

سنگ چینه‌نگاری و زیست‌چینه‌نگاری سازند پاینده در برش روستای چهارده (پهنه ایزده، خوزستان)

نسرین هداوندخانی^۱، عباس صادقی^۲، محمد حسین آدابی^۳ و علیرضا طهماسبی^۳

^۱دکتر، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
^۲استاد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
^۳دکتر، مدیریت اکتشاف نفت، شرکت ملی نفت ایران، تهران، ایران
 تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۶/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۱۷

چکیده

سازند پاینده با ستبرای ۷۹۷/۲ متر و ۴ واحد سنگی (واحد شیل ارغوانی ۱۴۴/۲۵ متر)، واحد مارن و آهک پایینی (۲۲۱/۷۵ متر)، آهکی (۷۳/۵ متر) و واحد مارن و آهک بالایی (۳۵۷/۷ متر) در برش روستای چهارده در پهنه ایزده گسترش دارد. بر پایه مطالعات زیست‌چینه‌نگاری سازند پاینده، ضمن تشخیص ۱۵۰ گونه متعلق به ۳۰ جنس از روزن‌بران، ۲۳ زون زیستی در این سازند بر پایه زون‌بندی‌های زیستی جدید در محدوده تئیس شناسایی و معرفی شده است که زون‌های تعریف شده در سازند پاینده پهنه ایزده تطابق خوبی با زون‌های تعریف شده در محدوده تئیس دارند. بر پایه مجموعه فسیلی و زون‌های زیستی شناسایی شده، سن سازند پاینده در برش مورد مطالعه پالئوسن میانی (سلان‌دین) - الیگوسن پسین (شاتین) تعیین شده است. مرز پالئوسن - اتوسن در برش مورد مطالعه در واحد شیل ارغوانی سازند پاینده و مرز اتوسن - الیگوسن در برش روستای چهارده پهنه ایزده در واحد مارن و آهک بالایی سازند پاینده جای دارد.

کلیدواژه‌ها: سازند پاینده، پالئوسن، الیگوسن، زیست‌چینه‌نگاری، سنگ‌چینه‌نگاری

*نویسنده مسئول: نسرین هداوندخانی

E-mail: n_hadavand@sbu.ac.ir

۱- پیش‌نوشتار

میکروسکوپ‌هایی با نور عبوری مطالعه شد. نمونه‌های سنگی سست و رسوبات نرم نیز پس از خیسانده شدن در آب، روی الک‌هایی با قطر منافذ ۱۲۰، ۱۰۰، ۷۰ و ۲۰ (مش) شستشو شدند. میکروفسیل‌ها پس از تفکیک از رسوب در زیر میکروسکوپ‌هایی با نور بازتابی مورد مطالعه، شناسایی و نام‌گذاری قرار گرفتند و بر پایه زون‌بندی زیستی (Wade et al., 2011)، زون‌بندی سازند پاینده انجام شد. در ادامه از فرم‌های خوب حفظ شده فسیلی توسط میکروسکوپ الکترونی عکسبرداری شد.

سازند پاینده به عنوان سنگ منشأ و گاه سنگ مخزن اهمیت ویژه‌ای در مطالعات نفتی دارد و در این راستا پژوهشگران مختلفی آن را مطالعه کرده‌اند که از جمله آنها می‌توان به نجفی (۱۳۷۷)، گرمایی و وزیر (۱۳۸۶)، حسین‌زاده (۱۳۸۷)، بهاران و همکاران (۱۳۸۹)، صادقی و هداوندخانی (۱۳۸۹)، کریمی و پروانه‌نژاد شیرازی (۱۳۹۱)، ثبوت و هادوی (۱۳۹۱) و هداوندخانی (۱۳۹۳) اشاره کرد. با توجه به اهمیت سازند پاینده و تغییرات قابل ملاحظه در ستبرای، محتوای فسیلی، مرزهای زیرین و بالا و سن این سازند در مناطق مختلف حوضه زاگرس و از آنجا که زون‌بندی‌های زیستی معرفی شده بیشتر بر پایه زون‌بندی (Wynd (1965 صورت گرفته‌اند و یا جنبه محلی دارند و کمتر به زون‌بندی‌های استاندارد در محدوده تئیس (Bolli, 1957 and 1966; Berggren et al., 1995 and 2000; Berggren and Pearson, 2005; Wade et al., 2011) توجه شده است؛ سعی بر این است تا در این نوشتار ضمن بررسی چینه‌شناسی سازند پاینده در برش چهارده، بتوان یک زون‌بندی زیستی بر پایه زون‌بندی زیستی استاندارد در محدوده تئیس (Wade et al., 2011) برای این سازند معرفی کرد.

۴- مطالعات سنگ‌چینه‌نگاری سازند پاینده در برش روستای چهارده

سازند پاینده در برش روستای چهارده ۷۹۷/۲ متر ستبرای دارد. امتداد عمومی چینه‌ها N 355 W و شیب آنها میان ۲۵ تا ۸۰ درجه متغیر است. مرز زیرین این سازند با سازند گورپی پیوسته، تدریجی و با تغییر رنگ از شیل‌های خاکستری و سبز به شیل‌های ارغوانی همراه است (شکل ۲- A). در این مرز یک لایه اکسید آهن با ستبرایی حدود ۳۰ تا ۳۵ سانتی‌متر و در نمونه‌های پایین‌تر از مرز شواهدی از گلوکونیت دیده می‌شود. مرز بالایی سازند پاینده با آهک‌های صخره‌ساز بسیار سبتر لایه منتسب به سازند آسماری، پیوسته و تدریجی است (شکل ۲- B).

۲- موقعیت جغرافیایی و راه دسترسی برش مورد مطالعه

برش روستای چهارده در نزدیکی روستای چهارده تاقدیس منگشت و در نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ ده‌دز جای دارد (شکل ۱). تاقدیس منگشت تاقدیس طولی و بزرگی با امتداد کلی شمال‌باختری - جنوب‌خاوری است. طول آن به بیش از ۱۲۰ کیلومتر و پهنای آن در رخنمون‌های بنگستان در میانه تاقدیس به ۱۵ کیلومتر می‌رسد؛ در ۴۰ کیلومتر جنوب‌خاوری باریک می‌شود و پهنای آن به حدود ۲ کیلومتر کاهش می‌یابد (مطیعی، ۱۳۷۴).

دسترسی به برش مورد مطالعه از جاده ایزده در استان خوزستان به اصفهان امکان‌پذیر است. این برش در نزدیکی سد کارون ۳ و یک کیلومتری روستای چهارده جای دارد.

۳- روش مطالعه

در مطالعات صحرایی ضمن بررسی شواهد زمین‌شناسی و انتخاب برش مورد مطالعه، ۸۴۵ نمونه از سازند پاینده به صورت سیستماتیک برداشت شد که ۶۶۵ نمونه آن مربوط به سنگ‌های سست و رسوبات نرم و ۱۸۰ نمونه مربوط به سنگ‌های سخت است. از همه نمونه‌های سخت مقطع نازک تهیه و با

۴-۱. واحدهای سنگی سازند پاینده در برش روستای چهارده

سازند پاینده در این برش بر پایه تغییرات آشکار ترکیب سنگی به ۴ واحد شیل ارغوانی، آهک و مارن پایینی، آهکی و آهک و مارن بالایی به شرح زیر تقسیم شده است (شکل ۳):

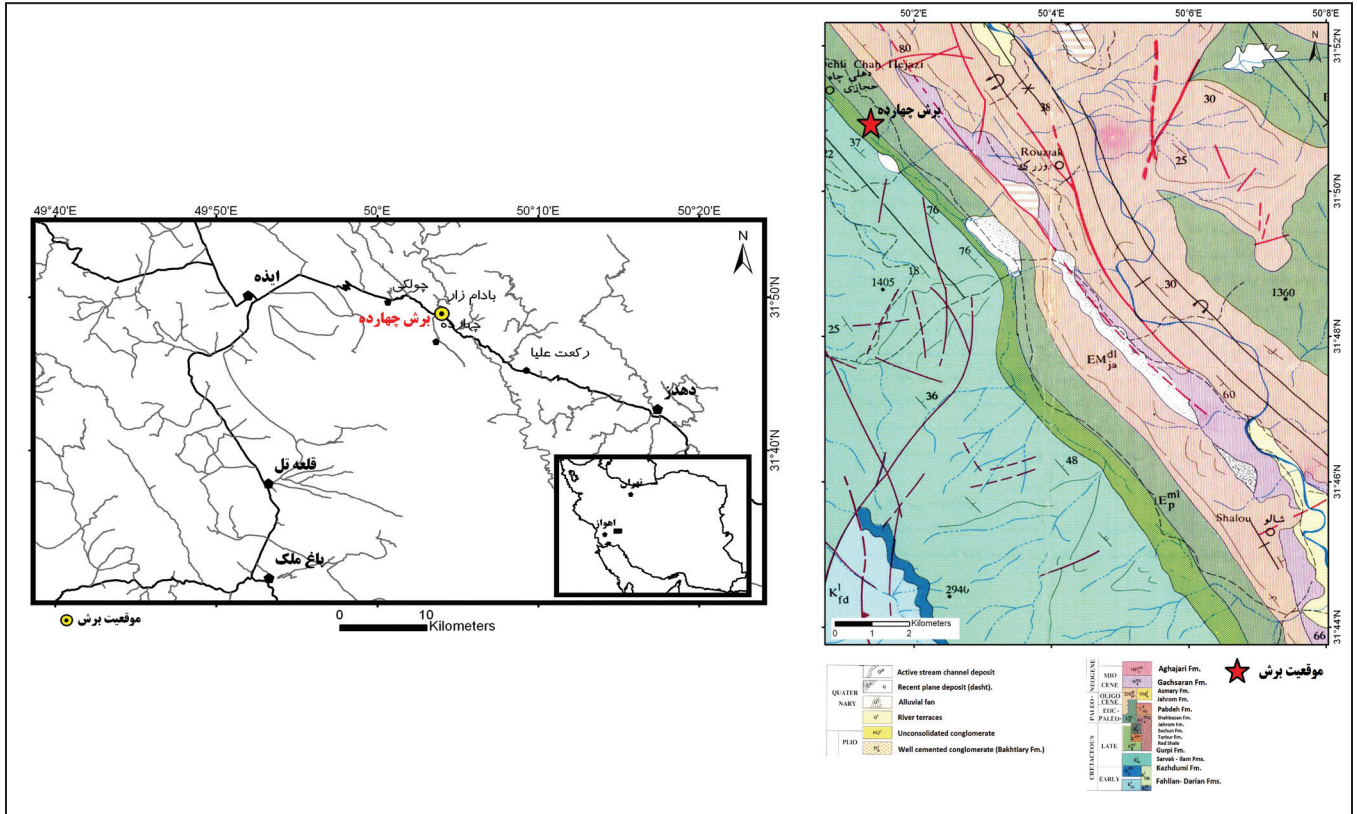
— **شیل ارغوانی (i):** ستبرای این واحد از سازند پاینده در برش چهارده ۱۴۴/۲۵ متر، مرز زیرین این واحد با سازند گورپی و مرز بالایی آن با واحد آهک و مارن پایینی است (شکل ۴- A). در برخی از افق‌های این بخش اثراتی از گلوکونیت و اکسید آهن دیده می‌شود. ترکیب سنگی این واحد بیشتر از شیل و مارن‌های ارغوانی رنگ است.

— **واحد مارن و آهک پایینی (ii):** ستبرای این واحد حدود ۲۲۱/۷۵ متر است. این واحد در ابتدا یک ریتم بسیار منظم از تناوب دارد (شکل ۴- B) و در ستبرای‌های بالاتر و نزدیک به واحد آهکی بر ستبرای لایه‌های مارنی افزوده و از ستبرای لایه‌های آهکی کاسته می‌شود. این واحد روی شیل ارغوانی و در زیر واحد آهکی جای

گرفته است. رنگ لایه‌ها در این واحد بیشتر کرم رنگ تا خاکستری است و بیشتر میان‌لایه‌های آهکی نازک لایه هستند.

– **واحد آهکی (iii):** این واحد در برش مورد مطالعه ۷۳/۵ متر ستبرای دارد و با آهک‌های متوسط تا ستبرالایه است (شکل ۴- C) روی واحد مارن و آهک پایینی (شکل ۴- D) و زیر واحد مارن و آهک بالایی جای گرفته است. رنگ این واحد

کرم رنگ است و کمترین ستبرای را در واحدهای معرفی شده دارد.
– **واحد مارن و آهک بالایی (iv):** این واحد آخرین واحد از سازند پابده است که در زیر سازند آسماری (شکل ۴- E) و روی واحد آهکی (شکل ۴- F) جای گرفته است و در این برش ۳۵۷/۷ متر ستبرای دارد. در ابتدای این واحد تناوب منظمی از آهک کرم رنگ نازک لایه و مارن خاکستری دیده می‌شود و سپس مارن چیره می‌شود.



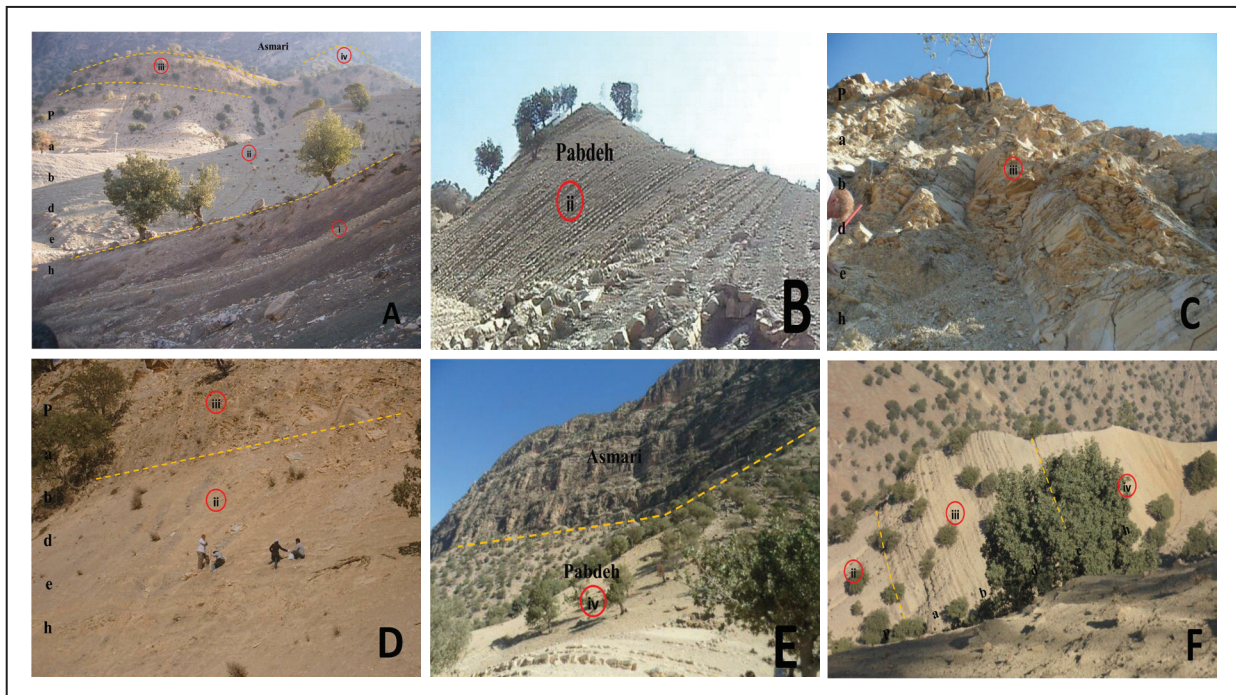
شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی و راه دسترسی به برش روستای چهارده (برگرفته از سازمان زمین‌شناسی، ۱۳۶۸).



شکل ۲- (A) مرز سازند گورپی و پابده در برش چهارده (i= شیل ارغوانی)؛ (B) مرز سازند پابده و آسماری در برش چهارده (iv= واحد مارن و آهک بالایی)، دید به سوی شمال باختر.



شکل ۳- نمای کلی از سازند پابده و واحدهای سنگی تشکیل دهنده این سازند در برش چهارده (i= شیل ارغوانی، ii= واحد مارن و آهک پایینی، iii= واحد آهکی، iv= واحد مارن و آهک بالایی)، دید به سوی شمال خاور.



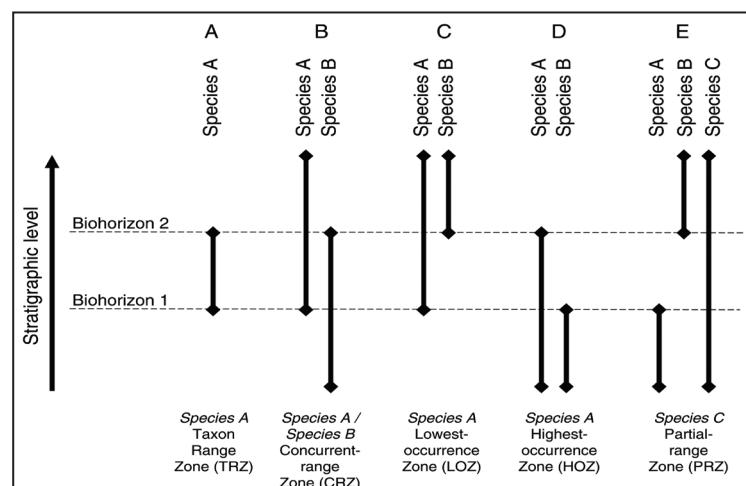
شکل ۴- (A) مرز واحد شیل ارغوانی و واحد مارن و آهک پایینی از سازند پابده در برش چهارده، دید به سوی شمال باختر؛ (B) واحد مارن و آهک پایینی از سازند پابده. دید به سوی شمال باختر؛ (C) واحد آهکی در برش چهارده، دید به سوی شمال باختر؛ (D) مرز واحد مارن و آهک پایینی با واحد آهکی در برش چهارده، دید به سوی شمال باختر؛ (E) مرز واحد مارن و آهک بالایی با سازند آسماری در برش چهارده، دید به سوی شمال باختر؛ (F) مرز مارن و آهک بالایی با واحد آهکی در برش چهارده و مرز واحد آهکی و واحد مارن و آهک پایینی در برش چهارده، دید به سوی شمال باختر (i= شیل ارغوانی و ii= واحد مارن و آهک پایینی، iii= واحد آهکی، iv= واحد مارن و آهک بالایی).

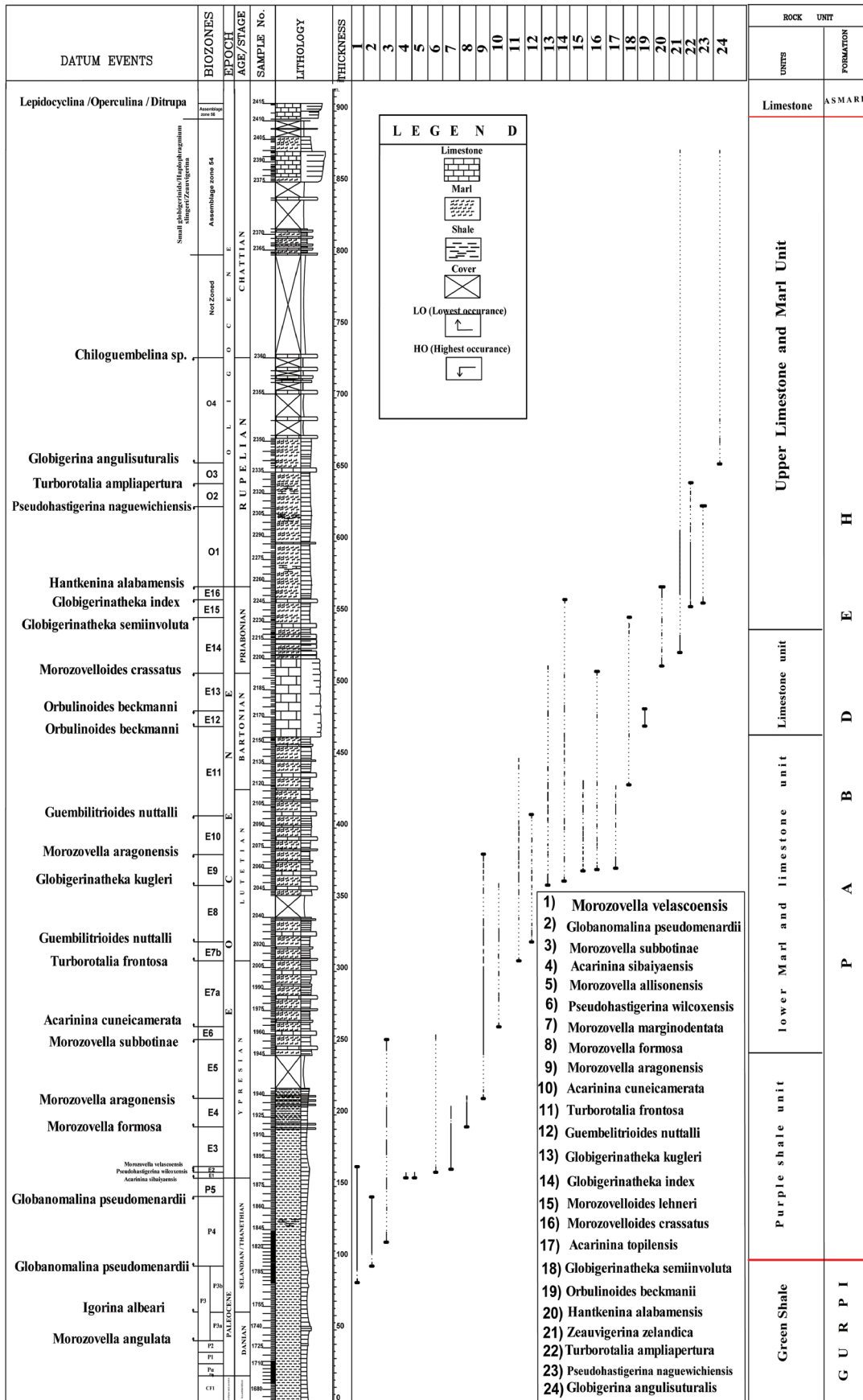
۵- مطالعات زیست‌چینه‌ای

پالئوژن انجام و سپس مرز اشکوب‌ها مشخص شد (شکل ۶). گفتنی است که زون‌بندی ارائه شده توسط Wade et al. (2011) بر پایه تعاریف پایه زون‌های زیست‌چینه‌ای (Berggren and Pearson (2005) صورت گرفته است (شکل ۵).

در این مطالعه، پس از شناسایی روزن‌بران و رسم محدوده حضور گونه‌ها در برش چهارده، زون‌بندی زیستی بر طبق زون‌بندی (Wade et al. (2011) برای رسوبات

شکل ۵- تعاریف زون‌های زیست‌چینه‌ای استفاده شده در این مطالعه برگرفته از Wade et al. (2011).





شکل ۶- ستون سنگ‌چینه‌ای و زون‌های زیستی سازند پایده در برش چهارده (پهنه ایده).

۵-۱. زون بندی زیستی سازند پابده

در سازند پابده برش روستای چهارده ۲۳ زون زیستی بر پایه روزن‌برانی پلانکتونی (پلیت ۱ تا ۴) به شرح زیر شناسایی و معرفی و هر زون با زون‌بندی‌های زیستی صورت گرفته در محدوده تئیس مقایسه شد (شکل ۷):

- Zone P4. *Globanomalina pseudomenardii* Taxon range Zone:

این زون زیستی در دو سازند گورپی و پابده گسترش دارد؛ بر پایه محدوده حضور *Globanomalina pseudomenardii* از ظهور تا ناپدید شدن آن مشخص شده و منطبق با زون زیستی (Berggren et al. (1995), Bolli (1957, 1966), Wade et al. (2011), Berggren and Pearson (2005) تحت همین نام است. سن نسبی آن پالئوسن پسین (سلاندین - تانتین) و دارای ستبرای ۴۸/۵ متر است؛ که ۲/۷۵ متر از این ستبرای متعلق به بالاترین بخش از سازند گورپی و ۴۵/۷۵ متر از آن متعلق به قاعده سازند پابده (واحد شیل ارغوانی) است. فسیل‌های همراه زیر در این زون زیستی در برش روستای چهارده شناسایی شده است:

Globanomalina pseudomenardii, *Morozovella occlusa*, *Morozovella acuta*, *Morozovella velascoensis*, *Subbotina velascoensis*, *Subbotina roesnaensis*, *Acarinina pseudotopilensis*, *Morozovella conicotruncata*, *Morozovella aequa*, *Parasubbotina inaequispira*, *Acarinina decepta*, *Morozovella subbotinae*, *Morozovella acutispira*, *Acarinina soldadoensis*, *Acarinina esnaensis*, *Morozovella conicotruncata*, *Morozovella pascioensis*, *Globanomalina planoconica*, *Morozovella angulata*, *Subbotina triangularis*

- Zone P5. *Morozovella velascoensis* Partial range Zone:

این زون زیستی شامل حضور بخشی از *Morozovella velascoensis* در حد فاصل دو افق آخرین ظهور *Globanomalina pseudomenardii* در پایین و اولین ظهور *Acarinina sibaiaensis* در بالا بوده؛ با زون‌بندی زیستی (Berggren and Pearson (2005) و Wade et al. (2011) تحت همین نام منطبق و همچنین معادل با بخش پایینی از زون *Morozovella velascoensis* Bolli (1957) و Berggren et al. (1995) *Morozovella velascoensis* Interval Zone (Zone P5) است. سن نسبی آن پالئوسن پسین (سلاندین - تانتین) و دارای ستبرای ۱۳ متر است؛ متر ۴۵/۷۵ متری تا ۵۸/۷۵ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد شیل ارغوانی سازند پابده گسترش دارد. فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

Morozovella gracilis, *Planorotalites pseudoscitula*, *Acarinina soldadoensis*, *Acarinina esnaensis*, *Morozovella subbotinae*, *Morozovella occlusa*, *Morozovella velascoensis*.

- Zone E1. *Acarinina sibaiaensis* Lowest occurrence Zone:

این زون زیستی در حد فاصل دو افق اولین ظهور *Acarinina sibaiaensis* در پایین و *Pseudohastigerina wilcoxensis* در بالا مشخص شده و با زون زیستی (Berggren and Pearson (2005) و Wade et al. (2011) تحت همین نام منطبق و همچنین معادل زیرزون زیستی *Acarinina sibaiaensis* Molina et al. (1999)، بخش پایینی از زیر زون زیستی *Acarinina sibaiaensis* Pardo et al. (1999) و بخش میانی از اینتروال زون *Morozovella velascoensis* [P5] Berggren et al. (1995) است. سن نسبی آن ائوسن پیشین (اپیرزین) و ستبرای آن در برش چهارده، ۴ متر است. متر ۵۸/۷۵ متری تا ۶۲/۷۵ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد شیل ارغوانی سازند پابده گسترش دارد. فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

Morozovella allisonensis, *Acarinina sibaiaensis*, *Morozovella gracilis*, *Morozovella aequa*, *Morozovella velascoensis*.

- Zone E2. *Pseudohastigerina wilcoxensis*/*Morozovella velascoensis* Concurrent range Zone:

این زون زیستی از نوع زون اشتراکی (Concurrent range Zone) بوده، محدوده

اشتراک آن در حدفاصل اولین ظهور *Pseudohastigerina wilcoxensis* در پایین و آخرین ظهور *Morozovella velascoensis* در نظر گرفته شده و با زون زیستی (Berggren and Pearson (2005) و Wade et al. (2011) تحت همین نام منطبق است.

همچنین این زون زیستی معادل زیرزون زیستی *Pseudohastigerina wilcoxensis* از زون‌بندی زیستی (Molina et al. (1999) و بخش بالایی از اینتروال زون *Morozovella velascoensis* [P5] Berggren et al. (1995) است. سن نسبی آن ائوسن پیشین (اپیرزین) و ستبرای آن در برش چهارده، ۴ متر است. متر ۶۲/۷۵ متری تا ۶۶/۷۵ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد شیل ارغوانی سازند پابده گسترش دارد. فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

Pseudohastigerina wilcoxensis, *Subbotina eoacaena*, *Morozovella marginodentata*, *Morozovella gracilis*, *Morozovella velascoensis*, *Acarinina soldadoensis*.

- Zone E3. *Morozovella marginodentata* Partial range Zone:

این زون زیستی شامل بخشی از حضور گونه *Morozovella marginodentata* در حد فاصل آخرین ظهور *Morozovella velascoensis* در پایین و اولین ظهور *Morozovella formosa* در بالاست؛ با زون زیستی تحت همین نام از زون‌بندی (Berggren and Pearson (2005) و Wade et al. (2011) منطبق و همچنین معادل *Morozovella velascoensis*-*Morozovella formosa formosa* and/or *Morozovella lensiformis* Interval Zone (P6a) Berggren et al. (1995)، *Morozovella subbotinae* / *Pseudohastigerina wilcoxensis* Partial Range Zone (P6b) از *Globorotalia edgari* Zone و زون زیستی (Berggren and Miller (1988) زون‌بندی زیستی (Premoli Silva and Bolli (1973) است. سن نسبی آن ائوسن پیشین (اپیرزین) و ستبرای آن در برش چهارده، ۲۷/۷۵ متر است. متر ۹۶/۷۵ متری تا ۹۴/۵ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد شیل ارغوانی سازند پابده گسترش دارد. فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

Acarinina pentacamerata, *Subbotina patagonica*, *Acarinina coaligensis*, *Acarinina esnehensis*, *Morozovella lensiformis*, *Morozovella marginodentata*, *Morozovella gracilis*, *Planorotalites pseudoscitula*, *Acarinina wilcoxensis*, *Acarinina esnaensis*, *Acarinina soldadoensis*, *Morozovella subbotinae*, *Subbotina roesnaensis*.

- Zone E4. *Morozovella formosa* Lowest occurrence Zone:

این زون زیستی اینتروالی است میان اولین ظهور *Morozovella formosa* در پایین و اولین ظهور *Morozovella aragonensis* در بالا. منطبق با زون زیستی (Berggren and Pearson (2005) و Wade et al. (2011) و همچنین معادل *Morozovella formosa formosa*/*Morozovella lensiformis*-*Morozovella aragonensis* Interval Zone (P6b) Berggren et al. (1995) و معادل با *Morozovella formosa*-*Morozovella lensiformis* Partial range (P6c) و معادل با Subzone (P6c) از زون‌بندی زیستی (Berggren and Miller (1988) و معادل با زون زیستی *Morozovella formosa*-*Morozovella lensiformis* Partial-range (P8a) از Subzone (P8a) Blow (1979) است. سن نسبی آن ائوسن پیشین (اپیرزین) و ستبرای آن در برش چهارده، ۱۹/۷۵ متر است. متر ۹۴/۵ متری تا ۱۱۴/۲۵ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد شیل ارغوانی سازند پابده گسترش دارد. فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

Morozovella formosa, *Morozovella edgari*, *Morozovella crater*, *Acarinina collactea*, *Discocyclusa sp.*, *Catapsydrax sp.*, *Parasubbotina varianta*, *Acarinina pentacamerata*, *Subbotina patagonica*, *Acarinina esnaensis*, *Morozovella lensiformis*, *Morozovella marginodentata*, *Morozovella gracilis*, *Acarinina wilcoxensis*, *Morozovella subbotinae*.

زیستی *Planorotalites palmerae-Hantkenina nuttalli* Interval Zone (P9) از زون‌بندی زیستی (Berggren and Miller (1988) و سن نسبی آن ائوسن پیشین - میانی (ایپرزین - لوتسین) و ستبرای آن در برش چهارده، ۵۹/۲۵ متر است. متراژ ۱۶۴/۲۵ متری تا ۲۲۳/۵ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد مارن و آهک پایینی سازند پابده گسترش دارد. زون E7 بر پایه اولین ظهور *Turborotalia frontosa* به دو زیرزون زیستی تقسیم شده است (Payros et al. (2007):

•Subzone E7a. *Acarinina cuneicamerata* Lowest occurrence Subzone:

این زیرزون زیستی اینتروالی است میان اولین ظهور گونه نامبرده *Turborotalia frontosa* در پایین و اولین ظهور *Acarinina cuneicamerata* در بالا. این زیرزون زیستی با زیرزون زیستی تحت همین نام از زون‌بندی زیستی (Wade et al. (2011) منطبق و سن نسبی آن ائوسن پیشین (ایپرزین) و ستبرای آن در برش چهارده، ۴۶/۲۵ متر است. متراژ ۱۶۴/۲۵ متری تا ۲۱۰/۵ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد مارن و آهک پایینی سازند پابده گسترش دارد. فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

Acarinina cuneicamerata, Astrototalia palmera, Planorotalites capdevilensis, Morozovelloides bandyi, Morozovella caucasica, Acarinina aspensis, Acarinina alticonica, Acarinina interposita, Acarinina bullbrookii, Subbotina hagni, Pseudohastigerina micra, Globoturborotalita ouachitaensis, Morozovella aragonensis, Subbotina yeguaensis, Guembeltrioides lozanoi, Subbotina corpulenta, Catapsydrax sp., Acarinina collactea, Morozovella crater, Acarinina pentacamerata, Acarinina coaligensis, Acarinina esnehensis, Subbotina eocaena, Planorotalites pseudoscitula, Acarinina esnaensis, Acarinina pseudotopilensis.

•Subzone E7b. *Turborotalia frontosa* Lowest occurrence Subzone:

این زیرزون زیستی اینتروالی است میان اولین ظهور گونه *Turborotalia frontosa* در پایین و اولین ظهور *Guembeltrioides nuttalli* در بالا. با زیرزون زیستی تحت همین نام از زون‌بندی زیستی (Wade et al. (2011) منطبق و سن نسبی آن ائوسن میانی (لوتسین) و ستبرای آن در برش چهارده، ۱۳ متر است. متراژ ۲۱۰/۵ متری تا ۲۲۳/۵ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد مارن و آهک پایینی سازند پابده گسترش دارد. فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

Globanomalina australiformis, Turborotalia frontosa, Acarinina cuneicamerata, Astrototalia palmera, Planorotalites capdevilensis, Morozovelloides bandyi, Morozovella caucasica, Acarinina bullbrookii, Subbotina hagni, Pseudohastigerina micra, Igorina broedermanni, Morozovella aragonensis, Catapsydrax sp., Acarinina collactea, Subbotina patagonica, Planorotalites pseudoscitula, Acarinina pseudotopilensis.

- Zone E8. *Guembeltrioides nuttalli* Lowest-occurrence Zone:

این زون زیستی اینتروالی است که میان دو افاق زیستی اولین ظهور *Guembeltrioides nuttalli* در پایین و اولین ظهور *Globigerinatheka kugleri* در بالا قرار دارد. با زون زیستی تحت همین نام از زون‌بندی (Berggren and Pearson (2005) و Wade et al. (2011) منطبق بوده اما مدت بایوکرون این زون زیستی توسط Wade et al. (2011) تغییر یافته و طولانی‌تر شده است. همچنین این زون زیستی تقریباً معادل *Globorotalia aragonensis* Zone (P8) از زون‌بندی زیستی (Berggren (1969) و *Hantkenina aragonensis* Zone (Berggren and Miller (1988) از زون‌بندی (Bolli (1957) و سن نسبی آن ائوسن میانی (لوتسین) و ستبرای آن در برش چهارده، ۳۹/۲۵ متر است. متراژ ۲۲۳/۵ متری تا ۲۶۲/۷۵ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد مارن و آهک پایینی سازند پابده گسترش دارد. فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

- Zone E5. *Morozovella aragonensis/Morozovella subbotinae* Concurrent range Zone:

این زون زیستی به عنوان یک زون اشتراکی (Concurrent range Zone) در نظر گرفته شده که محدوده اشتراک آن در میان اولین ظهور *Morozovella aragonensis* در پایین و آخرین ظهور *Morozovella subbotinae* در بالا تعریف شده است. این زون زیستی با زون زیستی تحت همین نام از زون‌بندی (Berggren and Pearson (2005) و Wade et al. (2011) منطبق و همچنین معادل *Morozovella aragonensis/ Morozovella formosa formosa* Concurrent range Zone (P7) از زون‌بندی زیستی (Berggren et al. (1995) و *Morozovella aragonensis/ Morozovella formosa* Concurrent range Zone (P7) از زون‌بندی زیستی (Berggren and Miller (1988) و *Morozovella aragonensis/ Morozovella formosa* Partial range Subzone P8b از زون‌بندی زیستی (Blow (1979) و *Globorotalia formosa* Zone از زون‌بندی زیستی (Berggren (1969) و معادل با ترکیبی از زون‌های *Globorotalia formosa* Zone و *Globorotalia aragonensis* Zone از زون‌بندی زیستی (Bolli (1966) است. سن نسبی آن ائوسن پیشین (ایپرزین) و ستبرای آن در برش چهارده، ۴۱ متر است. متراژ ۱۱۴/۲۵ متری تا ۱۵۵/۲۵ متری سازند پابده را شامل می‌شود. ۳۰ متر از این زون در واحد شیل ارغوانی و ۱۱ متر از این زون زیستی در واحد مارن و آهک پایینی سازند پابده گسترش دارد. فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

Morozovella aragonensis, Subbotina yeguaensis, Subbotina corpulenta, Guembeltrioides lozanoi, Parasubbotina varianta, Catapsydrax sp., Acarinina collactea, Morozovella crater, Acarinina pentacamerata, Subbotina patagonica, Acarinina coaligensis, Acarinina esnehensis, Acarinina esnaensis, Morozovella subbotinae, Acarinina pseudotopilensis, Subbotina velascoensis.

- Zone E6. *Acarinina pentacamerata* Partial range Zone:

این زون زیستی شامل بخشی از حضور گونه *Acarinina pentacamerata* در میان دو افاق زیستی آخرین ظهور *Morozovella subbotinae* در پایین و اولین ظهور *Acarinina cuneicamerata* در بالاست. با زون زیستی تحت همین نام از زون‌بندی زیستی (Berggren and Pearson (2005) و Wade et al. (2011) مطابق و همچنین معادل *Globorotalia aragonensis* Zone (P8) از زون‌بندی زیستی (Berggren (1969) و *Morozovella aragonensis* Zone (P8) از زون‌بندی زیستی (Berggren and Miller (1988) و Berggren et al. (1995) است. سن نسبی آن ائوسن پیشین (ایپرزین) و ستبرای آن در برش چهارده، ۹ متر است. متراژ ۱۵۵/۲۵ متری تا ۱۶۴/۲۵ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد مارن و آهک پایینی سازند پابده گسترش دارد. فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

Pseudohastigerina micra, Globoturborotalita ouachitaensis, Catapsydrax unicavus, Igorina broedermanni, Morozovella aragonensis, Subbotina yeguaensis, Catapsydrax sp., Acarinina pentacamerata, Acarinina coaligensis, Acarinina esnehensis, Subbotina eocaena, Pseudohastigerina wilcoxensis, Acarinina pseudotopilensis.

- Zone E7. *Acarinina cuneicamerata* Lowest occurrence Zone:

این زون زیستی اینتروالی است میان اولین ظهور گونه *Acarinina cuneicamerata* در پایین و اولین ظهور *Guembeltrioides nuttalli* در بالا. منطبق با زون زیستی تحت همین نام از زون‌بندی (Berggren and Pearson (2005) و Wade et al. (2011) بوده اما مدت برآورد شده بایوکرون توسط Wade et al. (2011) طولانی‌تر است؛ زیرا این پژوهشگران از کالیبره شده اولین ظهور *Guembeltrioides nuttalli* توسط Payros et al. (2007) استفاده کرده‌اند. در این مطالعه برای این زون نتایج (Wade et al. (2011) همچنین این زون زیستی معادل با زون

اوسن میانی (لوتسین) و ستبرای آن در برش چهارده، ۲۷ متر است. متر ۲۵/۲۸۴ تا ۲۵/۳۱۱ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد مارن و آهک پایینی سازند پابده گسترش دارد. فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

Parasubbotina inaequispira, *Subbotina eocaena*, *Acarinina collectea*, *Morozovella crater*, *Catapsydrax sp.*, *Parasubbotina varianta*, *Subbotina yeguaensis*, *Guembeltrioides lozanoi*, *Catapsydrax unicavus*, *Planorotalites capdevilensis*, *Morozovelloides bandyi*, *Morozovella caucasica*, *Acarinina bullbrooki*, *Turborotalia frontosa*, *Subbotina senni*, *Guembeltrioides nuttalli*, *Turborotalia pomeroli*, *Turborotalia possagnoensis*, *Clavigerinella sp.*, *Hantkenina sp.*, *Globigerinatheka index*, *Globigerinatheka kugleri*, *Globigerinatheka barri*, *Globigerinatheka korotkovi*, *Globigerinatheka sp.*, *Hantkenina dumblei*, *Morozovelloides lehneri*, *Morozovelloides crassatus*, *Acarinina topilensis*, *Globigerinatheka subconglobata*, *Hantkenina liebusi*, *Globigerinatheka mexicana*, *Acarinina punctocarinata*, *Turborotalia increbescense*, *Acarinina pseudosphaerica*, *Acarinina quatra*, *Catapsydrax globiformis*, *Acarinina rohri*, *Catapsydrax dissimilis*.

- Zone E11. *Morozovelloides lehneri* Partial range Zone:

این زون زیستی شامل بخشی از حضور گونه *Morozovelloides lehneri* در میان دو افق زیستی آخرین ظهور *Guembeltrioides nuttalli* و اولین ظهور *Orbulinoides beckmanni* است. با زون زیستی تحت همین نام از زون‌بندی (2005) Berggren and Pearson و (2011) Wade et al. منطبق و همچنین معادل با بخش بالایی زون زیستی (P12) *Morozovella lehneri* Partial-range Zone از زون‌بندی زیستی (1988) Berggren and Miller و (1995) Berggren et al. سن نسبی آن اوسن میانی (لوتسین - بارتونین) و ستبرای آن در برش چهارده، ۶۲ متر است. متر ۲۵/۳۱۱ متری تا ۲۵/۳۷۳ متری سازند پابده را شامل می‌شود. حدود ۷۵/۵۴ از این زون در واحد مارن و آهک پایینی سازند پابده و ۲۵/۷ متر از این زون زیستی در واحد آهکی سازند پابده گسترش دارد. فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

Subbotina eocaena, *Acarinina collectea*, *Morozovella crater*, *Catapsydrax sp.*, *Subbotina yeguaensis*, *Guembeltrioides lozanoi*, *Subbotina corpulenta*, *Catapsydrax unicavus*, *Globoturbotalita ouachitaensis*, *Pseudohastigerina micra*, *Planorotalites capdevilensis*, *Morozovelloides bandyi*, *Morozovella caucasica*, *Turborotalia frontosa*, *Subbotina senni*, *Turborotalia pomeroli*, *Turborotalia possagnoensis*, *Clavigerinella sp.*, *Hantkenina sp.*, *Globigerinatheka index*, *Globigerinatheka kugleri*, *Globigerinatheka barri*, *Globigerinatheka korotkovi*, *Chiloguembelina sp.*, *Globigerinatheka sp.*, *Morozovelloides crassatus*, *Morozovelloides lehneri*, *Acarinina topilensis*, *Globigerinatheka mexicana*, *Turborotalia increbescense*, *Catapsydrax globiformis*, *Acarinina rohri*, *Catapsydrax dissimilis*, *Turborotalia altispiroides*, *Turborotalia cerroazulensis*, *Globigerinatheka semiinvoluta*, *Acarinina medizai*, *Hantkenina compressa*, *Hantkenina primitive*, *Paragloborotalia nana*, *Parasubbotina griffinoides*.

- Zone E12. *Orbulinoides beckmanni* Taxon range Zone:

این زون زیستی یک Taxon range Zone است که محدوده ظهور تا انقراض گونه نام برده (*Orbulinoides beckmanni*) را در بر می‌گیرد. با زون زیستی تحت همین نام از زون‌بندی (2005) Berggren and Pearson و (2011) Wade et al. منطبق و همچنین معادل با زون زیستی (P13) *Globigerapsis beckmanni* Zone از زون‌بندی زیستی (1979) Blow، (1995) Berggren et al.، (1988) Berggren and Miller و (1969) Berggren و زون زیستی *Porticulusphaera mexicana* Zone از زون‌بندی

Subbotina senni, *Guembeltrioides nuttalli*, *Turborotalia pomeroli*, *Turborotalia possagnoensis*, *Catapsydrax howei*, *Globorotaloides quadrocameratus*, *Subbotina gortanii*, *Clavigerinella sp.*, *Subbotina angiporoides*, *Morozovella spinulosa*, *Acarinina praetopilensis*, *Hantkenina mexicana*, *Hantkenina sp.*, *Acarinina bullbrooki*, *Turborotalia frontosa*, *Morozovella caucasica*, *Planorotalites capdevilensis*, *Morozovelloides bandyi*, *Acarinina cuneicamerata*, *Pseudohastigerina micra*, *Igorina broedermanni*, *Morozovella aragonensis*, *Guembeltrioides lozanoi*, *Catapsydrax sp.*, *Acarinina collectea*, *Morozovella crater*, *Acarinina coaligensis*, *Acarinina pentacamerata*, *Subbotina eocaena*, *Planorotalites pseudoscitula*, *Acarinina esnaensis*, *Acarinina pseudotopilensis*.

- Zone E9. *Globigerinatheka kugleri*/ *Morozovella aragonensis* Concurrent range Zone:

این زون زیستی به عنوان یک زون زیستی اشتراکی (Concurrent range Zone) در نظر گرفته شده است که محدوده اشتراک آن میان اولین ظهور *Globigerinatheka kugleri* در پایین و آخرین ظهور *Morozovella aragonensis* در بالا قرار دارد. منطبق با زون زیستی تحت همین نام از زون‌بندی (2005) Berggren and Pearson و (2011) Wade et al. و همچنین معادل *Globigerapsis kugleri*/ *Morozovella aragonensis* Concurrent range Zone (P11) از زون‌بندی زیستی (1995) Berggren et al.، *Globigerapsis kugleri* Partial range Zone (P11) از زون‌بندی زیستی (1988) Berggren and Miller، بخش بالایی زون زیستی (P11) *Globigerapsis kugleri* Zone از زون‌بندی زیستی (1969) Berggren و بخش بالایی زون زیستی *Globigerapsis kugleri* Zone از زون‌بندی (1957) Bolli است. سن نسبی آن اوسن میانی (لوتسین) و ستبرای آن در برش چهارده، ۲۱/۵ متر است. متر ۷۵/۲۶۲ متری تا ۲۵/۲۸۴ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد مارن و آهک پایینی سازند پابده گسترش دارد. فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

Globigerinatheka index, *Globigerinatheka kugleri*, *Globigerinatheka barri*, *Globigerinatheka korotkovi*, *Subbotina linaperta*, *Chiloguembelina sp.*, *Globigerinatheka sp.*, *Hantkenina dumblei*, *Morozovelloides lehneri*, *Morozovelloides crassatus*, *Acarinina topilensis*, *Globigerinatheka subconglobata*, *Hantkenina liebusi*, *Acarinina punctocarinata*, *Hantkenina sp.*, *Hantkenina mexicana*, *Acarinina praetopilensis*, *Clavigerinella sp.*, *Guembeltrioides nuttalli*, *Subbotina senni*, *Turborotalia possagnoensis*, *Acarinina bullbrooki*, *Morozovelloides bandyi*, *Morozovella caucasica*, *Planorotalites capdevilensis*, *Pseudohastigerina micra*, *Globoturbotalita ouachitaensis*, *Morozovella aragonensis*, *Subbotina yeguaensis*, *Guembeltrioides lozanoi*, *Catapsydrax sp.*, *Acarinina collectea*, *Subbotina eocaena*, *Planorotalites pseudoscitula*, *Parasubbotina inaequispira*.

- Zone E10. *Acarinina topilensis* Partial-range Zone:

این زون زیستی شامل بخشی از حضور گونه *Acarinina topilensis* در میان دو افق زیستی آخرین ظهور *Morozovella aragonensis* در پایین و آخرین ظهور *Guembeltrioides nuttalli* در بالاست. با زون زیستی تحت همین نام از زون‌بندی (2005) Berggren and Pearson و (2011) Wade et al. منطبق و همچنین معادل *Globorotalia lehneri*; Zone (P12) از زون‌بندی زیستی (1969) Berggren، بخش پایینی زون زیستی (P12) *Morozovella lehneri* Zone از زون‌بندی زیستی (1988) Berggren and Miller و (1995) Berggren et al. و بخش پایینی زون زیستی (P12) *Morozovella lehneri* Zone از زون‌بندی (1979) Blow است. سن نسبی آن

index در بالا قرار دارد. با زون زیستی تحت همین نام از زون‌بندی (2005) Berggren and Pearson و (2011) Wade et al. منطبق و همچنین معادل با بخش بالایی زون زیستی [P15] *Porticulasphaera semiinvoluta* Interval Zone و بخش پایینی زون زیستی *Turborotalia cunialensis/Cribrorhantkenina inflata* Concurrent-range Zone (P16) از زون‌بندی زیستی (1995) Berggren et al. است. سن نسبی آن ائوسن پسین (پریایونین) و ستبرای آن در برش چهارده، ۱۲/۵ متر است. متر ۴۴۹/۵ متری تا ۴۶۲ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد مارن و آهک بالایی سازند پابده گسترش دارد. فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

Turborotalia cerroazulensis, *Pseudohastigerina micra*, *Turborotalia increbescens*, *Hantkenina alabamensis* *Globigerinatheka index*, *Clavigerinella sp.*, *Paragloborotalia nana*, *Turborotalia pomeroli*, *Catapsydrax unicavus*, *Hantkenina compressa*, *Dentoglobigerina galavisi*, *Subbotina yeguaensis*, *Zeauvigerina zelandica*, *Hantkenina nanggulanensis*, *Cribrorhantkenina inflata*, *Streptochilus martini*, *Pseudohastigerina naguwichiensis*, *Turborotalia ampliapertura*, *Turborotalia altispiroites*.

- Zone E16. *Hantkenina alabamensis* Highest-occurrence Zone:

این زون زیستی اینتروالی است که میان دو افق زیستی آخرین ظهور *Hantkenina alabamensis* در پایین و آخرین ظهور *Globigerinatheka index* در بالا قرار دارد. این زون زیستی با زون زیستی تحت همین نام از زون‌بندی (2005) Berggren and Pearson و (2011) Wade et al. منطبق و همچنین معادل با بخش بالایی زون زیستی *Turborotalia cunialensis/ Cribrorhantkenina inflata* Concurrent range Zone (P16) و کل زون زیستی *Globigerina gortanii* از زون‌بندی *gortanii-Turborotalia centralis* Consecutive range Zone (P17) زیستی (1969 and 1979) Blow و (1995) Berggren et al. است. سن نسبی آن ائوسن پسین (پریایونین) و ستبرای آن در برش چهارده، ۹ متر است. متر ۴۶۲ متری تا ۴۷۱ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد مارن و آهک بالایی سازند پابده گسترش دارد. فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

Turborotalia cerroazulensis, *Pseudohastigerina micra*, *Turborotalia increbescens*, *Hantkenina alabamensis* *Globigerinatheka index*, *Clavigerinella sp.*, *Paragloborotalia nana*, *Turborotalia pomeroli*, *Catapsydrax unicavus*, *Hantkenina compressa*, *Subbotina yeguaensis*, *Dentoglobigerina galavisi*, *Cribrorhantkenina inflata*, *Streptochilus martini*, *Hantkenina primitiva*, *Zeauvigerina zelandica*, *Turborotalia cunialensis*, *Turborotalia cocoaensis*, *Turborotalia ampliapertura*, *Hantkenina sp.*, *Catapsydrax sp.*

- Zone O1. *Pseudohastigerina naguwichiensis* Highest-occurrence Zone:

اینتروالی است میان آخرین ظهور *Hantkenina alabamensis* در پایین و آخرین ظهور *Pseudohastigerina naguwichiensis* در بالا. با زون زیستی O1 از زون‌بندی زیستی (2005) Berggren and Pearson و (2011) Wade et al. منطبق و همچنین معادل با *Turborotalia cerroazulensis-Pseudohastigerina spp.* Interval Zone [P18] از زون‌بندی زیستی (1995) Berggren et al. است. سن نسبی آن الیگوسن پیشین (روپلین) ۱ و ستبرای آن در برش چهارده، ۵۶ متر است. متر ۴۷۱ متری تا ۵۲۷ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد مارن و آهک بالایی سازند پابده گسترش دارد. فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

Catapsydrax unicavus, Genus 2. sp.1, *Zeauvigerina zelandica*, *Turborotalia ampliapertura*, *Streptochilus martini*, *Dentoglobigerina tripartita*,

زیستی (1957) Bolli است. سن نسبی آن ائوسن میانی (بارتونین) و ستبرای آن در برش چهارده، ۱۱ متر است. متر ۳۷۳/۲۵ متری تا ۳۸۴/۲۵ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد آهکی سازند پابده گسترش دارد. فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

Orbulinoides beckmanni, *Morozovelloides crassatus*, *Globigerinatheka kugleri*, *Globigerinatheka barri*, *Hantkenina sp.*, *Clavigerinella sp.*, *Turborotalia pomeroli*, *Parasubbotina varianta*, *Pseudohastigerina micra*.

- Zone E13. *Morozovelloides crassatus* Highest occurrence Zone:

این زون زیستی اینتروالی است که میان دو افق زیستی آخرین ظهور *Morozovelloides crassatus* در پایین و آخرین ظهور *Orbulinoides beckmanni* در بالا قرار دارد. با زون زیستی تحت همین نام از زون‌بندی (2005) Berggren and Pearson و (2011) Wade et al. منطبق و همچنین تقریباً معادل با زون زیستی *Truncorotaloides rohri-Morozovella spinulosa* Partial-range Zone (P14) از زون‌بندی زیستی (1988) Berggren and Miller و (1995) Berggren et al. *Truncorotaloides rohri- Globigerinatheka index* Partial range Zone (P14) از زون‌بندی زیستی (1979) Blow است. سن نسبی آن ائوسن میانی (بارتونین) و ستبرای آن در برش چهارده، ۲۶/۵ متر است. متر ۳۸۴/۲۵ متری تا ۴۱۰/۷۵ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد آهکی سازند پابده گسترش دارد. فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

Turborotalia cocoaensis, *Paragloborotalia nana*, *Turborotalia cerroazulensis*, *Turborotalia increbescens*, *Globigerinatheka index*, *Globigerinatheka barri*, *Turborotalia pomeroli*, *Parasubbotina varianta*, *Pseudohastigerina micra*.

- Zone E14. *Globigerinatheka semiinvoluta* Highest-occurrence Zone:

این زون زیستی اینتروالی است که میان دو افق زیستی آخرین ظهور *Globigerinatheka semiinvoluta* در پایین و آخرین ظهور *Morozovelloides crassatus* در بالا قرار دارد. با زون زیستی تحت همین نام از زون‌بندی (2005) Berggren and Pearson و (2011) Wade et al. منطبق و همچنین معادل با زون زیستی [P15] *Porticulasphaera semiinvoluta* Interval Zone از زون‌بندی زیستی (1995) Berggren et al. *Porticulasphaera semiinvoluta* Partial-range Zone [P15] از زون‌بندی زیستی (1988) Berggren and Miller و زیستی *Globigerapsis mexicana* Zone از زون‌بندی زیستی (1969) Berggren و زیستی *Globigerapsis mexicana* Zone [P15] از زون‌بندی زیستی (1969) Blow است. سن نسبی آن ائوسن پسین (پریایونین) و ستبرای آن در برش چهارده، ۳۸/۷۵ متر است. متر ۴۱۰/۷۵ متری تا ۴۴۹/۵ متری سازند پابده را شامل می‌شود و حدود ۲۸/۷۵ متر از آن در واحد آهکی سازند پابده و ۱۰ متر نیز در واحد مارن و آهک بالایی سازند پابده گسترش دارد. فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

Turborotalia cerroazulensis, *Pseudohastigerina micra*, *Globigerinatheka korotkovi*, *Turborotalia increbescens*, *Hantkenina alabamensis*, *Globigerinatheka index*, *Clavigerinella sp.*, *Paragloborotalia nana*, *Catapsydrax dissimilis*, *Globigerinatheka semiinvoluta*, *Turborotalia pomeroli*, *Catapsydrax unicavus*, *Hantkenina compressa*, *Dentoglobigerina galavisi*, *Subbotina yeguaensis*, *Zeauvigerina zelandica*, *Turborotalia altispiroites*, *Dentoglobigerina tripartita*, *Turborotalia cocoaensis*, *Chiloguembelina sp.*

- Zone E15. *Globigerinatheka index* Highest-occurrence Zone:

این زون زیستی اینتروالی است که میان دو افق زیستی آخرین ظهور *Globigerinatheka semiinvoluta* در پایین و آخرین ظهور *Globigerinatheka index*

Small globigerinids و *Eouvirgerina (Zeauvirgerina) spp.* دارد و منطبق با زون بندی Wynd (1965) است. سن نسبی آن الیگوسن پسین (شاتین) و ستمبرای آن در برش مورد مطالعه ۹۴/۹ متر است. متر ۷۰۲/۴ تا ۷۹۷/۳ متری (انتهای سازند پابده) سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد مارن و آهک بالایی سازند پابده گسترش دارد. در این زون زیستی فسیل‌های همراه زیر شناسایی شد:

Ditrupa sp., Globigerina sp., Subbotina sp., Globigerina rohri, Subbotina corpulenta, Tenuitella praegemma, Tenuitella clemenicae, Globigerinella obesae, Cassigerinella martinezpicei, Tenuitella munda, Tenuitella neoclemenica, Subbotina gortanii, Catapsydrax unicavus, Globoturborotalita ouachitaensis, Catapsydrax sp., Algae, Tubucellaria sp.

۶- نتیجه‌گیری

سازند پابده در برش چهارده ۷۹۷/۲ متر ستبرا دارد و از دید سنگ‌نگاری در برش چهارده به ۴ واحد غیر رسمی تقسیم شده است. این ۴ واحد عبارتند از واحد شیل ارغوانی، واحد مارن و آهک پایینی، واحد آهکی و واحد مارن و آهک بالایی.

مرز زیرین سازند پابده در برش مورد مطالعه با سازند گورپی همشیب و پیوسته و در محل این مرز یک تغییر آشکار از شیل‌های تیره و سبز سازند گورپی به شیل‌های ارغوانی سازند پابده مشهود است. مرز بالایی این سازند نیز با سازند آسماری در برش مورد مطالعه همشیب و همراه با تغییرات آشکار سنگ‌شناسی است.

در مطالعات زیست‌چینه‌ای سازند پابده در برش مورد مطالعه ضمن تشخیص ۱۴۱ گونه متعلق به ۳۰ جنس از روزن‌بران، ۲۳ زون در سازند پابده به شرح زیر شناسایی و معرفی شد:

- Zone P4. *Globanomalina pseudomenardii* Taxon range Zone
- Zone P5. *Morozovella velascoensis* Partial range Zone
- Zone E1. *Acarinina sibaiaensis* Lowest occurrence Zone
- Zone E2. *Pseudohastigerina wilcoxensis/Morozovella velascoensis* Concurrent range Zone
- Zone E3. *Morozovella marginodentata* Partial range Zone
- Zone E4. *Morozovella formosa* Lowest occurrence Zone
- Zone E5. *Morozovella aragonensis/Morozovella subbotinae* Concurrent range Zone
- Zone E6. *Acarinina pentacamerata* Partial range Zone
- Zone E7. *Acarinina cuneicamerata* Lowest occurrence Zone
- Zone E8. *Guembelitrioides nuttalli* Lowest-occurrence Zone
- Zone E9. *Globigerinatheka kugleri/ Morozovella aragonensis* Concurrent range Zone
- Zone E10. *Acarinina topilensis* Partial-range Zone
- Zone E11. *Morozovelloides lehneri* Partial range Zone
- Zone E12. *Orbulinoides beckmanni* Taxon range Zone
- Zone E13. *Morozovelloides crassatus* Highest occurrence Zone
- Zone E14. *Globigerinatheka semiinvoluta* Highest-occurrence Zone
- Zone E15. *Globigerinatheka index* Highest-occurrence Zone
- Zone E16. *Hantkenina alabamensis* Highest-occurrence Zone
- Zone O1. *Pseudohastigerina naguewichiensis* Highest-occurrence Zone
- Zone O2. *Turborotalia ampliapertura* Highest occurrence Zone
- Zone O3. *Dentoglobigerina sellii* Partial-range Zone
- Zone O4. *Globigerina angulisuturalis/Chiloguembelina cubensis* Concurrent-range Zone

Pseudohastigerina naguewichiensis, Chiloguembelina sp., Catapsydrax sp.
- Zone O2. Turborotalia ampliapertura Highest occurrence Zone:

اینتروالی است میان آخرین ظهور *Pseudohastigerina naguewichiensis* در پایین و آخرین ظهور *Turborotalia ampliapertura* در بالا. منطبق با زون زیستی O2 از زون بندی زیستی (2005) Berggren and Pearson و (2011) Wade et al. و همچنین معادل با *Turborotalia ampliapertura* Partial-range/Interval Zone [P19] از زون بندی (1995) Berggren et al. و (1988) Berggren and Miller است. سن نسبی آن الیگوسن پیشین (روپلین) و ستمبرای آن در برش مورد مطالعه ۱۶ متر است. متر ۵۲۷ متری تا ۵۴۳ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد مارن و آهک بالایی سازند پابده گسترش دارد. در این زون زیستی فسیل‌های همراه زیر شناسایی شد:

Genus 2. sp.1, *Catapsydrax sp., Turborotalia ampliapertura, Globoturborotalita ouachitaensis, Haplophragmium sp., Chiloguembelina sp.*

- Zone O3. Dentoglobigerina sellii Partial-range Zone:

این زون زیستی شامل بخشی از حضور گونه *Dentoglobigerina sellii* در میان آخرین ظهور *Turborotalia ampliapertura* در پایین و اولین ظهور *Globigerina angulisuturalis* در بالاست. با زون زیستی O₃ از زون بندی زیستی (2005) Berggren and Pearson و (2011) Wade et al. منطبق و همچنین معادل با *Globigerina sellii* Partial range Zone [P20] از زون بندی (1995) Berggren et al. و (1988) Berggren and Miller است. سن نسبی آن الیگوسن پیشین (روپلین) و ستمبرای آن در برش مورد مطالعه ۱۴/۵ متر است. متر ۵۴۳ متری تا ۵۵۷/۵ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد مارن و آهک بالایی سازند پابده گسترش دارد. این زون زیستی با فسیل‌های همراه زیر شناسایی شد:

Genus 2. sp.1, *Catapsydrax sp., Catapsydrax unicavus, Dentoglobigerina tripartita, Dentoglobigerina galavisi, Chiloguembelina sp.*

- Zone O4. Globigerina angulisuturalis/Chiloguembelina cubensis Concurrent-range Zone:

این زون زیستی از نوع زون اشتراکی (Concurrent-range Zone) است که محدوده اشتراک آن میان اولین ظهور *Globigerina angulisuturalis* در پایین و آخرین ظهور *Chiloguembelina cubensis* در بالا مشخص می‌شود. با زون زیستی O4 از زون بندی زیستی (2005) Berggren and Pearson و (2011) Wade et al. منطبق و همچنین معادل با *Globigerina angulisuturalis/Chiloguembelina cubensis* Concurrent-range Subzone [P21a] از زون بندی (1995) Berggren et al. و (1988) Berggren and Miller است. سن نسبی آن الیگوسن پیشین (روپلین) و ستمبرای آن در برش مورد مطالعه ۷۳/۲ متر است. متر ۵۵۷/۵ متری تا ۶۳۰/۷ متری سازند پابده را شامل می‌شود و در واحد مارن و آهک بالایی سازند پابده گسترش دارد. در این زون زیستی فسیل‌های همراه زیر شناسایی شد:

Globigerina angulisuturalis, Tenuitella gemma, Globigerina bulloides, Miliolid, Ostracod, Lenticulina sp., Operculina sp., Genus 2. sp.1, Chiloguembelina sp., Globoturborotalita ouachitaensis, Catapsydrax sp.

از ستمبرای ۶۳۰/۷ متری تا ۷۰۲/۴ متری از سازند پابده، واریزه‌های سازند آسماری سبب پوشش لایه‌ها شده بود و امکان نمونه برداری وجود نداشت. همچنین لایه‌های بالاتر از این پوشش فسیل‌های پلانکتون کمتری دارند که زون بندی آنها با استفاده از ترکیبی از فسیل‌های کف‌زی و پلانکتونیک انجام شده توسط Wynd (1965) صورت گرفته و شامل زون زیر است:

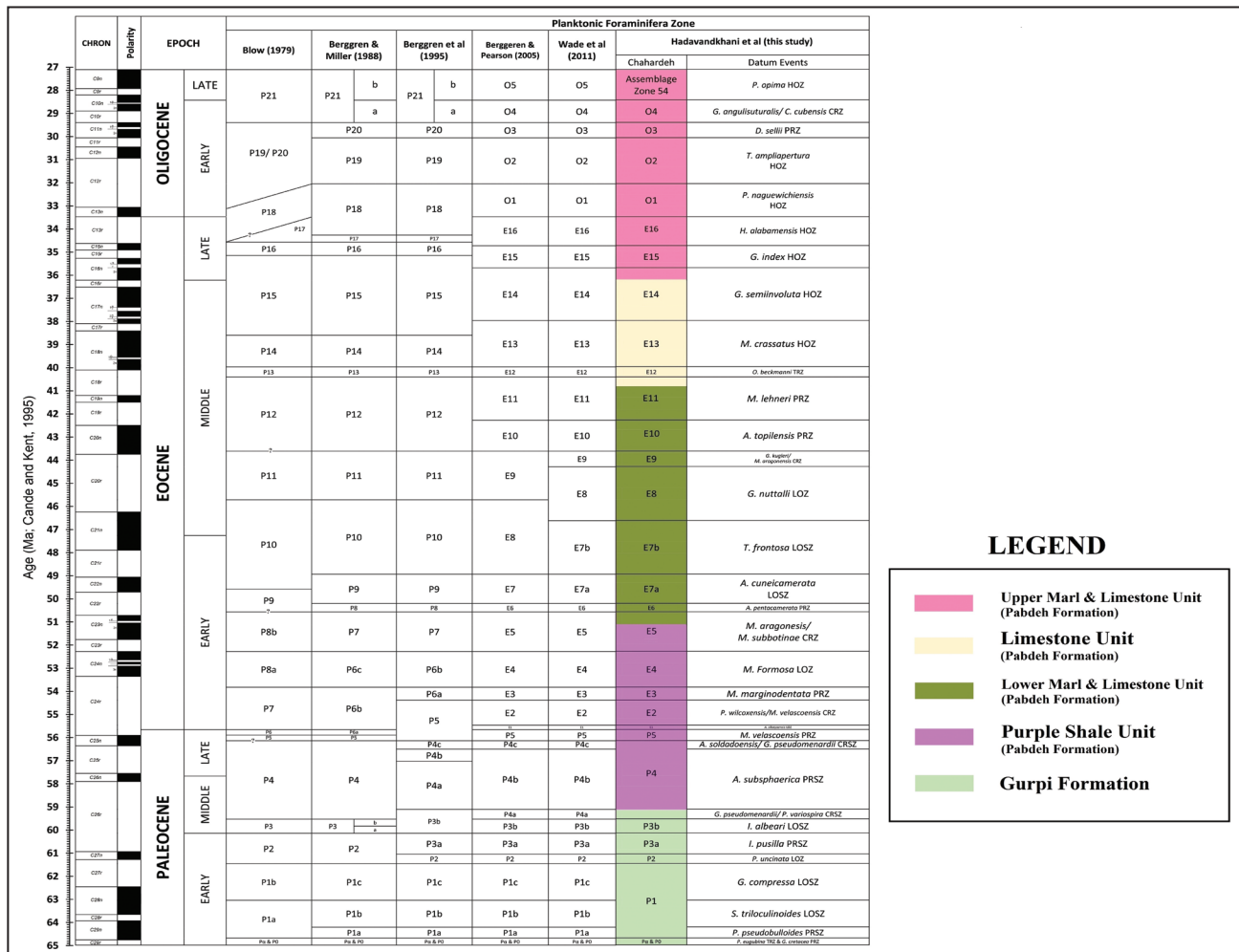
• **Small globigerinids/Haplophragmium slingeri/Zeauvirgerina Assemblage zone 54:**

این زون برای اینتروالی از سازند پابده تعریف شده که میزان زیادی

مرز پالئوسن - ائوسن در برش مورد مطالعه پهنه ایذه در واحد شیل ارغوانی سازند پابده جای دارد؛ به طوری که این مرز در برش چهارده در ۵۸/۷۵ متری قاعده سازند پابده جای گرفته است. مرز ائوسن - الیگوسن نیز در برش مورد مطالعه پهنه ایذه در واحد مارن و آهک بالایی سازند پابده جای دارد؛ به طوری که این مرز در چهارده در ۴۷۱ متری سازند پابده مشخص شده است.

- Small globigerinids/Haplophragmium stingeri/Zeauvigerina Assemblage zone 54

زون‌های زیستی تعریف شده در برش مورد مطالعه تطابق بسیار خوبی با زون‌های زیستی تعریف شده در محدوده تئیس توسط Wade et al. (2011) دارند. بر پایه زون‌های زیستی تعریف شده، سن سازند پابده پالئوسن پسین (سلان‌دین) - الیگوسن پسین (شاتین) است.



شکل ۷- تطابق میان زون‌های زیستی تعریف شده در این مطالعه و حوضه تئیس.

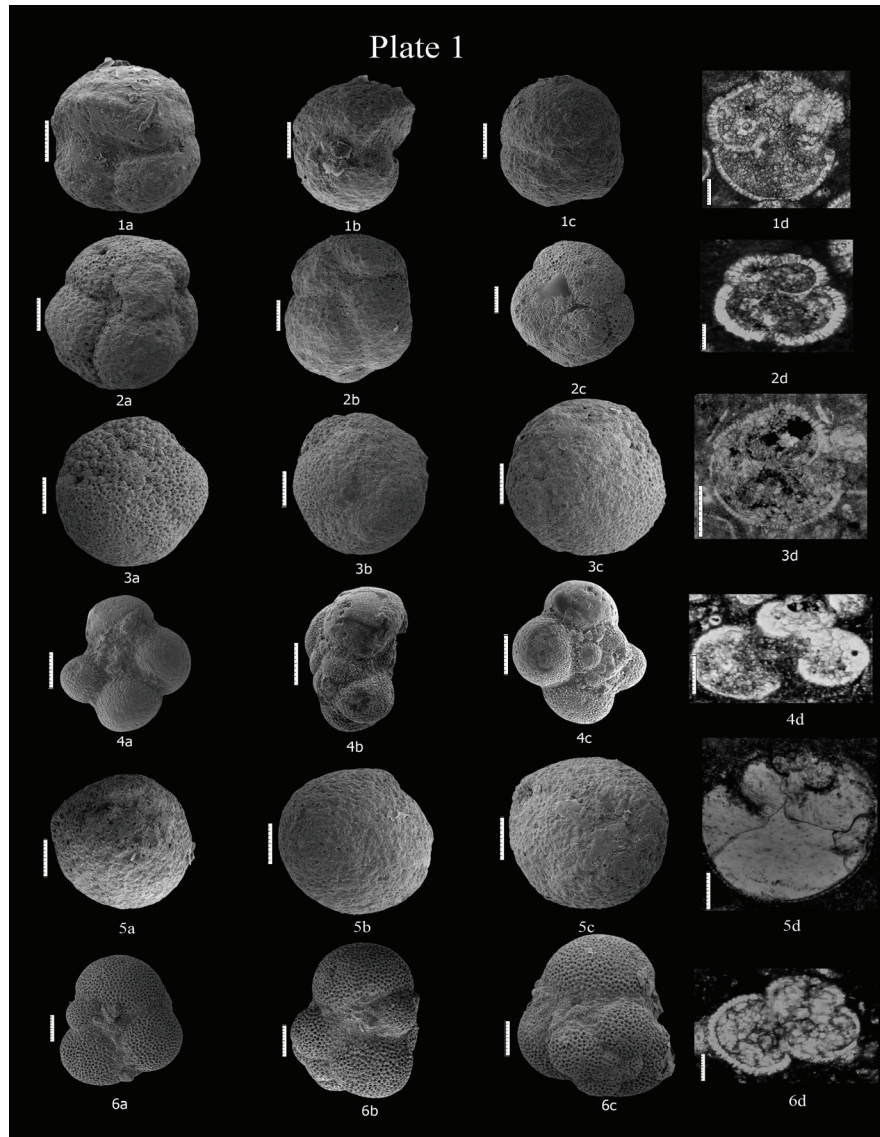


Plate 1

Figs 1a- c: *Globigerinatheka index* (Finlay, 1939), Sample No: 2051,

Figs 1d: *Globigerinatheka index* (Finlay, 1939), Sample No: 2127,

Figs 2a- c: *Globigerinatheka kugleri* (Loeblich and Tappan, 1957), Sample No: 2029,

Figs 2d: *Globigerinatheka kugleri* (Loeblich and Tappan, 1957), Sample No: 2098,

Figs 3a- c: *Globigerinatheka semiinvoluta* (Keijzer, 1945), Sample No: 2120,

Figs 3d: *Globigerinatheka semiinvoluta* (Keijzer, 1945), Sample No: 400,

Figs 4a- c: *Globoturborotalia angulisuturalis* (Bolli, 1957), Sample No: 2407,

Figs 4d: *Globoturborotalia angulisuturalis* (Bolli, 1957), Sample No: 2339,

Figs 5a- c: *Orbulinoides beckmanni* (Saito, 1962), Sample No: 2131,

Fig 5d: *Orbulinoides beckmanni* (Saito, 1962), Sample No: 2167,

Figs 6a- c: *Guembelitrionides nuttalli* (Hamilton, 1953), Sample No: 2023,

Fig 6d: *Guembelitrionides nuttalli* (Hamilton, 1953), Sample No: 1953.

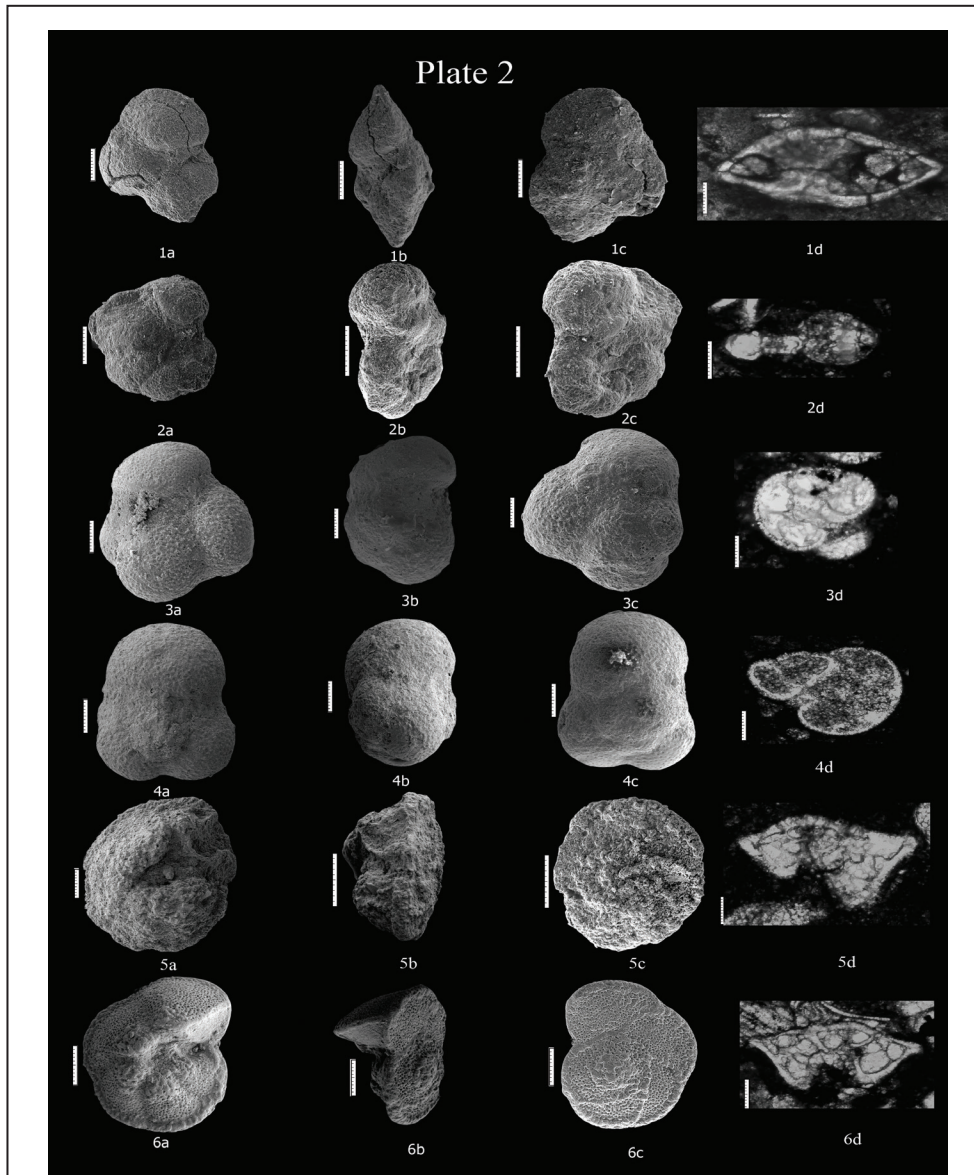


Plate 2

Figs 1a- c: *Globanomalina pseudomenardii* (Bolli, 1957), Sample No: 1835,

Fig 1d: *Globanomalina pseudomenardii* (Bolli, 1957), Sample No: 1850,

Figs 2a- c: *Pseudohastigerina wilcoxensis* (Cushman & Ponton, 1932), Sample No: 1885,

Figs 2d: *Pseudohastigerina wilcoxensis* (Cushman & Ponton, 1932), Sample No: 1950,

Figs 3a- c: *Turborotalia ampliapertura* (Bolli, 1957), Sample No: 2254,

Fig 3d: *Turborotalia ampliapertura* (Bolli, 1957), Sample No: 2254,

Figs 4a- c: *Turborotalia frontosa* (Subbotina, 1953), Sample No: 2131,

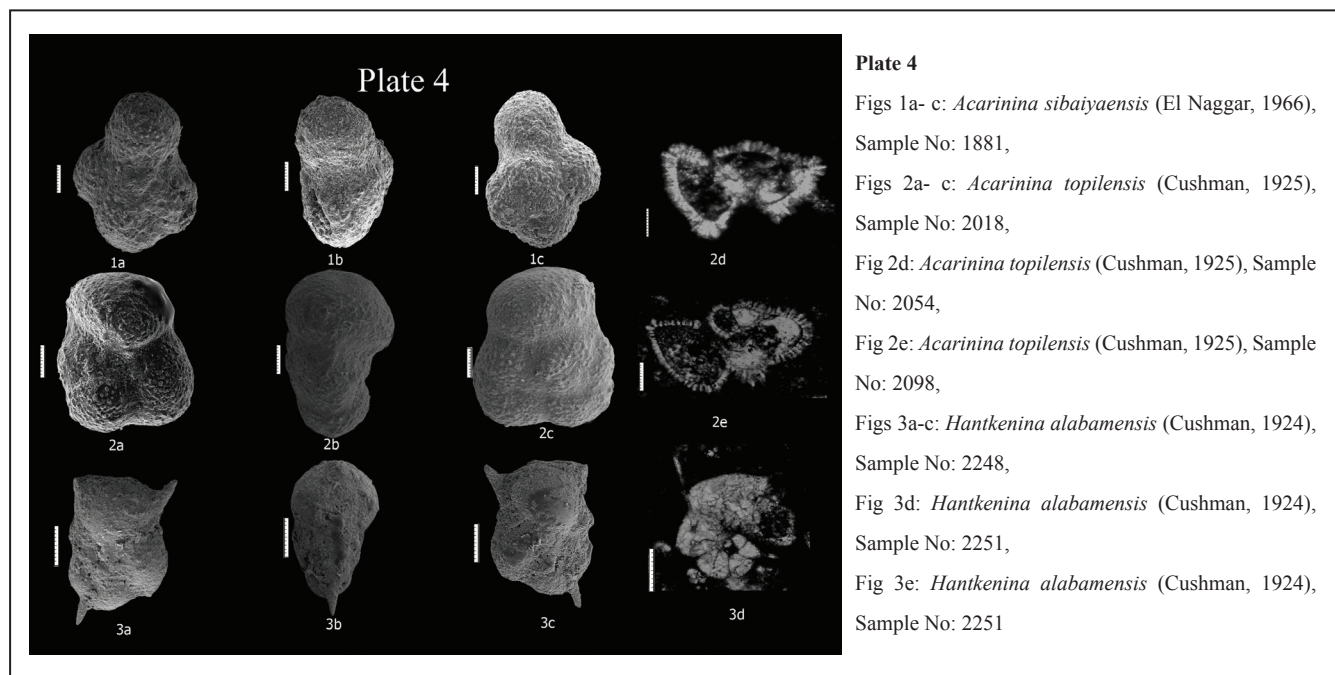
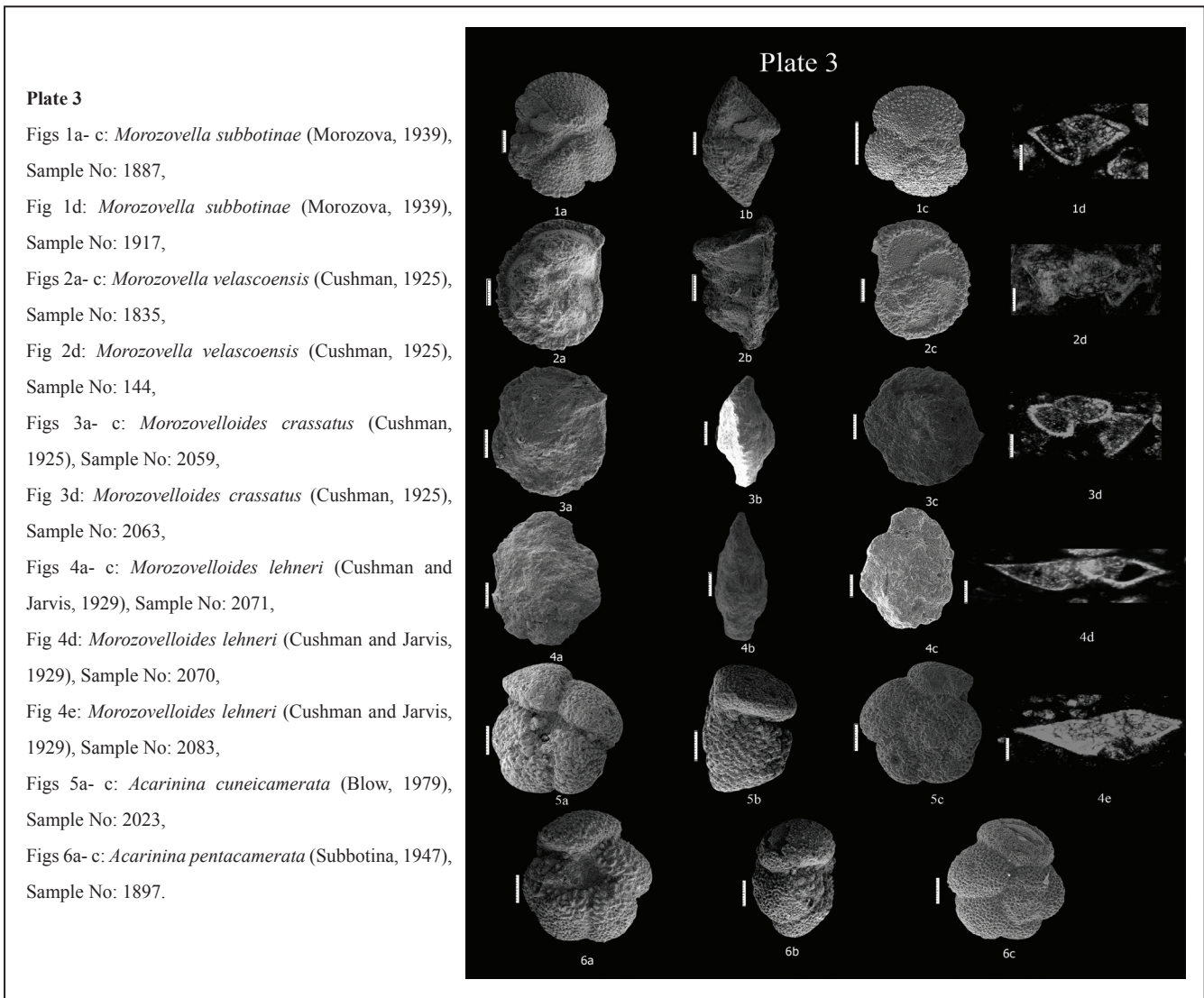
Fig 4d: *Turborotalia frontosa* (Subbotina, 1953), Sample No: 2066,

Figs 5a- c: *Morozovella aragonensis* (Nuttall, 1930), Sample No: 1980

Fig 5d: *Morozovella aragonensis* (Nuttall, 1930), Sample No: 1958,

Figs 6a- c: *Morozovella formosa* (Bolli, 1957), Sample No: 1887,

Fig 6d: *Morozovella formosa* (Bolli, 1957), Sample No: 1933.



کتابخانه

- بهاران، س.، بابازاده، ا.، پروانه‌نژاد شیرازی، م. و بهرامی، م.، ۱۳۸۹- زیست‌چینه‌نگاری سازند پابده در برش تنگ زنجیران (جنوب شرق شیراز) بر مبنای روزن داران پلانکتون، پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب-شناسی، سال بیست و ششم - شماره پیاپی ۳۸ - شماره اول، ص. ۱۴۵ تا ۱۵۸.
- ثبوت، م. و هادوی، ف.، ۱۳۹۱- نانواستراتیگرافی مرز سازندهای گورپی پابده در برش تنگ دوراهک (جنوب تاقدیس کنگان)، شانزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، ۸ ص. حسین‌زاده، ر.، ۱۳۸۷- بایوستراتیگرافی و سکانس استراتیگرافی سازند پابده در برش کاور، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، گرایش چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، ۲۳۰ ص. سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۶۸- نقشه زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ ده دز.
- صادقی، ع. و هداوندخانی، ن.، ۱۳۸۹- زیست‌چینه‌نگاری سازند پابده در برش چینه‌شناسی امامزاده سلطان ابراهیم (شمال غرب ایذه)، فصلنامه زمین‌شناسی ایران، سال چهارم، شماره پانزدهم، ص. ۸۱ تا ۹۸.
- کریمی، ن. و پروانه‌نژاد شیرازی، م.، ۱۳۹۱- زیست‌چینه‌نگاری سازند پابده در برش چینه‌شناسی سلامتی (جنوب غرب شیراز) بر مبنای روزن داران پلانکتون، شانزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، ۹ ص.
- گرمایی، ا. و وزیر، س. ح.، ۱۳۸۶- میکروبیو استراتیگرافی سازند پابده در جاه سیری دنا-۱ در خلیج فارس، بیست و ششمین گردهمایی علوم زمین، ۸ ص. مطیعی، ه.، ۱۳۷۴- زمین‌شناسی ایران، چینه‌شناسی زاگرس: انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، ۵۳۶ ص.
- نجفی، ا.، ۱۳۷۷- میکروبیو استراتیگرافی پابده در شمال شرقی فروافتادگی دزفول و ارتباط چینه‌ای سازندهای تله‌زنگ، کشکان و شهبازان، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم، گرایش چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، ۱۲۰ ص.
- هداوندخانی، ن.، ۱۳۹۳- لیتوستراتیگرافی و بایوستراتیگرافی سازند پابده در زون ایذه (برش‌های چهارده، تنگ حتی و یال شمالی تنگ پابده)، رساله دکتری دانشگاه شهید بهشتی، گرایش چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، تهران، ۵۱۴ ص.

References

- Berggren, W. A. and Miller, K. G., 1988- Paleogene tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetobiochronology. *Micropaleontology* 34, 362-380.
- Berggren, W. A. and Pearson, P. N., 2005- A revised tropical and subtropical Paleogene planktonic foraminiferal zonation. *J. Foramin. Res.* 35, 279-298.
- Berggren, W. A., 1969- Cenozoic chronostratigraphy, planktonic foraminiferal zonation and the radiometric time scale. *Nature* 224, 1072-1075.
- Berggren, W. A., Aubry, M. P., Fossen, M. V., Kent, D. V., Norris, R. D. and Quillévère, F., 2000- Integrated Paleocene calcareous plankton magnetobiochronology and stable isotope stratigraphy: DSDP Site 384 (NW Atlantic Ocean). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 159, 1-51.
- Berggren, W. A., Kent, D. V., Swisher C. C. and Aubry, M. P., 1995- A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. In: Berggren, W.A., Kent, D.V., Aubry, M. P., Hardenbol, J. (Eds.), *Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlation: A United Temporal Framework for an Historical Geology: SEPM Spec. Publ.*, vol. 54, pp. 129-212.
- Blow, 1979- The Cainozoic Globigerinida, 3 vols: E.J. Brill, Leiden, 1452 p.
- Bolli, H. M., 1957- The genera Globigerina and Globorotalia in the Paleocene-Lower Eocene Lizard Springs Formation of Trinidad, B.W.I. In: Loeblich Jr., A.R., et al. (Ed.), *Studies in Foraminifera: Bulletin of the United States National Museum*, 215, pp. 61-82.
- Bolli, H. M., 1966- Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera: *Boletín Informativo Asociación Venezolana de Geología. Mineraría y Petróleo* 9, 3-32.
- Molina, E., Arenillas, I. and Pardo, A., 1999- High resolution planktic biostratigraphy and correlation across the Paleocene-Eocene boundary in the Tethys: *Bulletin Societe Geologique France*, v. 170, no. 4, p. 521-530.
- Pardo, A., Keller, G. and Oberhansli, H., 1999- Paleoecologic and paleoceanographic evolution of the Tethyan realm during the Paleocene-Eocene transition: *Journal of Foraminiferal Research*, v. 29, no. 1, p. 37-57.
- Payros, A., Bernaola, G., Orue-Etxebarria, X., Dinares-Turell, J., Tosquella, J. and Apellaniz, E., 2007- Reassessment of the Early-Middle Eocene biomagnetochronology based on evidence from the Gorrondatxe section (Basque Country, western Pyrenees). *Lethaia* 40, 183-195.
- Premoli Silva, I. and Bolli, H. M., 1973- Late Cretaceous to Eocene planktonic foraminifera and stratigraphy of Leg 15 sites in the Caribbean Sea, in Edgar, N. T., Saunders, J. B., and others, (eds.), *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, v. 15: U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., p. 449-547.
- Wade, B. S., Berggren, W. A. and Plieke, H., 2011- Review and revision of Cenozoic tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and calibration to the Geomagnetic Polarity and Astronomical Time Scale. *Earth-Science Reviews*. 104, 111-142.
- Wynd, J. G., 1965- Biofacies of the Iranian Oil Consortium Agreement Area: IOOC Report, no. 1082.

Lithostratigraphy and biostratigraphy of the Pabdeh Formation at Chahardeh village section (Izeh zone, Khuzestan province)

N. Hadavandkhani^{1*}, A. Sadeghi², M. H. Adabi² and A. R. Tahmasbi³

¹Ph.D., Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

²Professor, Faculty of Earth Sciences, Geological department, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

³Ph.D., Exploration Directorate, National Iranian Oil Company, Tehran, Iran

Received: 2016 September 10

Accepted: 2017 February 05

Abstract

The Pabdeh Formation with a thickness of 797.2 m. and 4 lithological units (purple shale (144.25 m.), lower limestone and marl (221.75 m.), limestone (73.5 m.) and upper limestone and marl (357.7 m.) is stretched at Chahardeh village stratigraphic section in Izeh zone.. Biostratigraphic studies led to recognition of 30 genera and 150 species of planktonic foraminifera based on which 23 biozones were identified in Tethys realm. These biozones are well correlated with biozones of Tethys region. Based on the indicated biozones and fossil contents, the age of the Pabdeh Formation is Middle Paleocene (Selandian) - Late Oligocene (Chattian). In this study, Paleocene- Eocene boundary is located in Purple shale unit and Eocene- Oligocene boundary is placed in upper marl and limestone unit.

Keywords: Pabdeh Formation, Paleocene, Oligocene, Biostratigraphy, Lithostratigraphy

For Persian Version see pages 137 to 150

*Corresponding author: N. Hadavandkhani; E-mail: n_hadavand@sbu.ac.ir