آن الیگوسن پسین (Chattian) است. براساس زوناسیون آگنینی و همکاران (Agnini et al. 2014)، این زون با بخش میانی - فوقانی زون CNO5 و بخش زیرین و میانی NCO6 معادل است. زون *Sphenolithus ciproensis* (*Sphenolithus ciproensis* Top Zone) از آخرین حضور گونه *S. predistentus* (مترائ 510 و نمونه 173) تا آخرین حضور گونه *S. ciproensis* (در مترائ 548 و نمونه 189) معرفی

- Fornaciari E. Agnini C. Catanzariti R. Rio D. Bolla E.M. and Valvasoni E. 2010. Mid latitude calcareous nannofossil biostratigraphy and biochronology across the middle to late Eocene transition. *Stratigraphy*, 7(4): 229-264.
- Gibbs S.J. Shackleton N.J. and Young J.R. 2004. Identification of dissolution patterns in nannofossil assemblages: a high-resolution comparison of synchronous records from Ceara Rise, ODP Leg 154. *Paleoceanography*, 19(1): 1029-1041.
- Heydari A. Ghalavand H. Froughi F. and Elias Lankaran Z. 2010. Determination of age of Pabdeh Formation in Well 424 (Dezful embayment in Ahwaz Region) Based on Calcareous Nannofossils. The first meeting of the National Conference Achievements of Iranian Scientists, 9 (in Persian).
- James G.A. and Wynd J.C. 1965. Stratigraphy nomenclature of Iranian Oil consortium Agreement Area. *American Association Petroleum Geologist Bulletin*, 49: 2182-2245.
- Kamali M.R. Fathi Mobarakabad A. and Mohsenian E. 2006. Petroleum Geochemistry and Thermal Modeling of Pabdeh Formation in Dezful Embayment. *Journal Science of University of Tehran*, 32(2):1-11.
- Khavari M. Hadavi F. and Ghaseminejad A. 2014. Nanostratigraphy and Paleocheology of Pabdeh Formation in the Northwest of Zagros Basin in Ilam Section. *Paleontology*, 1(2): 149-164 (in Persian).
- Martini E. 1971. Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplankton Zonation. In: Farniacci A. (Ed.), *Proceedings, 2th International Conference on Planktonic Microfossils*. Rome, Italy. Edizioni Tecnoscienza, 2: 739-785.
- Martini E. 1976. Cretaceous to Recent calcareous nannoplankton from the Central Pacific Ocean (DSDP Leg 33). In: Schlanger S.O. Jackson E.D. et al., *Initial reports DSDP, 33: Washington (U.S. Govt. Printing Office)*, 383-423.
- Melinte M. 2004. Calcareous nannoplankton, a tool to assign environmental changes. *Proceedings of Euro-EcoGeoCentre, Romania*, p.1-8
- Motiei H. 1995. *Petroleum Geology of Zagros -1*. Geological Survey of Iran (in Farsi), 589 p.
- Okada H. and Bukry D. 1980. Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation. *Marine Micropaleontology*, 5(3): 321-325.
- Ahifar A. Kani A. and Amiri Bakhtiar H. 2015. Calcareous Nannofossil Biostratigraphy of Pabdeh Formation at Gurpi Anticline. *Geosciences*, 24(95):107-120 (in Persian).
- Agnini C. Fornaciari E. Giusberti L. Grandesso P. Lanci L. Luciani V. Muttoni G. Rio D. Stefani C. Pälke H. and Spofforth D.J.A. 2011. Integrated bio-magnetostratigraphy of the Alano section (NE Italy): a proposal for defining the Middle-Late Eocene boundary. *Geological Society of America Bulletin*, 123 (5/6): 841-872. doi:10.1130/B30158.1.
- 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(2):131-181.
- Alavi M. 2004. Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution. *American Journal of Science*, 304:1-20.
- Alizadeh B. Sarafdokht H. Rajabi M. Opera A. and Janbaz M. 2012. 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: 36-46.
- Bahrami M. 2009. Microfacies and Sedimentary Environments of Gurpi and Pabdeh formations in Southwest of Iran. *American Journal of Applied Science*, 6(7): 1295-1300.
- 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, 1st International Applied Geological Congress, 26-28 April, p. 1004-1007.
- Bown P.R. and Young J.R. 1998. Techniques. In: Bown P.R. (Ed.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, p.16-28.
- 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): 1-12.
- Darvishzadeh A. 1991. *Geology of Iran*. Publications dissemination of knowledge today, 901p (in Persian).

- 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. *Journal of Geology and Geosciences*, 1(1): 102.
- Villa G. and Persico D. 2006. Late Oligocene climatic changes: Evidence from calcareous nannofossils at Kerguelen Plateau Site 748 (Southern Ocean). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 231: 110–119.
- Villa G. Fioroni C. Pea L. Bohaty S.M. and Persico D. 2008. Middle Eocene–late Oligocene climate variability: Calcareous nannofossil response at Kerguelen plateau, Site 748. *Marine Micropaleontology*, 69:173–192.
- Zachos J.C. Wara M.W. Bohaty S. Delaney M.L. Petrizzo M.R. Brill A. Bralower T.J. and Premoli-Silva I. 2003. A transient rise in tropical sea-surface temperature during the Paleocene–Eocene thermal maximum. *Science*, 302: 1551–1554.
- Parandavar M. Mahanipour A. Aghanabati A. and Hosseini A. 2013. Biostratigraphy of calcareous nannofossils in the upper part of the Gurpi Formation and lower part of Pabdeh Formation (purple shale) in the northeastern limit of the Gurpi anticlinal. *Geosciences*, 89(23):187–198 (in Persian).
- Perch-Nielsen K. 1985. Cenozoic Calcareous Nannofossils. In: Bolli HM. Saunders JB. Perch-Nielsen K. (Eds.), *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, p. 427-554
- Rahaghi A. 1978. Paleogene biostratigraphy of some parts of Iran. *National Iranian Oil Company*, 165 p.
- Sadeghi A. and Hadavandkhani N. 2010. Biostratigraphy of Pabdeh Formation in the Stratigraphic Section of Emamzadeh Sultan Ibrahim (Northwest of Izeh). *Iranian Journal of Geology*, 15: 81-98 (in Persian)
- Shamrock J.L. 2010. Eocene calcareous nannofossil biostratigraphy, paleoecology and biochronology of ODP leg 122 hole 762c, Eastern Indian Ocean (exmouth plateau). *University of Nebraska-Lincoln Follow*, PhD thesis, 160p.

Archive of SID

Taxonomic index

- Biantholithus sparsus* Bramlette & Martini, 1964
Blackites spinosus (Deflandre & Fert, 1954) Hay & Towe, 1962
Braarudosphaera bigelowii (Gran and Braarud, 1935) Deflandre, 1947
Chiasmolithus gigas (Bramlette & Sullivan, 1961) Radomski, 1968
Chiasmolithus consuetus (Bramlette & Sullivan, 1961) Hay & Mohler, 1967
Chiasmolithus bidens (Bramlette & Sullivan, 1961) Hay & Mohler, 1967
Chiasmolithus solitus (Bramlette and Sullivan, 1961) Locker, 1968
Coccolithus pelagicus (Wallich, 1877) Schiller, 1930
Coccolithus eopelagicus (Bramlette & Riedel, 1954) Bramlette & Sullivan, 1961
Cribrocentrum isabellae Catanzariti, Rio and Fornaciari in Fornaciari et al. 2010
Cribrocentrum erbae Fornaciari et al. (2010)
Cribrocentrum reticulatum (Gartner & Smith, 1967) Perch-Nielsen (1971)
Cyclicargolithus abisectus (Muller, 1970) Wise, 1973
Cyclicargolithus floridanus (Roth and Hay in Hay et al., 1967) Bukry, 1971
Discoaster deflandrei Bramlette and Riedel, 1954
Discoaster lodoensis Bramlette & Riedel (1954)
Discoaster kuepperi Stradner, 1959
Discoaster barbadiensis Tan, 1927
Discoaster pacificus Haq, 1969
Discoaster tani Bramlette & Riedel (1954)
Discoaster saipanensis Bramlette & Riedel (1954)
Discoaster multiradiatus Bramlette & Riedel (1954)
Discoaster diastypus Bramlette and Sullivan, 1961
Discoaster bifax Bukry (1971)
Dictyococcites bisectus (Hay, Mohler, & Wade, 1966) Bukry & Percival (1971)
Ellipsolithus macellus (Bramlette and Sullivan, 1961) Sullivan, 1964
Ericsonia formosa (Kamptner, 1963) Haq, 1971
Ericsonia subdisticha (Roth and Hay in Hay et al., 1967) Roth in Baumann & Roth (1969) = *Clausicoccus subdistichus* (Roth & Hay in Hay et al., 1967) Prins, 1979
Helicosphaera euphratis Haq, 1966
Helicosphaera lophota (Bramlette & Sullivan, 1961) Locker, 1973
Helicosphaera bramlettei Müller (1970)
Helicosphaera oblique Bramlette and Wilcoxon, 1967
Helicosphaera recta Haq, 1966
Isthmolithus recurvus Deflandre in Deflandre and Fert, 1954
Markalius inversus (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Bramlette and Martini, 1964
Micrantholithus excelsus Bown, 2005
Nannotetrina fulgens (Stradner, 1960) Achuthan and Stradner, 1969
Nannotetrina cristata (Martini, 1958) Perch-Nielsen, 1971
Neococcolithes dubius (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Black, 1967
Neococcolithes protenus (Bramlette & Sullivan, 1961) Black, 1967
Pontosphaera enormis (Locker, 1967) Perch-Nielsen, 1984
Pyrocyclus orangensis (Bukry, 1971) Backman, 1980
Reticulofenestra bisecta (Hay, Mohler, and Wade, 1966) Roth, 1970
Reticulofenestra reticulata (Gartner & Smith, 1967) Roth & Thierstein, 1972
Reticulofenestra daviesii (Haq, 1968) Haq, 1971
Reticulofenestra dictyoda (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Stradner in Stradner & Edwards, 1968
Reticulofenestra samodurovii (Hay et al., 1966) Roth, 1970
Reticulofenestra stavensis (Levin & Joerger, 1967) Varol, 1989
Reticulofenestra minuta Roth, 1970
Reticulofenestra umbilicus (Levin, 1965) Martini & Ritzkowski (1968)
Reticulofenestra oamaruensis (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Stradner in Haq, 1968
Rhombaster cuspis Bramlette & Sullivan, 1961
Sphenolithus anarrhopus Bukry & Bramlette 1969
Sphenolithus editus Perch-Nielsen in Perch-Nielsen et al. 1978

- Sphenolithus obtusus* Bukry, 1971
Sphenolithus spiniger Bukry, 1971
Sphenolithus pseudoradians Bramlette and Wilcoxon, 1967
Sphenolithus primus Perch-Nielsen, 1971
Sphenolithus predistentus Bramlette and Wilcoxon, 1967
Sphenolithus radians Deflandre in Grassé, 1952
Sphenolithus distentus Martini (1965) Bramlette and Wilcoxon, 1967
Sphenolithus dissimilis Bukry and Percival, 1971
Sphenolithus ciperensis Bramlette and Wilcoxon, 1967
Sphenolithus conicus Bukry, 1971
Sphenolithus moriformis (Bronnimann and Stradner, 1960) Bramlette and Wilcoxon, 1967
Triquetrorhabdulus carinatus Martini, 1965
Toweius crassus (Bramlette & Sullivan 1961) Perch-Nielsen 1984
Tribrachiatus bramlettei (Brönnimann & Stradner, 1960) Proto Decima et al. (1975)
Tribrachiatus contortus (Stradner, 1958) Bukry (1972)
Tribrachiatus orthostylus Shamrai (1963)
Zygrhablithus bijugatus (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Deflandre, 1959

Archive of SID

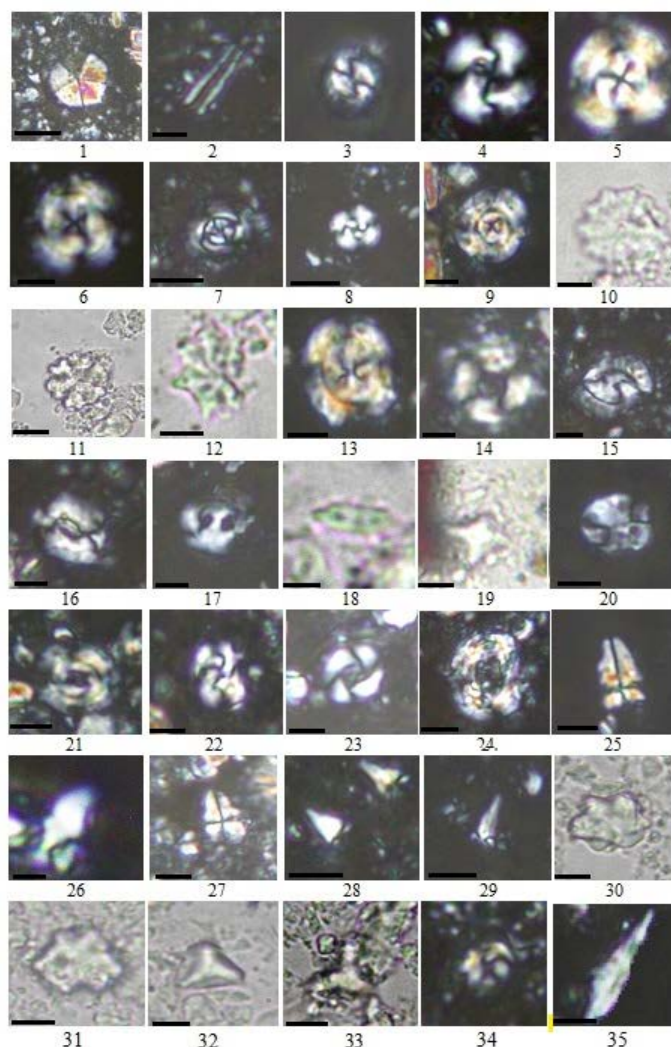


Plate: All figures in XPL except figures 10, 11, 12, 18, 19, 30, 31, 32 and 33 in PPL, Light micrographs×1000 (Scale bar 5µm); the taxa considered in the present figure are referenced in Perch-Nielsen (1985) and Fornaciari et al. (2010). 1: *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud, 1935) Deflandrae, 1947; 2: *Blackites spinosus* (Deflandrae & Fert, 1954) Hay & Towe, 1962; 3: *Coccolithus pelagicus* (Wallich, 1877) Schiller (1930); 4: *Cribozentrum erbae* Fornaciari et al. (2010); 5: *Cribozentrum isabellae* Catanzariti, Rio and Fornaciari in Fornaciari et al. 2010; 6: *Cribozentrum reticulatum* (Gartner & Smith, 1967) Perch-Nielsen (1971); 7: *Clausicoccus subdistichus* (Roth & Hay in Hay et al., 1967) Prins, 1979; 8: *Cyclicargolithus floridanus* (Roth & Hay, in Hay et al., 1967) Bukry, 1971; 9: *Cyclicargolithus abisectus* (Muller, 1970) Wise, 1973; 10: *Discoaster barbadiensis* Tan, 1927; 11: *Discoaster deflandrei* Bramlette & Riedel, 1954; 12: *Discoaster saipanensis* Bramlette & Riedel (1954); 13: *Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler & Wade, 1966) Bukry & Percival (1971); 14: *Ericsonia formosa* (Kamptner, 1963) Haq, 1971; 15: *Helicosphaera compacta* Bramlette & Wilcoxon, 1967; 16: *Helicosphaera euphratis* Haq, 1966; 17: *Helicosphaera recta* (Haq, 1966) Jafar & Martini, 1975; 18: *Isthmolithus recurvus* Deflandre in Deflandre & Fert, 1954; 19: *Nannotetrina fulgens* (Stradner, 1960) Achuthan and Stradner, 1969; 20: *Pontosphaera versa* (Bramlette & Sullivan, 1961) Sherwood, 1974; 21: *Reticulofenestra dictyoda* (Deflandrae in Deflandrae & Fert, 1954) Stradner in Stradner & Edwards, 1968; 22: *Reticulofenestra bisecta* (Hay, Mohler and Wade, 1966) Roth, 1970; 23: *Reticulofenestra daviesii* (Haq, 1968) Haq, 1971; 24: *Reticulofenestra umbilica* (Levin, 1965) Martini & Ritzkowski (1968); 25: *Sphenolithus pseudoradians* Bramlette & Wilcoxon, 1967; 26: *Sphenolithus ciperiensis* Bramlette and Wilcoxon, 1967; 27: *Sphenolithus radians* Deflandre in Grassé, 1952; 28: *Sphenolithus predistentus* Bramlette & Wilcoxon, 1967; 29: *Sphenolithus distentus* Martini (1965) Bramlette and Wilcoxon, 1967; 30: *Tribrachiatus bramlettei* (Bronnimann and Stradner 1960) Proto Decima et al. 1975; 31: *Tribrachiatus contortus* (Stradner, 1958) Bukry 1972; 32, 33: *Tribrachiatus orthostylus* Shamrai 1963; 34: *Toweius crassus* (Bramlette & Sullivan 1961) Perch-Nielsen 1984; 35: *Triquetrorhabdulus carinatus* Martini, 1965.