

## سنگ چینه‌نگاری و زیست چینه‌نگاری سازند پابده براساس فرامینفرهای پلانکتون در برش سد ایلام (جنوب ایلام- حوضه رسوبی زاگرس)

سمیه طاهری زاده<sup>۱</sup>، محمد وحیدی نیا<sup>۲\*</sup>، محمدحسین محمودی قرایی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

<sup>۲\*</sup> دانشیار، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

<sup>۳</sup> استاد، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

\*vahidinia@um.ac.ir

دریافت اسفند ۱۴۰۱، پذیرش اسفند ۱۴۰۱

### چکیده:

سازند پابده بعنوان سنگ منشا هیدروکربنی، یکی از مهمترین واحدهای سنگی سنوزوئیک در حوضه رسوبی زاگرس (جنوب و جنوب غربی ایران) به شمار می آید. به منظور مطالعه دقیق سنگ چینه‌نگاری و زیست چینه‌نگاری این سازند، برش سد ایلام در شمال غرب حوضه رسوبی زاگرس انتخاب و مورد نمونه برداری واقع گردید. تعداد ۳۶۰ نمونه برداشت شده که از این تعداد، ۲۶۰ نمونه آن شست و شو و ۱۰۰ نمونه از طریق مقاطع نازک مطالعه شده اند. مطالعات صورت پذیرفته بر روی این نمونه‌ها منجر به شناسایی تعداد ۲۵ جنس و ۱۰۵ گونه از فرامینفرهای پلانکتون گردید که براساس آن‌ها ۲۶ بیوزون و ۲ زیربیوزون به سن داین میانمی - آکیتانین پیشین تفکیک گشت.

**کلمات کلیدی:** زیست چینه‌نگاری، سنگ چینه‌نگاری، سازند پابده، حوضه رسوبی زاگرس، فرامینفرهای پلانکتون، شیل ارغوانی، برش سد ایلام.

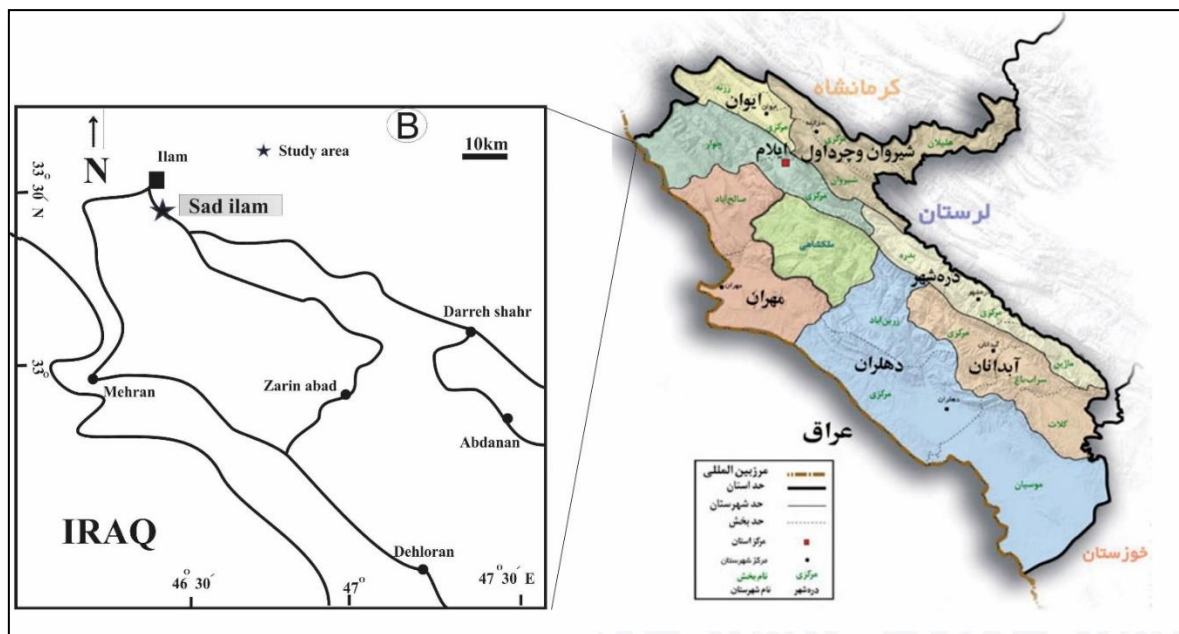
## ۱- مقدمه

سازند پابده یکی از واحدهای سنگ منشأ حوضه زاگرس بوده و که به دلیل اهمیت این سازند در مطالعات نفتی و هم چنین عدم وجود مطالعات جامع بر روی آن، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. علاوه بر این، فرامینفرهای پلانکتونیک در طبقات سازند پابده، این امکان را فراهم می‌آورد که با بررسی و شناسایی جنس و گونه‌های مختلف، به تعیین سن سازند در برش‌های مختلف پرداخت. همچنین در کنار مطالعات زیست چینه‌نگاری، مطالعه ویژگی‌های سنگ‌شناسی سازند در برش‌های مختلف، می‌تواند به معرفی هر چه دقیق تر آن منجر گردد.

سازند پابده در برش الگو در تنگ پابده واقع در شمال میدان نفتی لالی مسجد سلیمان، ۷۸۹،۳ متر ضخامت داشته که بخش پایینی سازند پابده از شیل و مارن‌های آبی و ارغوانی تشکیل شده که به صورت رسمی به آن "شیل ارغوانی" گفته می‌شود ولی بخش‌های باقیمانده آن از شیل خاکستری و سنگ‌آهک‌های رسی و گاهی چرت‌دار است. درصد شیل و سنگ‌آهک چرت‌دار یکنواخت نیست، گاهی شیل و گاهی سنگ‌آهک برتری دارد [۸]. مرز سازند پابده به جز در منطقه لرستان در دیگر مناطق زاگرس بصورت ناپیوسته می‌باشد. در لرستان مرز زیرین سازند پابده (بخش شیل ارغوانی) با شیل و مارن‌های سازند گورپی است ولی در فارس که بخش شیل ارغوانی دیده نمی‌شود. این مرز در قاعده بخش آهک چرتی تعیین می‌شود در این حالت نودول‌های فسفات، گلوکونیت و گاهی مقداری بیتومین تخریب شده در بالای ناهمسازی فرسایشی که بعد از کرتاسه رخ داده است، دیده می‌شود. در برش نمونه حد بالایی این سازند با سازند آسماری به صورت پیوسته و تدریجی است و در برخی نواحی مثل فارس، سازند پابده در زیر سازند جهرم قرار می‌گیرد. از سمت جنوب غربی لرستان به سوی نواحی مرکزی و شمال شرقی لرستان، این سازند به صورت جانبی با سازندهای آواری امیران، کشکان، کربنات‌های سازند تله‌زنگ و شهبازان جایگزین می‌شود. در فارس داخلی سازند پابده جای سازند جهرم را می‌گیرد، از نظر سنی، این سازند با واحدهایی همچون سازند کنگلومرایی فجن، زیارت و کرج در زون البرز، سازند سرخ زیرین در زون ایران مرکزی و سازندهای پستلیق، چهل کمان و خانگیران در زون کپه داغ هم ارز می‌باشد [۸]. برای اولین جیمز و وایند (۱۹۶۵) سازند پابده را معرفی نمودند [۱۴]. وایند (۱۹۶۵ و ۱۹۶۶) واحدهای تریاس تا سنوزوئیک را توصیف نمود که واحدهای ۴۱ تا ۶۶ متعلق به سنوزوئیک می‌باشد. از این واحدها، زون‌های تجمعی شماره ۴۲، ۴۵، ۴۷، ۵۲ و ۵۴ متعلق به سازند پابده است [۱۹]. نجفی (۱۳۸۰) ضخامت سازند پابده در برش الگو را ۶۴۰ متر اندازه‌گیری نمود و سن آن را بخشی از پالئوسن زیرین تا بخشی از الیگوسن پسین تعیین نمود [۹]. علیزاده (۱۳۸۴) به مطالعه ژئوشیمیایی سازند پابده در میدان نفتی اهواز پرداخت که نمودارهای ژئوشیمیایی تهیه شده مقدار ماده آلی (TOC) را بین ۰،۲٪ تا ۰،۴٪ نشان می‌دهد [۶]. برای اولین بار، بیات (۱۳۸۵) مطالعه بر روی جوامع نانوفسیلی سازند پابده در دو برش (نمونه و برش منگشت) به انجام رسانید که سن پالئوسن آغازی - الیگوسن میانی را پیشنهاد نمود [۳]. مجیب (۱۳۹۱) زیست چینه‌نگاری افق‌های ماهی‌دار سازند پابده در برش باباحیدر را بر اساس نمونه‌های ایزوله فرامینفرهای پلانکتون صورت داد و سن ائوسن میانی تا پایانی را ارائه کرد [۷]. ربانی (۱۳۹۳) به بررسی زیست چینه‌نگاری و محیط رسوبگذاری شیلهای ارغوانی قاعده سازند پابده و همچنین بررسی مرز پالئوسن - ائوسن در نیمه شمالی حوضه رسوبگذاری زاگرس پرداخت [۵]. خاوری (۱۳۹۴) نیز به بررسی زیست چینه‌نگاری و چینه‌نگاری سکانسی سازند پابده بر مبنای نانوپلانکتون‌ها و داینوسیست‌ها در برش‌های تنگ ابوالحیات، دهلران و ایلام پرداخته است [۴].

## ۲- منطقه مورد مطالعه:

برش مورد مطالعه در شمال غربی حوضه رسوبی زاگرس (ناحیه کبیرکوه استان ایلام) و در منطقه سد ایلام (۵ کیلومتری شهر ایلام) واقع شده است. مسیر دسترسی به برش سد ایلام از طریق جاده کمربندی شرقی و در مسیر جاده فرعی سد مخزنی ایلام (یال جنوبی کبیرکوه مقدور است). (شکل ۱).



شکل ۱: نقشه راه دسترسی به سازند پایده در برش سد ایلام.

## ۳- روش کار

تعداد ۳۶۰ نمونه (شامل ۲۶۰ نمونه نرم و ۱۰۰ نمونه سخت) بصورت سیستماتیک و در فواصل ۱,۵ متری نمونه برداری و آماده سازی شده است. مقدار ۲۰۰ گرم از نمونه به مدت ۲-۱ روز در آب (آب اکسیژنه) خیسانده شد. برای شستشوی نمونه ها از الک های ۶۰، ۱۲۰ و ۲۳۰ (مش) استفاده شد. قبل از شستشوی هر نمونه برای مخلوط نشدن نمونه با نمونه های مراحل قبل، الک ها به مدت ۲۵-۲۰ دقیقه در محلول بلودومتیلین قرار داده شده اند، سپس مواد باقی مانده بر روی هر الک خشک و مورد مطالعات میکروسکوپی قرار گرفتند. برای نمونه های سخت پس از آماده سازی مقاطع نازک، فرامینفرهای پلانکتون توسط میکروسکوپ پلاریزان مورد مطالعه و شناسایی قرار گرفتند و برای نمونه های شسته شده (ایزوله)، جداسازی میکروفسیل ها و قرار دادن آنها در سلول های مخصوص به کمک قلم موی مخصوص صورت پذیرفت. شناسایی و نام گذاری جنس ها بر اساس [۱۰]، [۱۱]، [۱۲]، [۱۳]، [۱۵] و [۱۷] بوده است. و در پایان نیز عکسبرداری از مقاطع نازک به کمک دوربین دیجیتال و برای نمونه های ایزوله، از فرم های خوب حفظ شده فسیلی توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) موجود در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه فردوسی مشهد استفاده به عمل آمد.

## ۴- بحث

### ۴-۱- سنگ چینه‌نگاری سازند پابده

سازند پابده در برش سد ایلام ۷۶۴ متر ضخامت داشته که براساس تغییرات بارز سنگ‌شناسی شامل واحدهای شیل ارغوانی، سنگ آهک مارنی همراه با سنگ آهک پایینی، سنگ آهک چرتی، سنگ آهک مارنی همراه با سنگ آهک بالایی می‌باشد. مرز زیرین سازند در این برش با شیل و مارن‌های سازند گورپی پیوسته است اما مرز بالایی آن با سازند آسماری به احتمال زیاد با یک ناپیوستگی همراه می‌باشد.

### ۴-۲- واحدهای سنگ‌شناسی سازند پابده در برش سد ایلام

سازند پابده در برش مذکور براساس تغییرات بارز سنگ‌شناسی به ۴ واحد شامل شیل ارغوانی، بخش سنگ آهک مارنی همراه با سنگ آهک پایینی، بخش سنگ آهک چرتی و بخش سنگ آهک مارنی همراه با سنگ آهک بالایی به شرح زیر تقسیم شده است: قابل ذکر است که از متر ۱-۳۹ از این برش مربوط به سازند گورپی می‌باشد.

#### ۴-۲-۱- شیل ارغوانی

ضخامت واحد شیل ارغوانی از سازند پابده در برش سد ایلام ۹۰,۵ متر است (شکل ۳). این واحد براساس میزان حضور شیل خاکستری - سبز زیتونی به دو بخش قابل تقسیم است:

۱- شیل ارغوانی همراه با تداخلهای کمی از شیل به رنگ خاکستری - سبز زیتونی

۲- شیل ارغوانی همراه با تداخلهای بیشتری از شیل به رنگ خاکستری - سبز زیتونی

از نظر لایه‌بندی این واحد نازک لایه بوده و رنگ آن در سطح هوازده ارغوانی روشن بنظر می‌رسد اگرچه در سطح تازه ی آن رنگ به صورت تیره تر دیده می‌شود. قابل ذکر است که در متر ۱-۷۲ (نمونه ۱۰۲) شیل خاکستری تا سیاه رنگ و حاوی بیتومین به ضخامت ۱ متر دیده می‌شود که در آن لایه های لیمونیت دار نیز بخوبی مشهود می‌باشند.

#### ۴-۲-۲- واحد سنگ آهک مارنی همراه با سنگ آهک پایینی

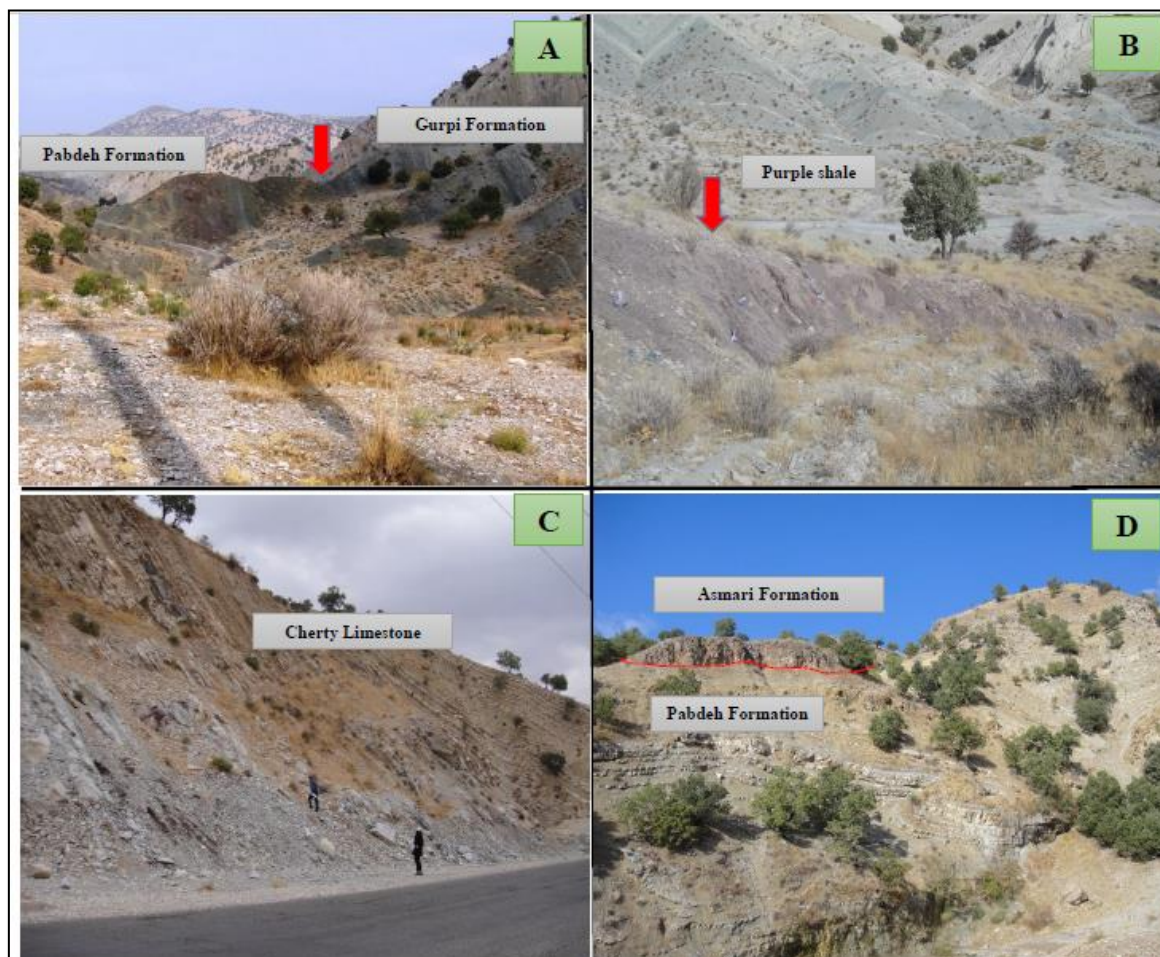
این واحد به ضخامت ۱۸۷,۵ متر بروی واحد شیل ارغوانی و در زیر واحد سنگ آهک چرتی قرار دارد (شکل ۳). در این واحد لایه‌بندی از حالت متوسط تا نازک لایه در تغییر بوده و به سوی راس، برتری با توالی‌های نازک لایه و با رنگ روشن تر است. البته رنگ سطح هوازده آن‌ها خاکستری روشن و در سطح تازه تیره تر بنظر می‌رسند. از متر ۱۸۲ - ۱۸۸ پوشیده و کاور بوده که به احتمال زیاد جزء همین واحد می‌باشد. همچنین در این واحد آثاری از گلوکونیت، نودول اکسید آهن و بقایایی از ماکرو فسیل‌ها (بوئژه خارپوست‌ها) نیز مشاهده شده است.

#### ۴-۲-۳- واحد سنگ آهک چرتی

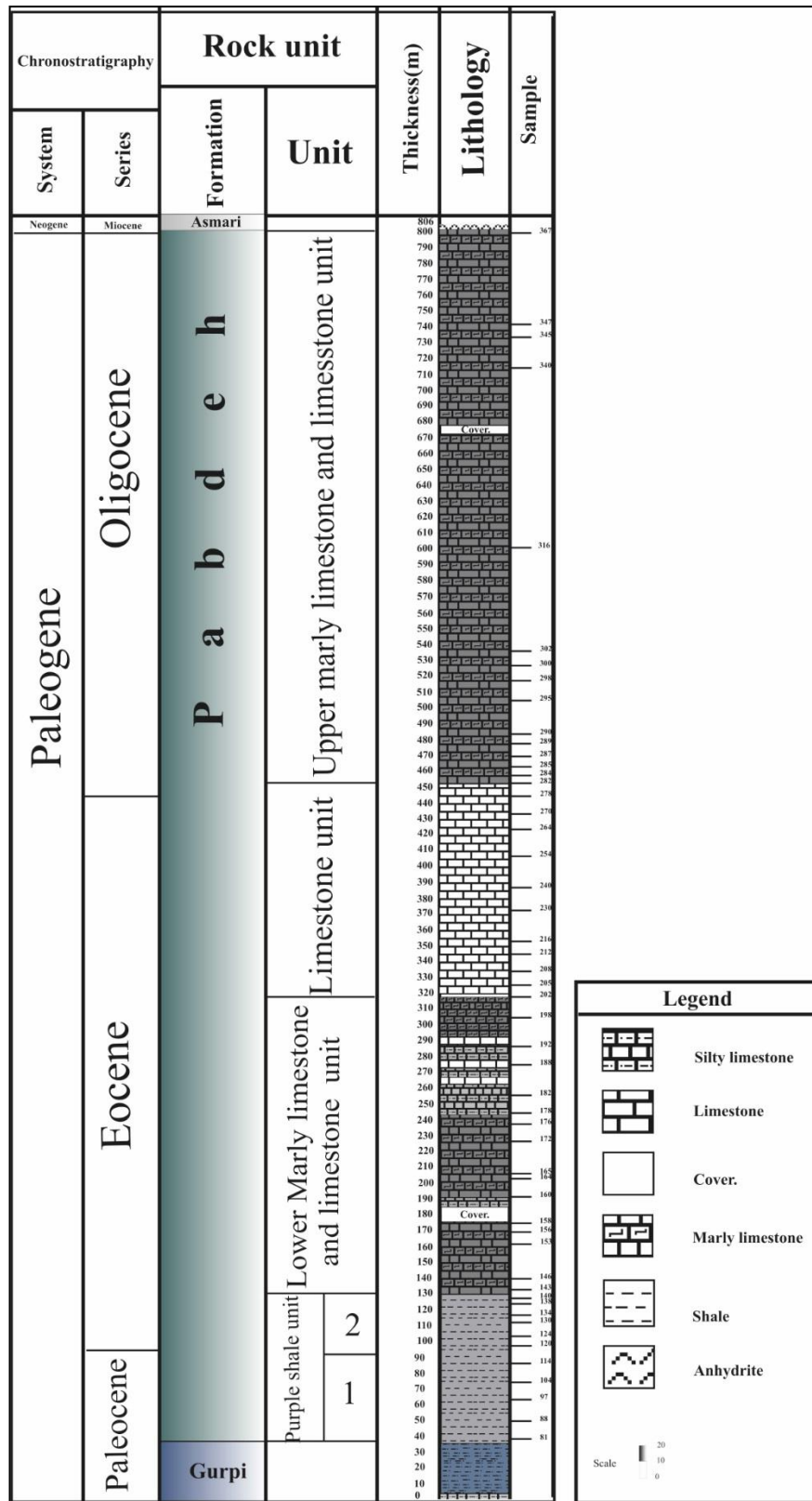
این واحد به ضخامت ۱۳۵ متر بروی واحد سنگ آهک مارنی همراه با سنگ آهک پایینی و در زیر واحد سنگ آهک مارنی همراه با سنگ آهک بالایی واقع شده است. لایه بندی در این واحد متوسط لایه می‌باشد ولی هرچه به سوی بخش‌های بالاتر این واحد می‌رسیم نازک تر می‌شود. رنگ لایه‌ها در این واحد کرمی تا خاکستری روشن در سطح هوازده می‌باشد که در سطح تازه به رنگ خاکستری تیره تر دیده می‌شود. از دیگر ویژگی‌های این واحد می‌توان به آثار گوگرد و بوی گاز که نشان دهنده ی مقادیر بالای TOC است، اشاره داشت.

## ۴-۲-۴- واحد سنگ آهک مارنی و سنگ آهک بالایی:

این واحد با ضخامت ۳۵۱ متر بروی واحد سنگ آهک چرتی قرار دارد و خود نیز در زیر انیدریت کلهر واقع شده است. این واحد نیز دارای لایه‌بندی متوسط بوده که هرچه به سوی راس برش می‌رسیم لایه‌ها نازک‌تر می‌شود. رنگ لایه‌ها در سطح هوازده کرمی تا خاکستری روشن بوده که با شکستن سنگ رنگ تازه آن به خاکستری تیره تغییر می‌کند. در این واحد آثار نودولارهای آهن، تریس فسیل و ماکروفسیل به خوبی دیده می‌شود. این واحد آخرین واحد سنگ شناسی سازند پابده در برش سد ایلام است (شکل ۳).



شکل ۲: A- مرز سازندهای گورپی - پابده برش سد ایلام. B- شیل ارغوانی در سازند پابده برش سد ایلام. C- واحد سنگ آهک چرتی سازند پابده برش سد ایلام. D- مرز سازند های پابده - آسماری برش سد ایلام.



شکل ۳: ستون سنگ چینه‌نگاری سازند پابده در برش سدایلام.

## ۳-۴- انطباق سازند پابده در برش سد ایلام با چند برش دیگر در حوضه زاگرس براساس ویژگی های

### سنگ شناسی

در این بررسی پس از ترسیم ستون سنگ چینه نگاری (برش مورد مطالعه در این مقاله و انطباق آن با سه برش جهانگیرآباد، تنگ حتی و روستای چهارده شکل ۴) نتایج زیر بدست آمده است. لازم به ذکر است که برش جهانگیر آباد در ۱۴۲ کیلومتری شهر ایلام واقع و در مسیر جاده ایلام به پل دختر (۳ کیلومتری شمال دره شهر) قرار دارد. برش تنگ حتی در تاقدیس کوه گورپی در ۳۴ کیلومتری شمال شرقی لالی از توابع شهرستان مسجد سلیمان در استان خوزستان واقع شده است و برش چهارده در تاقدیس منگشت روستای ده دز از توابع شهرستان باغ ملک در استان خوزستان می باشد (هداوند خانی و همکاران، ۱۳۹۲). مرز زیرین سازند پابده علاوه بر برش مورد مطالعه در این مقاله، در برش های تنگ حتی و روستای چهارده و روستای جهانگیرآباد نیز با سازند گورپی بصورت تدریجی و پیوسته است. مرز بالایی سازند پابده به جز در برش سد ایلام در بقیه برش ها با سازند آسماری به صورت تدریجی و پیوسته می باشد. ضخامت سازند پابده در این برش ها متفاوت بوده، که به ترتیب بیشترین ضخامت را در روستای چهارده، جهانگیرآباد، سد ایلام و تنگ حتی ۲،۷۹۷، ۶۷۶، ۶۷۴ و ۶۷۲ مترشاهد می باشیم. از لحاظ سنگ شناسی سازند پابده در هر چهار برش تغییرات اندکی را آشکار می سازد بطوریکه همه آن ها دارای ۴ واحد سنگ شناسی زیر می باشند.

۱- شیل ارغوانی

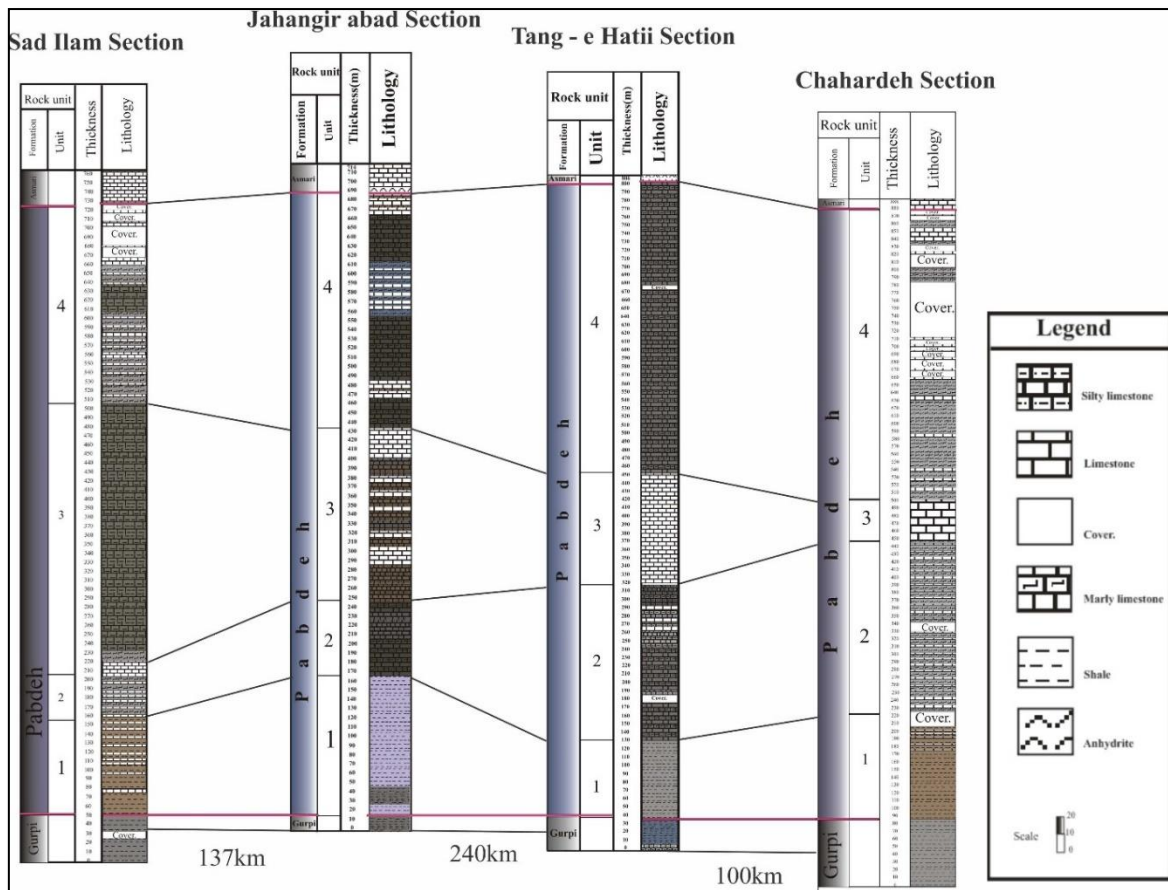
۲- سنگ آهک مارنی همراه با سنگ آهک پایینی

۳- سنگ آهک چرتی

۴- سنگ آهک مارنی همراه با سنگ آهک بالایی

واحد شیل ارغوانی در برش جهانگیر آباد بیشتر و کامل تر از سه برش دیگر رخنمون دارد بطوریکه ضخامت این واحد در برش جهانگیر آباد ۱۵۱ متر می باشد و در برش های چهارده، تنگ حتی و سد ایلام ضخامت این بخش به ترتیب ۱۴۴،۲۵، ۱۰۶،۲۵ و ۹۰،۵ متر دارد. واحد سنگ آهک مارنی همراه با سنگ آهک پایینی، در برش جهانگیر آباد با ۲۹۱ متر ضخامت دارای رخنمون کامل تر و بیشتری است این واحد در برش روستای چهارده نیز ۲۲۱،۷۵ متر ضخامت دارد اما واحد مذکور در برش های تنگ حتی و سد ایلام به ترتیب با ضخامت های ۵۰،۷۵ و ۳۳ متر گسترش کمتری دارد. واحد سنگ آهک در سه برش جهانگیرآباد، تنگ حتی و چهارده رخنمون دارد اما این واحد در برش سد ایلام به سنگ آهک چرتی تغییر رخساره داده و گسترش قابل توجهی پیدا می نماید. واحد سنگ آهکی در برش تنگ حتی بیشترین گسترش را داشته بطوریکه ضخامت آن در این برش ۲۹۵ متر می باشد و سبببیشترین گسترش را به ترتیب در برش های سد ایلام به ضخامت ۱۳۴ متر و در برش جهانگیر آباد ۸۱ متر و در برش روستای چهارده به ضخامت ۷۳،۵ متر ضخامت دارد. واحد آخر به نام واحد سنگ آهک مارنی به همراه سنگ آهک بالایی است که به سازند آسماری در راس ختم می شود. این واحد در برش روستای چهارده بیشترین ضخامت را دارد که متر از آن ۳۵۷،۷ متر می باشد. قابل ذکر بوده که ضخامت واحد مورد بحث در برش سد ایلام ۳۵۲ متر، در برش تنگ حتی ۲۲۰ متر و در برش جهانگیر آباد ۱۵۰ متر است (شکل ۴).





شکل ۴: انطباق سازند پابده در برش سد ایلام با برش های روستای جهانگیرآباد، تنگ حتی و روستای چهارده براساس چبژگی های سنگ شناسی در حوضه رسوبی زاگرس.

## ۵- زیست چینه‌نگاری سازند پابده در برش سد ایلام

فرامینفرهای پلانکتونیک به علت دارا بودن تنوع زیاد، قدرت تفکیک بالا، گسترش جهانی و پوسته ای مقاوم در برابر عوامل مخرب تافونومیکی، یکی از بهترین گروه ها برای انجام مطالعات زیست چینه نگاری می باشند. پیشرفت سریع و اهمیت وافر مطالعات فرامینفرهای پلانکتون در چند دهه اخیر، سبب استفاده گسترده از این گروه فسیلی در مطالعات زیست چینه نگاری و بایوزوناسیون های محلی، منطقه ای و بین المللی واحد های چینه ای با یکدیگر شده است. در این تحقیق برای تعیین بیوزوناسیون برش مورد مطالعه از بیوزون بندی ارائه شده توسط Wade et al., 2011 استفاده گردیده که مطالعات انجام شده بر روی فرامینفرهای پلانکتون در برش سد ایلام منجر به شناسایی ۲۵ جنس و ۱۰۵ گونه شده است [۱۸]. مطالعات صورت پذیرفته بر روی فرامینفرهای پلانکتونیک سازند پابده در برش سد ایلام منجر به تفکیک ۲۶ بیوزون و ۲ زیربیوزون گردید که بر این اساس سن سازند پابده در این برش داین میانی- آکیتانین پیشین در نظر گرفته شده است (شکل ۵)

### ۵-۱- زون های زیستی سازند پابده در برش سد ایلام:

در مطالعه زیست چینه‌نگاری سازند پابده در برش سد ایلام ۲۶ زون و ۲ زیرزون به شرح زیر شناسایی و معرفی گردید:



#### Biozone 1: *Morozovella angulata* Lowest occurrence Zone

این بیوزون ایتروالی در حدفاصل ۲ افق اولین حضورگونه ی *Morozovella angulata* در پایین و اولین حضورگونه ی *Globanomalina pseudomenardii* در بالا است. این زون مطابق با زون زیستی P3 از زون بندی Wade et al., 2011 می باشد [۱۸]. (لازم به ذکر است بیوزن های Po, Pa, P1, P2 و بخشی از بیوزون P3 در سازند گورپی گسترش دارند که در ستون زیست چینه‌نگاری برش مورد مطالعه نیز لحاظ شده است). زون مذکور در برش سد ایلام دارای ضخامت ۳ متر بوده و که در هر دو سازند پابده و گورپی دارای گسترش می باشد. قابل ذکر است که دو متر از این زون متعلق به سازند پابده بوده و یک متر از آن در سازند گورپی قرار دارد. سن نسبی: پالئوسن پیشین - میانی (دانین - سلاندین). فسیل های همراه این بیوزون عبارتند از:

*Chiloguembelina* sp., *Globanomalina imitata*, *Igorina pussila*, *Morozovella angulata*, *Morozovella conicotruncata*, *Morozovella oclusa*, *Morozovella praeangulata*, *Parasubbotina varianta*, *Subbotina triangularis*, *Subbotina triloculinoides*.

#### Biozone 2: *Globanomalina pseudomenardii* Taxon range Zone

این زون زیستی بر اساس محدوده حضور *Globanomalina pseudomenardii* که از اولین حضور تا آخرین حضور این گونه تعیین شده است. این زون با زون زیستی P4 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی: پالئوسن میانی-پسین (سلاندین - تانتین) این زون دارای ضخامت ۴۸ متری است که در واحد شیل ارغوانی در برش سد ایلام واقع شده است. فسیلهای همراه این بیوزون عبارتند از:

*Acarinina soldadoensis*, *Acarinina subsphaerica*, *Chiloguembelina* sp., *Globanomalina imitata*, *Globanomalina chapmanii*, *Morozovella angulata*, *Morozovella acutispira*, *Morozovella oclusa*, *Morozovella aequa*, *Morozovella velascoensis*, *Morozovella acuta*, *Morozovella acutispira*, *Parasubbotina varianta*, *Subbotina triangularis*, *Subbotina triloculinoides*.

#### Biozone 3: *Morozovella velascoensis* Partial range Zone

این زون زیستی با حضور بخشی از گونه ی *Morozovella velascoensis* در حد فاصل دو افق آخرین حضورگونه ی *Globanomalina pseudomenardii* در پایین و اولین حضورگونه ی *Acarinina sibaiyaensis* در بالا مشخص می شود. این زون با زون زیستی P5 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. این زون زیستی در برش سد ایلام ۳ متر که در واحد شیل ارغوانی گسترش دارد. سن نسبی: پالئوسن پسین (تانتین). فسیلهای همراه این بیوزون شامل موارد زیر می باشد:

*Acarinina soldadoensis*, *Acarinina subsphaerica*, *Globanomalina imitata*, *Globanomalina chapmanii*, *Globanomalina australiformis*, *Igorina albeari*, *Morozovella oclusa*, *Morozovella aequa*, *Morozovella passionensis*, *Morozovella subbotinae*, *Morozovella velascoensis*, *Parasubbotina varianta*.

#### Biozone 4: *Acarinina sibaiyaensis* Lowest occurrence Zone

این زون زیستی در حد فاصل دو افق اولین حضورگونه ی *Acarinina sibaiyaensis* در پایین و اولین حضورگونه ی *Pseudohastigerina wilcoxensis* در بالا مشخص شده است. این زون با زون زیستی E1 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. این زون زیستی دارای ضخامت ۱,۵ متر و در واحد شیل ارغوانی واقع شده است. سن نسبی: ائوسن پیشین (ایپریزین). فسیل های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

*Acarinina esnaensis*, *Acarinina soldadoensis*, *Acarinina subsphaerica*, *Globanomalina australiformis*, *Globanomalina chapmanii*, *Igorina broedermanii*, *Morozovella Subbotinae*, *Morozovella aequa*, *Parasubbotina varianta*.

#### Biozone 5: *Pseudohastigerina wilcoxensis*/*Morozovella velascoensis* Concurrent range Zone

این زون زیستی یک زون اشتراکی است که محدوده اشتراک آن در حد فاصل اولین حضورگونه ی *Pseudohastigerina wilcoxensis* در پایین و آخرین حضورگونه ی *Morozovella velascoensis* در نظر گرفته شده است. این زون با زون زیستی E2 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 [۱۸] منطبق است. این زون به ضخامت ۳ متر در واحد شیل ارغوانی گسترش دارد. سن نسبی: ائوسن پیشین (ایپرزین).

فسیلهای همراه در این زون زیستی عبارتند از:

*Acarinina soldadoensis*, *Acarinina aspensis*, *Acarinina lodoensis*, *Acarinina subsphaerica*, *Globomalina chapmanii*, *Igorina broedermanii*, *Morozovella aequa*, *Morozovella subbotinae*, *Morozovella edgari*, *Morozovella gracilis*, *Parasubbotina varianta*.

#### Biozone 6: *Morozovella marginodentata* Partial range Zone

این زون زیستی شامل بخشی از حضور گونه *Morozovella marginodentata* در حد فاصل آخرین حضورگونه ی *Morozovella velascoensis* در پایین و اولین حضور *Morozovella formosa* در بالا تعیین شده است. این زون با زون زیستی E3 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 [۱۸] منطبق است. این زون زیستی به ضخامت ۱,۵ متر در واحد شیل ارغوانی واقع شده است. سن نسبی: ائوسن پیشین (ایپرزین).

فسیلهای همراه در این زون زیستی عبارتند از:

*Acarinina esnaensis*, *Acarinina aspensis*, *Acarinina soldadoensis*, *Globomalina lexurensis*, *Igorina broedermanii*, *Morozovella edgari*, *Morozovella aequa*, *Morozovella subbotinae*, *Parasubbotina varianta*, *Pseudohastigerina wilcoxensis*.

#### Biozone 7: *Morozovella formosa* Lowest occurrence Zone

این زون از نوع ایتروال بوده و بین اولین حضورگونه ی *Morozovella formosa* در پایین و اولین حضورگونه ی *Morozovella aragonensis* در بالا می باشد. این زون با زون زیستی E4 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی: ائوسن پیشین (ایپرزین). این زون زیستی در برش سد ایلام ۲۱ متر ضخامت دارد در واحد شیل ارغوانی سازند پابده گسترش دارد.

فسیلهای همراه در این زون زیستی شامل موارد زیر می باشد:

*Acarinina soldadoensis*, *Acarinina aspensis*, *Acarinina pentacamerata*, *Acarinina pseudotopilensis*, *Acarinina quetra*, *Guembeltrioides lozanoi*, *Morozovella gracilis*, *Morozovella marginodentata*, *Morozovella lensiformis*, *Morozovella aequa*, *Morozovella subbotinae*, *Pseudohastigerina wilcoxensis*.

#### Biozone 8: *Morozovella aragonensis*/*Morozovella subbotinae* Concurrent range Zone

این زون زیستی به عنوان یک زون اشتراکی در نظر گرفته شده است که محدوده اشتراک آن بین آخرین حضورگونه ی *Morozovella subbotinae* در پایین و اولین حضورگونه ی *Morozovella aragonensis* در بالا مشخص شده است. این زون با زون زیستی E5 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 [۱۸] منطبق است. سن نسبی: ائوسن پیشین (ایپرزین). این زون زیستی به ضخامت ۳ متر در واحد شیل ارغوانی دیده می شود.

فسیلهای همراه در این زون زیستی عبارتند از:

*Acarinina esnaensis*, *Acarinina aspensis*, *Acarinina pentacamerata*, *Acarinina coaligensis*, *Acarinina primitiva*, *Acarinina pseudotopilensis*, *Guembeltrioides lozanoi*, *Igorina broedermanii*, *Morozovella formosa*, *Morozovella marginodentata*, *Morozovella lensiformis*, *Morozovella crater*, *Pseudohastigerina wilcoxensis*.

#### Biozone 9: *Acarinina pentacamerata* Partial range Zone

این زون زیستی بخشی از حضور گونه *Acarinina pentacamerata* در بر میگیرد که بین دو افق زیستی آخرین حضور *Morozovella subbotinae* در پایین و اولین حضور *Acarinina cuneicamerata* در بالا می باشد. این زون با زون

زیستی E6 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی: ائوسن پیشین (ایپرزین). این زون نیز به ضخامت ۳ متر در واحد شیل ارغوانی گسترش دارد.

فسیلهای همراه در این زون زیستی عبارتند از:

*Acarinina primitiva*, *Acarinina coaligensis*, *Acarinina pseudotopilensis*, *Acarinina quetra*, *Guembeltrioides lozanoi*, *Morozovella aragonensis*, *Morozovella crater*, *Morozovella lensiformis*, *Parasubbotina varianta*.

#### Biozone 10: *Acarinina cuneicamerata* Lowest occurrence Zone

این زون زیستی ایتروالی است بین اولین حضورگونه *Acarinina cuneicamerata* در پایین و اولین حضور گونه Wade et al., 2011 در بالا تعیین شده است. این زون با زون زیستی E7 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی: ائوسن میانی (لوتسین). زون E7 براساس اولین حضور (Payros et al., 2007) *Turborotalia frontosa* به دو زیر زون تقسیم می شود [۱۶]:

#### Subzone 10a: *Acarinina cuneicamerata* Lowest occurrence Subzone

این زیرزون زیستی ایتروالی است بین اولین حضور گونه *Acarinina cuneicamerata* در پایین و اولین حضور *Turborotalia frontosa* در بالا تعیین شده است. این زون با زون زیستی E7a از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی: ائوسن پیشین (ایپرزین). این زیرزون به ضخامت ۷,۵ متر و در واحد سنگ آهک مارنی به همراه سنگ آهک پایینی سازند پابده واقع شده است. فسیلهای همراه در این زیرزون عبارتند از:

*Acarinina primitiva*, *Acarinina coaligensis*, *Acarinina pseudotopilensis*, *Acarinina quetra*, *Acarinina pentacamerata*, *Acarinina collectea*, *Astrorotalia palmera*, *Chiloguembelina* sp., *Guembeltrioides lozanoi*, *Morozovella aragonensis*, *Morozovella crater*, *Morozovella caucasica*

#### Subzone 10b. *Turborotalia frontosa* Lowest occurrence Subzone

این زیرزون زیستی ایتروالی است بین اولین حضور *Turborotalia frontosa* در پایین و اولین حضور گونه Wade et al., 2011 در بالا تعیین شده است. این زون با زون زیستی E7b از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی: ائوسن زیرین - میانی (ایپرزین-لوتسین). این زون زیستی به ضخامت ۱۰,۵ متر در واحد سنگ آهک مارنی به همراه سنگ آهک پایینی واقع شده است. فسیلهای همراه در این زون زیستی عبارتند از:

*Acarinina cunicamerata*, *Acarinina collectea*, *Astrorotalia palmera*, *Chiloguembelina* sp., *Guembeltrioides lozanoi*, *Morozovella aragonensis*, *Morozovella crater*, *Morozovella caucasica*, *Morozovelloides bandyi*, *Parasubbotina varianta*, *pseudohastigerina micra*.

#### Biozone 11: *Guembeltrioides nuttallii* Lowest-occurrence Zone

این زون زیستی با ایتروالی بین دو افق زیستی اولین حضور *Guembeltrioides nuttallii* در پایین و اولین حضور *Globigerinatheka kugleri* در بالا مشخص می شود. این زون با زون زیستی E8 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی: ائوسن میانی (لوتسین). این زون زیستی به ضخامت ۱۸ متر در واحد سنگ آهک مارنی به همراه سنگ آهک پایینی گسترش دارد. فسیلهای همراه در این زون زیستی عبارتند از:

*Acarinina bullbrooki*, *Acarinina collectea*, *Guembeltrioides lozanoi*, *Morozovella aragonensis*, *Morozovelloides bandyi*, *Parasubbotina varianta*, *Pseudohastigerina micra*, *Turborotalia frontosa*.

#### Biozone 12: *Globigerinatheka kugleri*/ *Morozovella aragonensis* Concurrent range Zone

این زون زیستی به عنوان یک زون زیستی اشتراکی در نظر گرفته که محدوده اشتراک آن بین اولین حضور گونه ی *Globigerinatheka kugleri* در پایین و آخرین حضور گونه ی *Morozovella aragonensis* در بالا تعیین می شود. این زون با زون زیستی E9 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی: ائوسن میانی (لوتسین). این زون زیستی در برش سد ایلام به ضخامت ۳۶ متر (۶ متر کاور و پوشیده) است که در واحد سنگ آهک مارنی به همراه سنگ آهک پایینی قرار دارد.

فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

*Acarinina collactea*, *Acarinina bullbrookii*, *Guembeltrioides nuttallii*, *Globigerinatheka barri*, *Globigerinatheka index*, *Morozovelloides bandyi*, *Morozovelloides lehneri*, *Parasubbotina variant*, *Pseudohastigerina micra*, *Turborotalia frontosa*.

#### Biozone 13: *Acarinina topilensis* Partial-range Zone

این زون زیستی شامل بخشی از حضور گونه ی *Acarinina topilensis* است که بین دو افق زیستی آخرین حضور گونه ی *Morozovella aragonensis* در پایین و اولین حضور گونه ی *Guembeltrioides nuttallii* در بالا تعیین شده است. این زون با زون زیستی E10 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی: ائوسن میانی (لوتسین). این زون زیستی در برش سد ایلام به ضخامت ۵۷ متر و در واحد سنگ آهک مارنی به همراه سنگ آهک پایینی قرار دارد.

فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

*Acarinina pratopilensis*, *Chiloguembelina* sp., *Globigerinatheka barri*, *Globigerinatheka kugleri*, *Globigerinatheka mexicana*, *Globigerinatheka index*, *Hantkenina* sp., *Morozovelloides crassatus*, *Morozovelloides lehneri*, *Morozovelloides bandyi*, *Pseudohastigerina micra*, *Turborotalia frontosa*, *Turborotalia pomeroli*.

#### Biozone 14: *Morozovelloides lehneri* Partial range Zone

این زون زیستی شامل بخشی از حضور گونه *Morozovelloides lehneri* است که بین دو افق آخرین حضور گونه ی *Guembeltrioides nuttallii* در پایین و اولین حضور گونه ی *Orbulinoides beckmanni* در بالا تعیین شده است. این زون با زون زیستی E11 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی: ائوسن میانی (بارتونین). این زون زیستی به ضخامت ۳۳ متر و در واحد سنگ آهک مارنی به همراه سنگ آهک پایینی قرار دارد.

فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

*Acarinina pratopilensis*, *Globigerinatheka barri*, *Globigerinatheka korotkovi*, *Globigerinatheka index*, *Globigerinatheka mexicana*, *Guembeltrioides nuttallii*, *Hantkenina dumblei*, *Hantkenina lehneri*, *Morozovelloides crassatus*, *Morozovelloides cronatus*, *Parasubbotina varianta*, *Subbotina yeguaensis*, *Turborotalia pomeroli*.

#### Biozone 15: *Orbulinoides beckmanni* Taxon range Zone

این زون زیستی است که توسط محدوده اولین حضور تا آخرین حضور گونه *Orbulinoides beckmanni* مشخص می شود. این زون با زون زیستی E12 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی: ائوسن میانی (بارتونین). این زون به ضخامت ۳۹ متر در واحد سنگ آهک مارنی به همراه سنگ آهک پایینی و کمی در واحد سنگ آهک چرتی گسترش یافته است.

فسیل‌های همراه در این زون زیستی عبارتند از:

*Acarinina pratopilensis*, *Chiloguembelina* sp., *Globigerinatheka barri*, *Globigerinatheka index*, *Globigerinatheka mexicana*, *Guembeltrioides nuttallii*, *Hantkenina* sp., *Hantkenina dumblei*, *Morozovelloides crassatus*, *Pseudohastigerina micra*, *Parasubbotina varianta*, *Turborotalia pomeroli*.

#### Biozone 16: *Morozovelloides crassatus* Highest occurrence Zone

این زون زیستی ایتروالی بین دو افق زیستی آخرین حضور گونه ی *Orbulinoides beckmanni* در پایین و آخرین حضور گونه ی *Morozovelloides crassatus* در بالا می باشد. این زون با زون زیستی E13 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی: ائوسن میانی (بارتونین). این زون زیستی به ضخامت ۶۰ متر در واحد سنگ آهک چرتی واقع شده است.

فسیلهای همراه در این زون زیستی عبارتند از:

*Catapsydrax* sp., *Guembeltrioides nuttallii*, *Globigerinatheka barri*, *Globigerinatheka semiinvoluta*, *Globigerinatheka korotkovi*, *Globigerinatheka index*, *Hantkenina* sp., *Hantkenina lehneri*, *Morozovelloides cronatus*, *Pseudohastigerina micra*, *Turborotalia pomeroli*, *Turborotalia increbescense*, *Turborotalia cerroazulensis*, *Turborotalia cocoaensis*.

#### Biozone 17: *Globigerinatheka semiinvoluta* Highest-occurrence Zone

این زون زیستی ایتروالی است که بین دو افق زیستی آخرین ظهور گونه ی *Morozovelloides crassatus* در پایین و آخرین حضور گونه ی *Globigerinatheka semiinvoluta* در بالا تعیین شده است. این زون با زون زیستی E14 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی: ائوسن میانی - پسین (بارتونین - پریابونین). این زون زیستی به ضخامت ۲۲,۵ متر در واحد سنگ آهک چرتی گسترش دارد.

فسیلهای همراه در این زون زیستی عبارتند از:

*Catapsydrax* sp., *Globigerinatheka index*, *Globigerinatheka mexicana*, *Globoturbotalita ouachitaensis*, *Parasubbotina varianta*, *Subbotina yeguaensis*, *Turborotalia increbescense*, *Turborotalia cerroazulensis*, *Turborotalia cocoaensis*, *Turborotalia pomeroli*.

#### Biozone 18: *Globigerinatheka index* Highest-occurrence Zone

این زون زیستی ایتروالی است که بین دو افق زیستی آخرین حضور گونه ی *Globigerinatheka semiinvoluta* در پایین و آخرین حضور گونه ی *Globigerinatheka index* در بالا قرار دارد. این زون با زون زیستی E15 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی: ائوسن پسین (پریابونین). این زون زیستی به ضخامت ۱۹,۵ متر در واحد سنگ آهک چرتی واقع شده است.

فسیلهای همراه در این زون زیستی عبارتند از:

*Globigerinatheka mexicana*, *Globoturbotalita ouachitaensis*, *Hantkenina* sp., *Parasubbotina varianta*, *Subbotina yeguaensis*, *Turborotalia increbescense*, *Turborotalia cerroazulensis*, *Turborotalia cocoaensis*, *Turborotalia pomeroli*, *Turborotalia ampliapertura*.

#### Biozone 19: *Hantkenina alabamensis* Highest-occurrence Zone

این زون زیستی ایتروالی است که بین دو افق زیستی آخرین ظهور گونه ی *Globigerinatheka index* در پایین و آخرین حضور گونه ی *Hantkenina alabamensis* در بالا تعیین می شود. این زون با زون زیستی E16 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی: ائوسن پسین (پریابونین). این زون زیستی به ضخامت ۱۶,۵ متر در واحد سنگ آهک چرتی واقع شده است.

فسیلهای همراه در این زون زیستی عبارتند از:

*Catapsydrax* sp., *Globoturbotalita ouachitaensis*, *Hantkenina* sp., *Pseudohastigerina naguewichiensis*, *Subbotina yeguaensis*, *Turborotalia increbescense*, *Turborotalia cerroazulensis*, *Turborotalia cocoaensis*, *Turborotalia pomeroli*, *Turborotalia ampliapertura*.

#### Biozone 20: *Pseudohastigerina naguewichiensis* Highest-occurrence Zone

این بیوزون هم ایتروالی است بین آخرین حضور گونه ی *Hantkenina alabamensis* در پایین و آخرین حضور گونه ی *Pseudohastigerina naguewichiensis* در بالا تعیین شده است. این زون با زون زیستی O1 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی :الیگوسن پیشین (روپلین). این زون زیستی در برش سد ایلام به ضخامت ۱۳,۵ متر در واحد های سنگ آهک چرتی و سنگ آهک مارنی به همراه سنگ آهک بالایی گسترش دارد. فسیلهای همراه در این زون زیستی عبارتند از:

*Catapsydrax* sp., *Chiloguembelina cubensis*, *Globoturborotalita ouachitaensis*, *Globoturborotalita quadrocamerata*, *Turborotalia ampliapertura*.

#### Biozone 21: *Turborotalia ampliapertura* Highest occurrence Zone

این زون ایتروالی بین آخرین حضور گونه ی *Pseudohastigerina naguewichiensis* در پایین و آخرین حضور گونه ی *Turborotalia ampliapertura* در بالا می باشد. این زون با زون زیستی O2 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی :الیگوسن پیشین (روپلین). این زون زیستی به ضخامت ۶۱,۵ متر در واحد سنگ آهک مارنی به همراه سنگ آهک بالایی قرار دارد. فسیل های مشاهده شده در این زون:

*Catapsydrax* sp., *Chiloguembelina cubensis*, *Dentoglobigerina tripartite*, *Globoturborotalita ouachitaensis*, *Globoturborotalita quadrocamerata*, *Globoturborotalita qunacki*, *Globigerina angulioficialis*, *Paragloborotalia nana*, *Tenuitella gemma*.

#### Biozone 22: *Dentoglobigerina sellii* Partial-range Zone

این زون شامل بخشی از حضور گونه ی *Dentoglobigerina sellii* در حد فاصل بین آخرین حضور گونه ی *ampliapertura* در پایین و اولین حضور گونه ی *Globigerina angulisuturalis* در بالا مشخص شده است. این زون با زون زیستی O3 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی :انتهای الیگوسن پیشین (روپلین). این زون زیستی به ضخامت ۱۸ متر در واحد سنگ آهک مارنی به همراه سنگ آهک بالایی قرار دارد. فسیلهای همراه شناسایی شده شامل:

*Chiloguembelina cubensis*, *Dentoglobigerina galavisi*, *Dentoglobigerina tripartite*, *Globigerina ciproensis*, *Globigerina angulioficialis*, *Globoturborotalita brazier*, *Globoturborotalita ouachitaensis*, *Globoturborotalita quadrocamerata*, *Globoturborotalita qunacki*, *Paragloborotalia nana*, *Paragloborotalia opima*, *Tenuitella gemma*, *Tenuitella munda*.

#### Biozone 23: *Globigerina angulisuturalis/Chiloguembelina cubensis* Concurrent-range Zone

این زون زیستی یک زون اشتراکی است که محدوده اشتراک آن در اولین حضور گونه ی *Globigerina angulisuturalis* در پایین و آخرین حضور گونه ی *Chiloguembelina cubensis* در بالا قرار دارد. این زون با زون زیستی O4 از زون بندی زیست Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی :انتهای الیگوسن پیشین (روپلین). این زون زیستی به ضخامت ۶۳ متر در واحد سنگ آهک مارنی به همراه سنگ آهک بالایی گسترش دارد. در این زون زیستی فسیلهای همراه زیر شناسایی شد:

*Dentoglobigerina galavisi*, *Globigerina angulioficialis*, *Globigerina ciproensis*, *Globoturborotalita brazieri*, *Globoturborotalita ouachitaensis*, *Globoturborotalita quadrocamerata*, *Paragloborotalia nana*, *Paragloborotalia opima*, *Subbotina gortanii*, *Tenuitella gemma*, *Tenuitella munda*.

#### Biozone 24: *Paragloboroalia opima* Highest occurrence Zone

این زون زیستی ایتروالی بین دو افق زیستی آخرین حضور گونه ی *Chiloguembelina cubensis* در پایین و آخرین حضور گونه ی *Paragloboroalia opima* در بالا مشخص شده است. این زون با زون زیستی O5 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی :الیگوسن پیشین (روپلین). این زون زیستی به ضخامت ۶۳ متر در واحد سنگ آهک مارنی به همراه سنگ آهک بالایی گسترش دارد.



al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی: الیگوسن پسین (اوایل شاتین). این زون زیستی به ضخامت ۱۰۵ متر در واحد سنگ آهک مارنی به همراه سنگ آهک بالایی قرار دارد. فسیل های همراهی که با این زون مشاهده شده:

*Dentoglobigerina galavisi*, *Globigerina angulioficalis*, *Globigerina angulisuturalis*, *Globigerina ciproensis*, *Globoturborotalita ouachtaensis*, *Globoturborotalita brazier*, *Subbotina gortanii*, *Tenuitella gemma*.

#### Biozone 25: *Globigerina ciproensis* partial range Zone

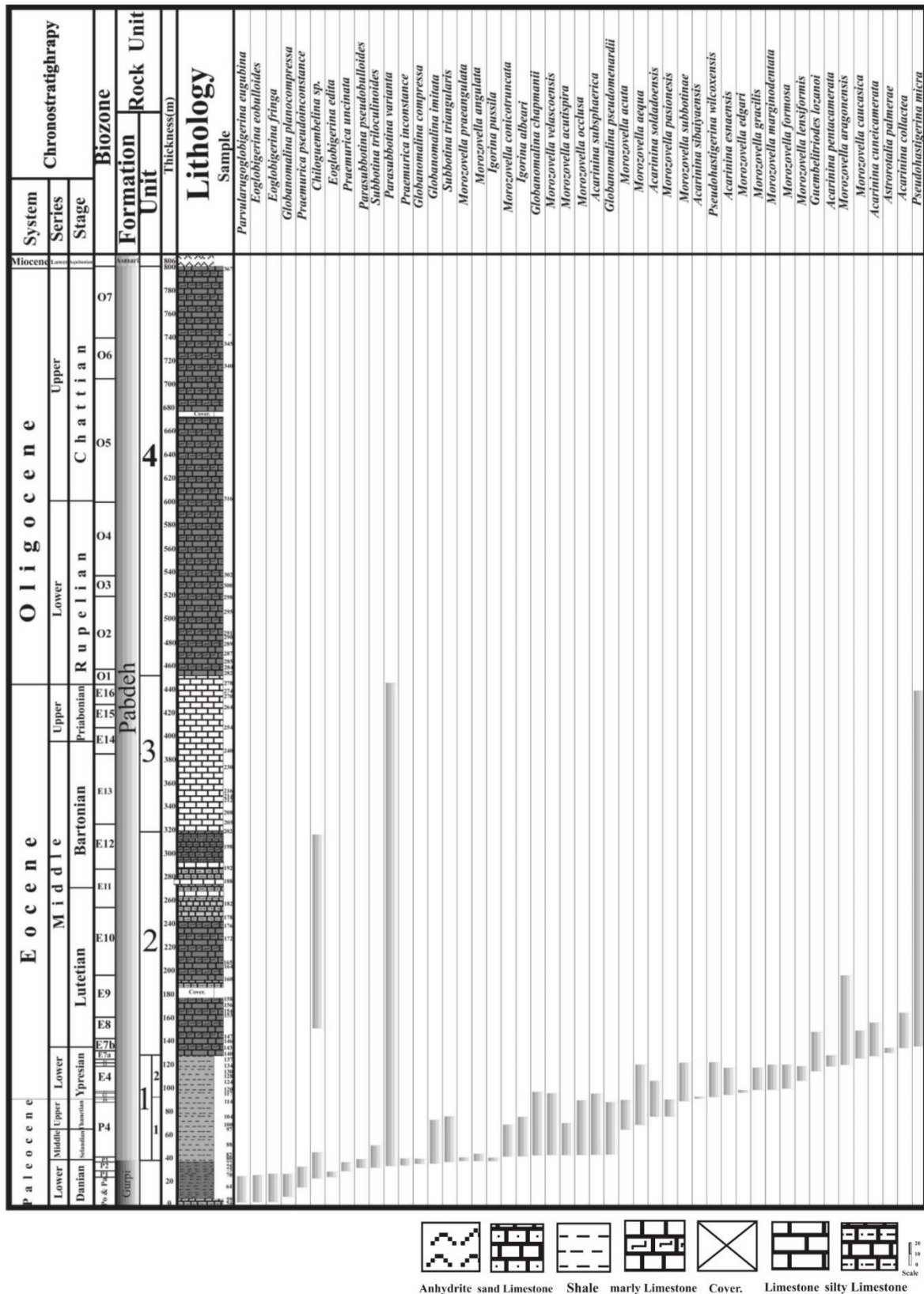
این زون زیستی شامل بخشی از حضور گونه ی *Globigerina ciproensis* در بین آخرین حضور گونه ی *Paragloboroalia opima* در پایین و اولین حضور *Paragloborotalia pseudokugleri* در بالا مشخص شده است. این زون با زون زیستی O6 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی: الیگوسن پسین (اواسط – اواخر شاتین). ضخامت این زون در برش مورد مطالعه ۳۵,۵ متر که در واحد سنگ آهک مارنی به همراه سنگ آهک بالایی گسترش دارد. فسیل های همراه عبارتند از:

*Globigerina angulioficalis*, *Globigerina angulisuturalis*, *Globoturborotalita quadrocamerata*, *Globorotaloides stainforthi*, *Paraglorotalia mayeri*, *Subbotina gortanii*, *Tenuitella gemma*.

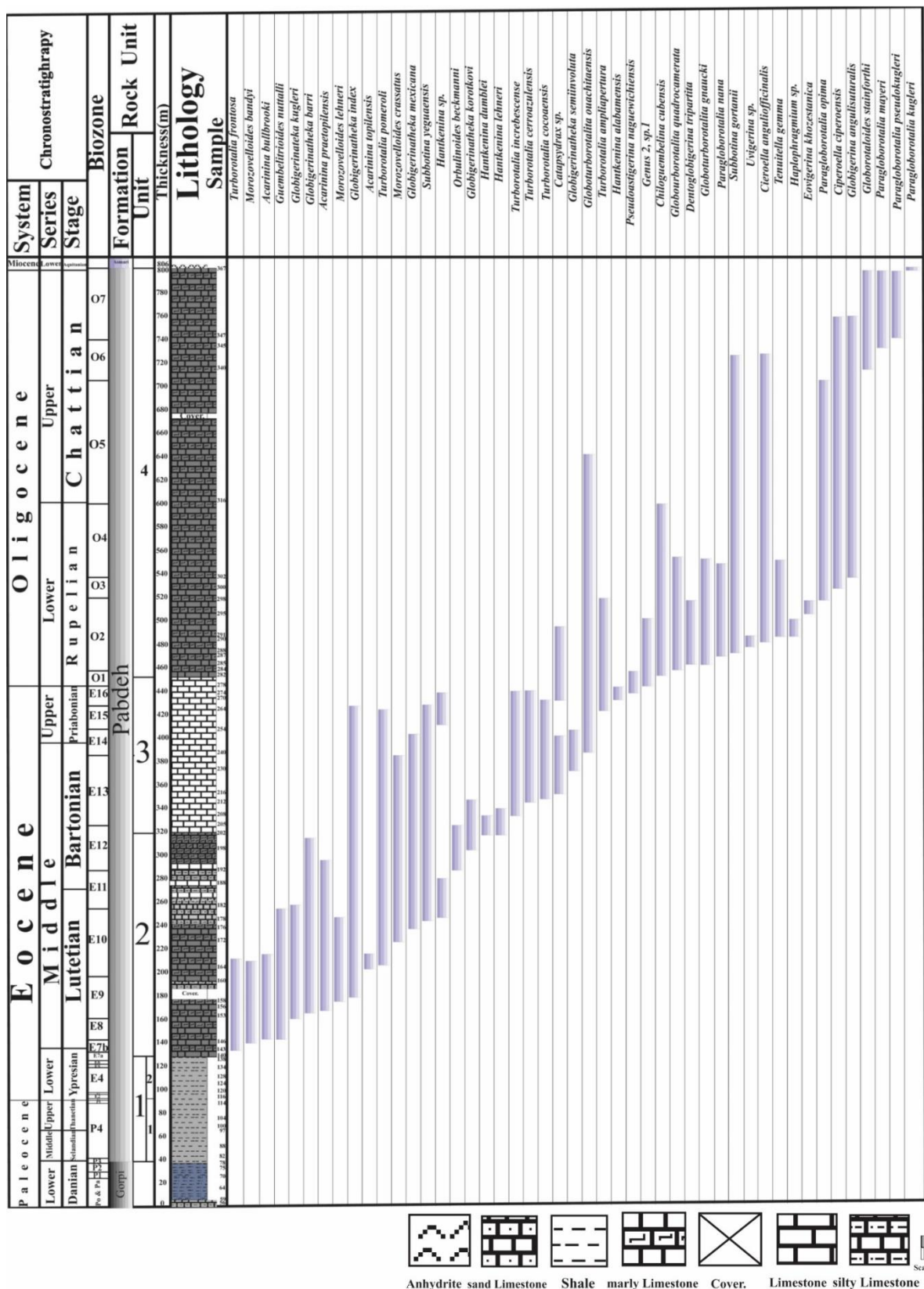
#### Biozone 26: *Paragloborotalia pseudokugleri* Lowest occurrence Zone

این زون ایتروالی بین دو افق زیستی اولین حضور گونه ی *Paragloborotalia pseudokugleri* در پایین و اولین حضور گونه ی *Paragloborotalia kugleri* در بالا تعیین شده است. این زون با زون زیستی O7 از زون بندی زیستی Wade et al., 2011 منطبق است [۱۸]. سن نسبی: الیگوسن پسین – میوسن پیشین (اواخر شاتین – اوایل آکیتانین). ضخامت این زون در برش سد ایلام ۵۹ متر در واحد سنگ آهک مارنی به همراه سنگ آهک بالایی گسترش دارد. فسیل های همراه این زون موارد زیر می باشد:

*Globigerina angulisuturalis*, *Globigerina ciproensis*, *Globoturborotalita stainforth*, *Paragloborotalia mayeri*, *Paragloborotalia pseudokugleri*, *Paragloborotalia kugleri*.



شکل ۵: ستون زیست چینه‌نگاری سازند پابده در برش سد ایلام



شکل ۵: ادامه ستون زیست چینه نگاری سازند پابده در برش سد ایلام.

## ۶- نتیجه گیری

۱- نهشته های سازند پابده در برش سد ایلام دارای ۷۶۴ متر (شروع پابده تا شروع انیدریت کلهر) ضخامت می باشد که شامل واحد های شیل ارغوانی (۲ بخش)، سنگ آهک مارنی همراه با سنگ آهک پایینی، سنگ آهک چرتی و سنگ آهک مارنی همراه با سنگ آهک بالایی است.

۲- انطباق لیتولوژیکی سازند پابده در برش سد ایلام با برش های جهانگیرآباد، تنگ حتی و روستای چهارده نشان دهنده تغییرات سنگ‌شناختی اندک سازند بوده بطوریکه در هر چهار برش، ۴ واحد شیل ارغوانی، سنگ آهک مارنی همراه با سنگ آهک پایینی، سنگ آهک و سنگ آهک مارنی همراه با سنگ آهک بالایی قابل شناسایی و تفکیک می باشند.

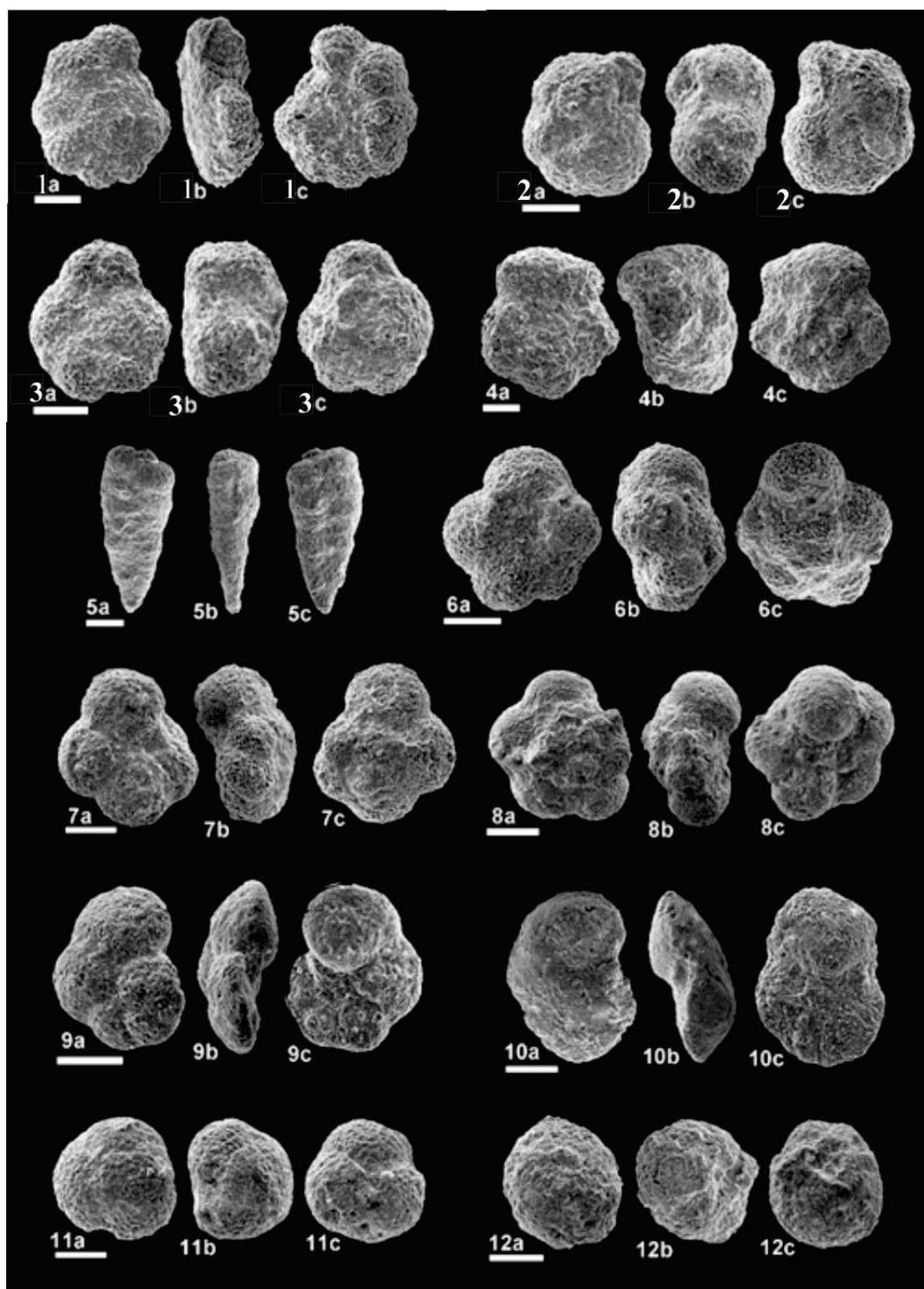
۳- مرز زیرین سازند پابده در این برش با سازند گورپی پیوسته و برخلاف دیگر برشهای بررسی شده در این مقاله مرز بالایی سازند پابده با سازند آسماری به احتمال زیاد ناپیوسته می باشد.

۴- براساس مطالعات انجام شده بر روی نمونه‌های برداشت شده در برش سد ایلام تعداد ۲۵ جنس و ۱۰۵ گونه در طبقات سازند پابده شناسایی گردید که براساس آنها تعداد ۲۶ بیوزون و ۲ زیر بیوزون برطبق زون بندی Wade et al., 2011 شناسایی گشت.

## سپاس و قدردانی

از داوران گرانقدر برای بررسی دقیق و تخصصی این مقاله کمال تشکر را دارم. همینطور از اساتید و کارمندان گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد که به بنده در راستای پیشبرد مقاله کمک و همکاری کردن تشکر میکنم. همچنین از داوان محترم این مقاله آقایان دکتر علی بهرامی (دانشیار دانشگاه اصفهان) و دکتر محمد شریفی (استادیار دانشگاه کردستان) تشکر و قدردانی می‌نمایم.

## Plate 1

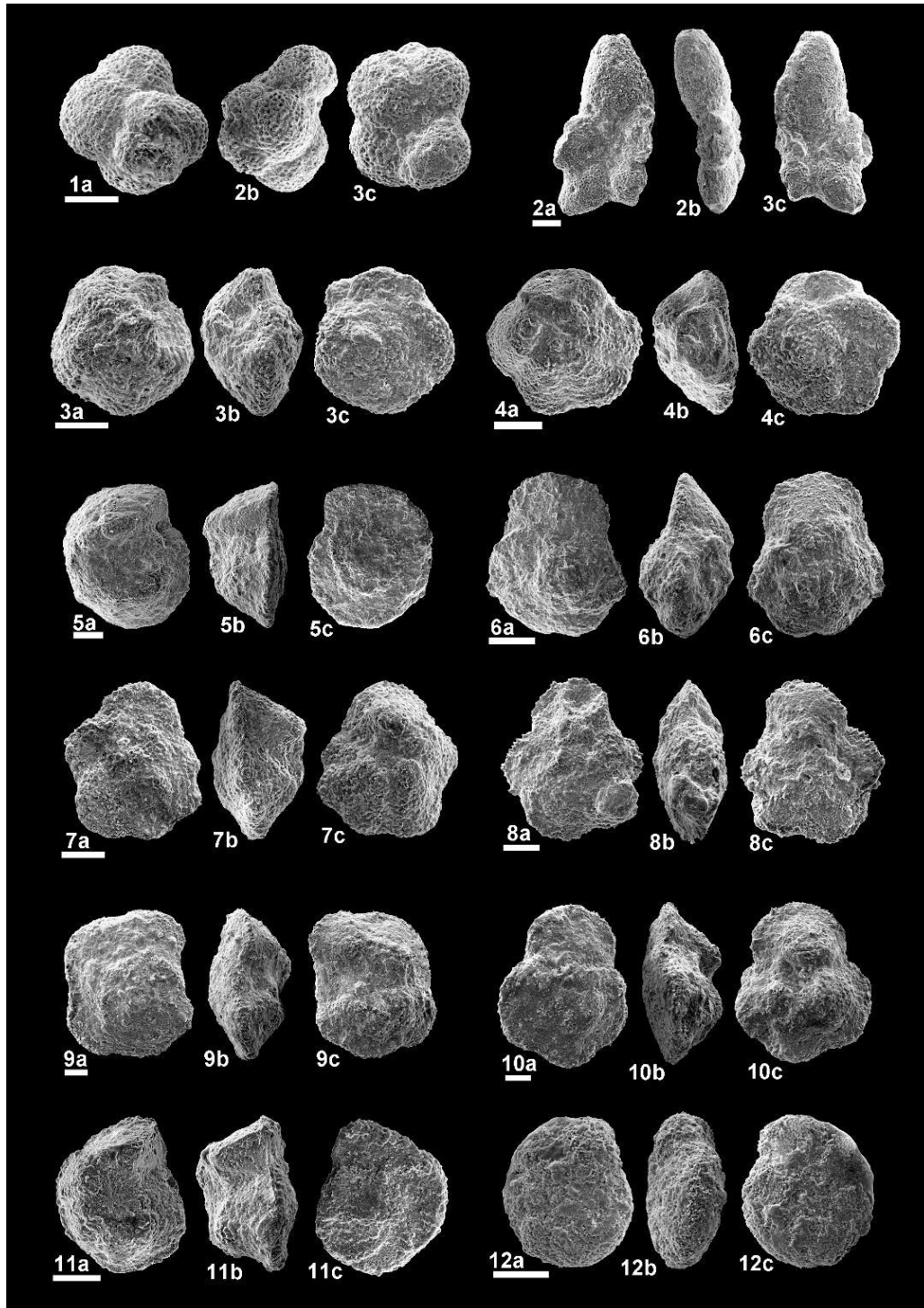


### Plate 1

Figs 1a – c: *Acarinina aspensis* (Blow 1979), Sample No: 116; Figs 2a – c: *Acarinina cuneicamerata* (Subbotina 1947), Sample No: 147; Figs 3a – c: *Acarinina pentacamerata* (El Nagggar 1966), Sample No: 137; Figs 4a – c: *Acarinina topilensis* (Cushman 1925), Sample No: 165; Figs 5a – c: *Chiloguembelina cubensis* (Palmer 1934), Sample No: 302; Figs 6a – c: *Ciperoella angulisuturalis* (Bolli, 1957), Sample No: 343; Figs 7a – c: *Ciperoella ciperoensis* (Bolli, 1954), Sample No: 345; Figs 8a – c: *Eoglobigerina edita* (Subbotina 1953), Sample No: 70; Figs 9a – c: *Globanomalina compressa* (Plummer 1927), Sample No: 77; Figs 10a – c: *Globanomalina pseudomenardii* (Bolli 1957), Sample No: 79; Figs 11a – c: *Globigerinatheka kugleri* (Bolli, Loeblich & Tappan 1957), Sample No: 158; Figs 12a – c: *Globigerinatheka semiinvoluta* (Keijzer 1945), Sample No: 245



## Plate 2

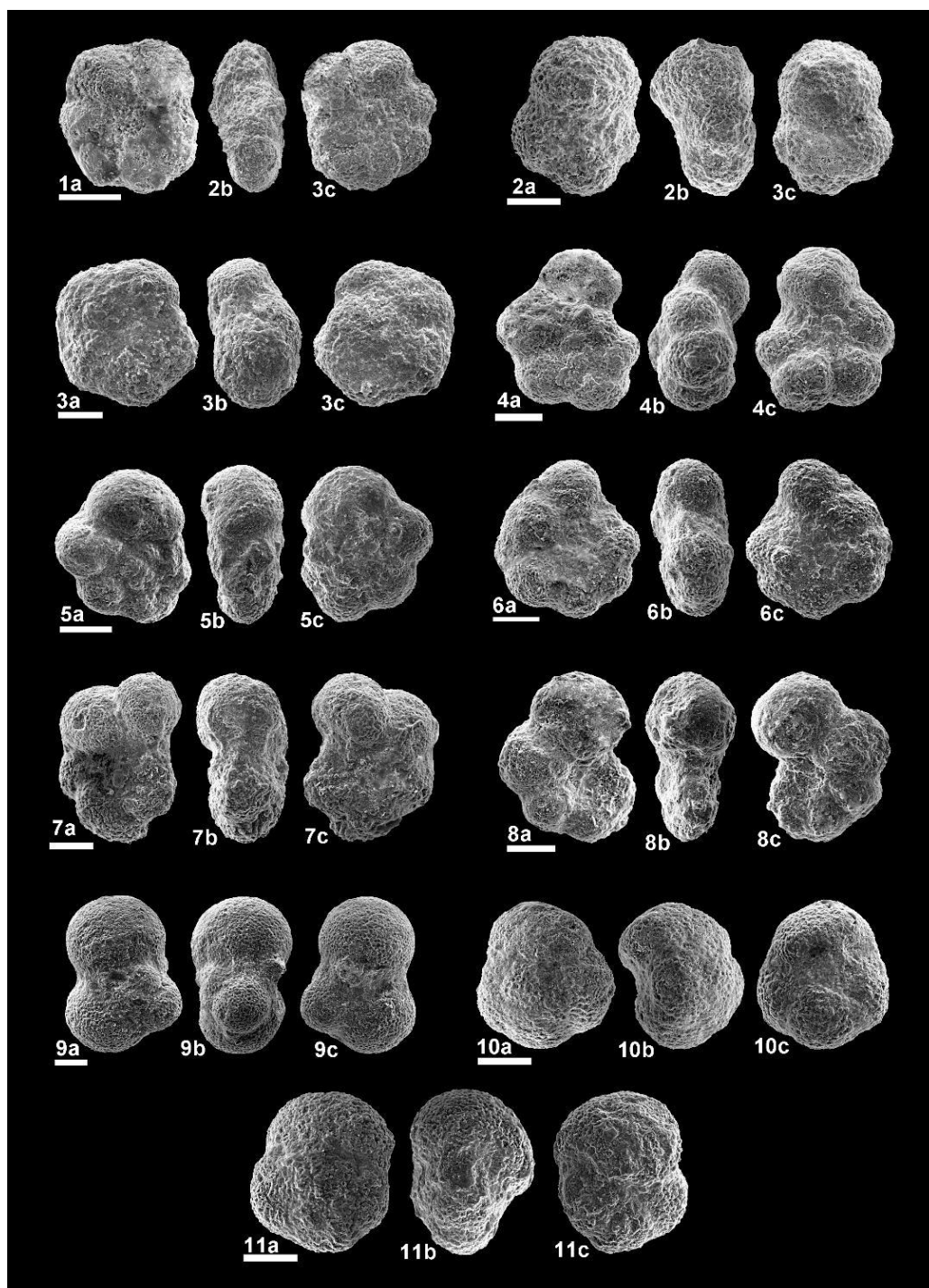


### Plate 2

Figs 1a – c: *Guembeltrioides nuttalli* (Hamilton 1953), Sample No: 163; Figs 2a – c: *Hantkenina lehneri* Cushman & Jarvis 1929, Sample No: 204; Figs 3a – c: *Igorina* cf. *pusilla* (Bolli 1957), Sample No: 80; Figs 4a – c: *Morozovella angulata* (White 1928), Sample No: 81; Figs 5a – c: *Morozovella aragonensis* (Nuttall 1930), Sample No: 150; Figs 6a – c: *Morozovelloides crassatus* (Cushman 1925), Sample No: 192; Figs 7a – c: *Morozovella formosa* (Bolli 1957), Sample No: 128; Figs 8a – c: *Morozovelloides lehneri* (Cushman & Jarvis 1929), Sample No: 172; Figs 9a – c: *Morozovella marginodentata* (Subbotina 1953), Sample No: 130; Figs 10a – c: *Morozovella subbotinae* (Morozova 1939), Sample No: 117; Figs 11a – c: *Morozovella velascoensis* (Cushman 1925), Sample No: 100; Figs 12a – c: *Paragloborotalia* sp. (Bolli, 1957), Sample No: 367



### Plate 3



#### Plate 3

Figs 1a – c: *Paragloborotalia kugleri* (Bolli, 1957), Sample No: 355; Figs 2a – c: *Paragloborotalia opima* (Bolli, 1957), Sample No: 335; Figs 3a – c: *Paragloborotalia pseudokugleri*. (Blow, 1969), Sample No: 366; Figs 4a – c: *Parasubbotina* cf. *pseudobulloides* (Plummer 1927), Sample No: 76; Figs 5a – c: *Parvularugoglobigerina eugubina* (Luterbacher and Premoli Silva 1964), Sample No: 60; Figs 6a – c: *Praemurica inconstans* (Subbotina 1953), Sample No: 77; Figs 7a – c: *Praemurica uncinata* (Bolli 1957), Sample No: 72; Figs 8a – c: *Pseudohastigerina wilcoxensis* (Cushman & Ponton 1932), Sample No: 129; Figs 9a – c: *Subbotina triloculinoides* (Plummer 1927), Sample No: 80; Figs 10a – c: *Turborotalia ampliapertura* (Bolli 1957), Sample No: 276; Figs 11a – c: *Turborotalia frontosa* (Subbotina 1953), Sample No: 150

## ۷- منابع

- [۱] افشارحرب، ع.، ۱۳۸۰، زمین شناسی نفت ایران، جزوه آموزشی، دانشکده فنی، دانشگاه تهران.
- [۲] آقائباتی، ع.، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی، ۵۸۶ صفحه.
- [۳] بیات، م.، ۱۳۸۵، سنگ چینه نگاری و نانواستراتیگرافی سازند پابده در برش نمونه تنگ پابده و مقایسه آن با رخنمون تنگ ماغر (کوه بنگستان)، رساله کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۹۸ صفحه.
- [۴] خاوری، پ.، ۱۳۹۴، زیست چینه نگاری و سکانس چینه نگاری سازند پابده بر مبنای نانوپلانکتون های آهکی و داینوفلاژله ها در برش های تنگ ابوالحیات، دهلران و ایلام. رساله دکتری. دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۴۵ صفحه.
- [۵] ربانی، ج.، ۱۳۹۳، زیست چینه نگاری و محیط رسوبی گذاری شیل های ارغوانی قاعده سازند پابده و بررسی مرز پالتوسن – ائوسن در نیمه شمالی حوضه رسوبگذاری زاگرس. رساله دکتری. دانشگاه فردوسی مشهد. ۳۳۱ صفحه.
- [۶] علیزاده، و.، ۱۳۸۴، مطالعات ژئوشیمیایی سازند پابده در میدان نفتی اهواز، نهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، ۱۲ صفحه.
- [۷] مجیب، ا.، ۱۳۹۱، زیست چینه نگاری افق های ماهی دار سازند پابده در برش بابا حیدر براساس نمونه های ایزوله فرامینیفراهای پلانکتون، حوضه زاگرس، شانزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، ۸ صفحه.
- [۸] مطیعی، ه.، ۱۳۸۲، زمین شناسی ایران، چینه شناسی زاگرس. انتشارات سازمان زمین شناسی، ۵۵۶ صفحه.
- [۹] نجفی، د.، ۱۳۸۰، میکروبايواستراتیگرافی سازند پابده در فروافتادگی دزفولو ارتباط چینه ای آن با سازندهای تله زنگ، کشکان و شهبازان، دانشگاه تربیت معلم، ۱۲۰ صفحه.

[10] BERGGREN, W.A., and NORRIS, R. D., 1997, Biostratigraphy, phylogeny and systematic of Paleocene trochospiral Planctonik Foraminifera. *Micropaleontology*, **43**, 1-116.

[11] BLOW, 1979, The Cenozoic Globigerinida, E. Brill, Leiden, 1452 p.

[12] BOLLI, H. M., 1957a, The genera Globigerina and Globorotalia in the Paleocene – Lower Eocene Lizard Spring Formation of Trinidad, B. W. I. In: Loeblich Jr., A. R., et al., Studies Foraminifera. *Bulletin of the United States National Museum*, **215**, 61-82.

[13] BOLLI, H. M., LOEBLICH, A. R., and TAPPAN, H., 1957, Planktonic Foraminiferal families Hantkeninidae, Orbulinidae, Globorotaliidae and Globotruncanidae, in Loeblich, A. R., Jr., and collaborators, Studies in Foraminifera. *United States National Museum Bulletin*, **215**, 3-50.

[14] JAMES, G. A., and WYND, J. G., 1965, Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium, agreement area. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, **49**, 2182 – 2245.

[15] OLSSON, R. K., 1999, Atlas of Paleocene Planktonic Foraminifera, Smithsonian institution press.

[16] PAYROS, A., BERNAOLA, G., ORUE- ETXEBARRIA, X., DINARES- TURELL, J., TOUSQUELLA, J. and APELLANIZ, E., 2007, Reassessment of the Early – Middle Eocene biomagnetostratigraphy based on evidence from the Gorrondatex section (Basque Country, western Pyrenees). *Lethaia*, **40**, 183- 195.

[17] PERMOLI SILVA, I., RETTORI, R., and VERGA, D., 2003, Practical Manual of Paleocene and Eocene Planctonik Foraminifera, Course 2, Edited by RETTORI, R., and VERGA, D., International School Planctonik Foraminifera: Dipartimento di scienze della Terra University of Perugia Italy, 152p.

[18] WADE, B.S., BERGGREN, W.A., and PLIKE, 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.

[19] WYND, J. G., 1965, Biofacies of the Iranian oil consortium agreement area: IOOC Report, no. 1082: unpublished.

## Pabdeh Formation based on planktonic foraminifera in the Ilam dam section (south Ilam\_ Zagros sedimentary basin)

Somaye Taherizade<sup>1</sup>, Mohammad Vahidinia<sup>2\*</sup>, Mohammad hossein Mahmoudi gharaii<sup>3</sup>

<sup>1</sup>PhD student, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

<sup>2</sup>Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

<sup>3</sup>Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

\*vahidinia@um.ac.ir

Received: November 2023, Accepted: December 2023

### Abstract

The Pabdeh Formation, as a high potential source unit, is one of the most important Cenozoic rock units in the Zagros sedimentary basin (south and southwest of Iran).

In order to study the lithostratigraphic and biostratigraphic characteristics of the Pabdeh Formation, the section of Ilam dam in the northwest of Zagros Basin has been selected and sampled. A total of 360 samples were taken for detailed planktonic foraminifers' studies, of which 260 washing samples and 100 thin-sections were prepared.

Based on the performed studies on these samples, 25 genera and 105 species of planktonic foraminifers have been identified. Also, twenty-six biozones and two sub-biozones have been recognized based on the biostratigraphic scheme of Wade et al., 2011 in the Tethys area. According to the identified biozones, an age of Middle Danian-Early Aquitanian has been proposed for the Pabdeh Formation in the Ilam dam section. The Pabdeh succession in the sampled section have a thickness of 764 m (from the beginning of Pabdeh strata to the beginning of Kalhor anhydrite) which includes purple shale units (2 Units), marly limestone with lower limestone, cherty limestone, marly limestone with upper limestone. The lower boundary of Pabdeh Formation in this section with the Gurpi shales and marls is conformable, however its upper boundary with the gypsumsa of the Asmari Formation is most likely accompanied by a disconformity.

**Keywords:** Biostratigraphy, Lithostratigraphy, Pabdeh Formation, Zagros sedimentary basin, Planktonic foraminifera, Purple shale, Ilam dam section.