



Dor: [۲۰,۱۰۰۱,۱,۲۲۰۱۸۷۳۸,۱۴۰۰,۱۱,۲۲,۶,۶](https://doi.org/10.1001/1.22018738.1400.11.22.6.6)

## زیست چینه نگاری و دیرینه بوم شناسی خانواده *Gavelinellidae* در سازند -

### های سنگانه و آیتامیر در حوضه رسوبی کپه داغ

مریم معتمدالشریعتی<sup>۱\*</sup>، عباس صادقی<sup>۲</sup>

استادیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران  
استاد گروه زمین شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران  
\*mmotamed@birjand.ac.ir

دریافت اسفند ۱۴۰۱، پذیرش خرداد ۱۴۰۲

### چکیده

حوضه رسوبی کپه داغ در شمال شرق ایران، از دیرباز به دلیل مواد هیدروکربوری مورد توجه بوده است. *Gavelinellid* ها، متعلق به زیر راسته *Rotalina* از فراوان ترین و معروف ترین فرامینیفرهای بتونیک دریا‌های اپی کانینتال کرتاسه اند که توزیع و پراکندگی جغرافیای زیستی آنها را می توان در بسیاری از نواحی تتیس مشاهده نمود. مراحل رشد و تکامل این خانواده در طی کرتاسه ی پیشین چشمگیر و قابل ملاحظه است. در این پژوهش علاوه بر گزارش جنس ها و گونه های خانواده ی *Gavelinellidae* در سازندهای سنگانه و آیتامیر در پنج برش چینه شناسی از غرب تا شرق حوضه کپه داغ شامل (مراوه تپه، تکل کوه، شیخ، گدوکانلو و کلات)، آنها را از دیدگاه چینه شناسی زیستی و دیرینه بوم شناسی نیز مورد بررسی قرار داده است.

۴ بایوزون شامل *Gavelinella flandrini-Gaudryina* cf. *praedivida* assemblage zone, *Berthelina intermedia* assemblage zone, *Berthelina cenomanica* Assemblage Zone, *Berthelina intermedia-Osangularia schloenbachi* Assemblage Zone معرفی شده است.

بر اساس جنس ها و گونه های گزارش شده از خانواده *Gavelinellidae* می توان اظهار نمود که سازندهای مورد مطالعه در قسمت میانی و خارجی فلات قاره تا قسمت بالای شیب قاره ای و در شرایط هوایی تا نیمه هوایی نهشته شده اند. همچنین با توجه به حضور بیشتر فرامینیفرهای پلانکتونیک نسبت به فرامینیفرهای بتونیک در سازند آیتامیر عمق حوضه نیز در طول زمان افزایش پیدا کرده است.

کلمات کلیدی: دیرینه بوم شناسی، زیست چینه نگاری، سازند آیتامیر، سازند سنگانه، کپه داغ، کرتاسه

## ۱- مقدمه

حوضه رسوبی کپه‌داغ در شمال شرق ایران و در شمال استان‌های خراسان و گلستان واقع شده است [۱]. علاوه بر ایران در کشورهایمانند ترکمنستان، ازبکستان، افغانستان و تاجیکستان نیز گسترش دارد [۶]. رسوب‌گذاری در این حوضه به صورت ممتد از لیا س تا الیگوسن انجام شده است [۱]. هر چند آثار حاصل از فازهای کوه‌زایی و خشکی‌زایی را که به صورت پیشروی‌ها و پسروی‌های متعدد قابل مشاهده‌اند را نباید نادیده گرفت. طبقات رسوبی کرتاسه شامل سازندهای شوریهجه، زرد، تیرگان، سرچشمه، سنگانه، آیتامیر، آبدراز، آب تلخ، نیزار، کلات و نفته می‌باشند. ضخامت سنگ‌های رسوبی این حوضه در ایران بالغ بر هفت‌هزارمتر است. ستبرای زیاد سنگ‌های رسوبی دریایی و نبود فعالیت‌های آذرین، این حوضه را پس از حوضه رسوبی زاگرس مناسب‌ترین حوضه برای تشکیل و تجمع هیدروکربن قرار داده است. طبقات رسوبی حوضه رسوبی کپه‌داغ دارای لایه‌های مناسبی از سنگ‌های کربناته و ماسه‌سنگ‌های متخلخل برای ذخیره مواد هیدروکربوری می‌باشند. همچنین لایه‌های ضخیم سنگ‌های شیلی در این حوضه می‌توانند به عنوان سنگ منشاء و سنگ‌پوش مناسب عمل کنند [۷]. وجود میدان‌های عظیم گازی خانگیان و گندلی در ناحیه سرخس صحت این عقیده را اثبات می‌کند. میدان گازی بسیار عظیم خانگیان، در تاقدیس خانگیان است که ۳۵ کیلومتر پهنا دارد. سنگ مخزن اصلی خانگیان سازند مزدوران است و ماسه‌سنگ‌های سازند شوریهجه، مخزنی درجه دوم را تشکیل می‌دهند [۶].

این حوضه از دیرباز از نقطه‌نظرهای متفاوت زمین‌شناسی توسط محققین مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. باعنایت به اینکه تحقیق کنونی بر روی سازندهای سنگانه و آیتامیر با تکیه بر خانواده شاخصی از فرامینیفرها انجام گرفته لذا تنها به پاره‌ای از مطالعاتی که قبلاً توسط محققین در این رابطه انجام شده اشاره می‌شود.

نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱: ۲۵۰۰۰۰ سرخس، دره‌گز و کورخود توسط افشار حرب<sup>۱</sup> (۱۹۸۲، ۱۹۸۳، ۱۹۸۷) تهیه شد [۸، ۹، ۱۰]. همچنین مطالعه فرامینیفرهای ژوراسیک‌میانی - کرتاسه حوضه کپه‌داغ و چینه‌شناسی و تعیین سن سازندهای موجود در این حوضه با استفاده از فرامینیفرها توسط کلانتاری<sup>۲</sup> (۱۹۶۹) به انجام رسید [۲۷].

رئیس السادات و موسوی حرمی (۱۳۷۲) چینه‌شناسی و بایوزوناسیون سازندهای سرچشمه و سنگانه در شرق کپه‌داغ را مورد بررسی قرار دادند [۲]. ایزوتوپ‌های پایدار کربن و اکسیژن در سازندهای سرچشمه و سنگانه در غرب حوضه کپه‌داغ توسط رئیس السادات و محبوبی (۱۳۸۹) مورد بررسی قرار گرفت [۳]. معتمدالشریعتی و همکاران (۱۳۹۱) ریز زیست-چینه‌نگاری سازند آیتامیر در شمال غرب حوضه کپه‌داغ (برش مراوه تپه) را انجام داده‌اند [۵]. معتمدالشریعتی و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۱) براساس شناسایی جنس‌های جدید فرامینیفرها در برش تکل کوه واقع در غرب کپه‌داغ، گروه‌های شکلی فرامینیفرها را معرفی نمودند [۲۹]. معتمدالشریعتی و همکاران (۲۰۱۷) بایوزوناسیون و گروه‌های شکلی سازند آیتامیر در شمال غرب کپه‌داغ را بر مبنای فرامینیفرها مورد بررسی قرار دادند [۳۰].

<sup>۱</sup> Afshar Harb<sup>۲</sup> Kalantari<sup>۳</sup> Motamedalshariati et al.

خانواده *Gavelinellidae* از جمله شایع‌ترین و وسیع‌ترین فرامینیفرهای بتونیک کرتاسه به‌شمار رفته که تغییرات زیادی را در طی آلبین از خود نشان داده‌اند. برای مشاهده و درک بهتر روند تکاملی و همچنین ویژگی‌های دیرینه‌بوم‌شناسی نمونه‌های متعلق به این خانواده ضروری است که درباره‌ی ویژگی‌های تاکسونومی آنها اطلاعات کامل و جامعی را کسب نماییم. از جمله کسانی که با مطالعه و تحقیق فراوان در این زمینه اطلاعات سودمندی را کسب نموده‌اند می‌توان به روتس<sup>۴</sup> (۱۹۹۶ و ۲۰۰۱)، فنر<sup>۵</sup> (۲۰۰۱) و تیسزکا<sup>۶</sup> (۲۰۰۶) اشاره کرد [۱۵، ۳۲، ۳۳، ۳۶]. از مهم‌ترین جنس‌های پیدا شده متعلق به این خانواده در برش‌های مورد مطالعه می‌توان به نمونه‌هایی همچون *Berthelina*, *Gavellinella*, *Ligugavelinella*, *Gyroidinoides*, *Osangularia* اشاره کرد. برای تشخیص صحیح جنس‌های نامبرده که دارای پیچش پیچیده مخروطی (تروکواسپیرال) هستند تشخیص جهات مختلف پوسته (سطح پیچشی و سطح شکمی) بسیار مهم است [۳۲].

در مرز آلبین - سنومانین تغییرات مشخصی در خانواده مشاهده می‌شود مثلاً در *Gavelinella* sp. cf. *G. berthelini* با یک برجستگی مشخص در کفه پشتی می‌تواند نام‌های مختلفی داشته باشد [۳۶]. همچنین گونه‌هایی مانند *Gavelinella baltica*, *G. cenomanica*, *G. intermedia* *Lingulogavelinella jarzevae* نیز به عنوان نشانگرهای ارزشمند و مفید در توالی رسوبی سنومانین شناخته شده‌اند [۱۹]. به دنبال تحقیقاتی که روتس<sup>۷</sup> (۱۹۹۶ و ۲۰۰۱)، بر روی سیستم کانالی در این خانواده انجام داده یک ارزیابی مجدد از *Gavelinellids* و گونه‌های مرتبط ارائه کرده است [۳۲ و ۳۳]. این ارزیابی مجدد عمومی توسط یک مطالعه دقیق انجام شد. مطالعه هولوتایپ‌ها، پاراتایپ‌ها، توپوتایپ‌ها و غیره با تاکید کمتر با ردیابی در نسل‌های تکاملی بوده است [۱۹].

مطالعات فراوان و دقیقی در زمینه ارتباط فیلوژنتیکی میان صدها جنس متعلق به این خانواده توسط هارت و سووسکی<sup>۸</sup> (۱۹۸۷ و ۱۹۸۸) انجام شده است [۱۸ و ۱۹]. طبق گفته روتس (۱۹۹۶ و ۲۰۰۱)، اختلاف نظرهای زیادی در باره اجداد جنس‌های این خانواده در میان محققینی که در این زمینه فعالیت دارند دیده می‌شود [۳۲ و ۳۳]. به این ترتیب بررسی‌های بیشتر فیلوژنتیکی و مقایسه میان جنس‌های گوناگون با یکدیگر می‌تواند ما را در رسیدن به نتایج قابل قبول کمک کند. مثلاً هارت و سووسکی (۱۹۸۷) [۱۸]، [۱۹] *G. pertusa*, *G. lorneiana*, *G. ammonoides*، *G. thalmani*, *G. tumida* را در گروهی طبقه‌بندی کرده‌اند که با طبقه‌بندی روتس (۲۰۰۱) [۳۳] متفاوت می‌باشد. او این نمونه‌ها را متعلق به نسل *Berthelini ammonoides* می‌داند.

سازندهای سنگانه و آیتامیر از جنبه‌های مختلف زمین‌شناسی مانند میکروفاسیس، چینه‌نگاری سکانشی و یا زیست‌چینه‌نگاری در این حوضه مورد بررسی قرار گرفته‌اند. همچنین در مطالعات زیست‌چینه‌نگاری نیز از گروه‌های فسیلی مختلف

<sup>۴</sup> Revets

<sup>۵</sup> Fenner

<sup>۶</sup> Tyszka

<sup>۷</sup> Revets

<sup>۸</sup> Hart & Swiecicki

همچون آمونیت‌ها، نانوفسیل‌های آهکی و پالینومورف‌ها استفاده گشته، اما از دیدگاه زیست‌چینه‌نگاری و دیرینه‌بوم‌شناسی فرامینیفرها، به مطالعات کمتری در سازندهای مذکور پرداخته شده است. در این پژوهش مطالعات زیست‌چینه‌نگاری و دیرینه‌بوم‌شناسی در برش‌های چینه‌شناسی مراوه‌تپه، تکل‌کوه، شیخ، گدوکانلو و کلات از غرب تا شرق حوضه رسوبی کپه‌داغ، صرفاً براساس فرامینیفرهای بتونیک و متعلق به خانواده *Gavelinellidae* در سازندهای سنگانه و آیتامیر انجام پذیرفته است. با توجه به این نکته که تاکنون مطالعاتی بر روی این خانواده مهم فرامینیفری انجام نشده است، امید است که پژوهش حاضر در مطالعات اکتشافی و بررسی‌های آینده مورد استفاده قرار گیرد.

## ۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش‌های مورد مطالعه

### ۱-۲ برش چینه‌شناسی مراوه‌تپه

مراوه‌تپه در ۱۰۰ کیلومتری شمال کلاله واقع در استان گلستان می‌باشد. برش اندازه‌گیری شده در ۳۵ کیلومتری غرب مراوه‌تپه در مجاورت روستایی بنام چرلا واقع است. در این برش تنها سازند آیتامیر اندازه‌گیری شده است. مختصات قاعده سازند ۳۷ درجه و ۴۸ دقیقه و ۸ ثانیه عرض شمالی و ۵۵ درجه و ۳۶ دقیقه و ۲۵ ثانیه طول شرقی می‌باشد. روند لایه‌ها شمال شرقی - جنوب غرب و شیب لایه‌ها بین ۵۰ تا ۵۸ درجه به سمت شمال غرب می‌باشد (شکل ۱).

### ۲-۲ برش چینه‌شناسی تکل‌کوه

این برش در ۹۰ کیلومتری شمال غرب شهرستان آشنخانه در استان خراسان شمالی قرار دارد. برای دسترسی به مقطع مورد مطالعه پس از طی ۷۵ کیلومتر از آشنخانه به سمت شهرآباد در نزدیکی کوه تکل‌کوه از طریق یک جاده فرعی پس از طی ۱۲ کیلومتر به محل برش اندازه‌گیری شده خواهیم رسید (شکل ۱). مختصات قاعده سازند ۳۷ درجه و ۴۳ دقیقه عرض شمالی و ۵۶ درجه و ۸ دقیقه طول شرقی می‌باشد. امتداد لایه‌ها شرقی - غربی و شیب لایه‌ها بین ۱۰ تا ۲۲ درجه به سمت شمال می‌باشد.

### ۳-۲ برش چینه‌شناسی ناودیس شیخ

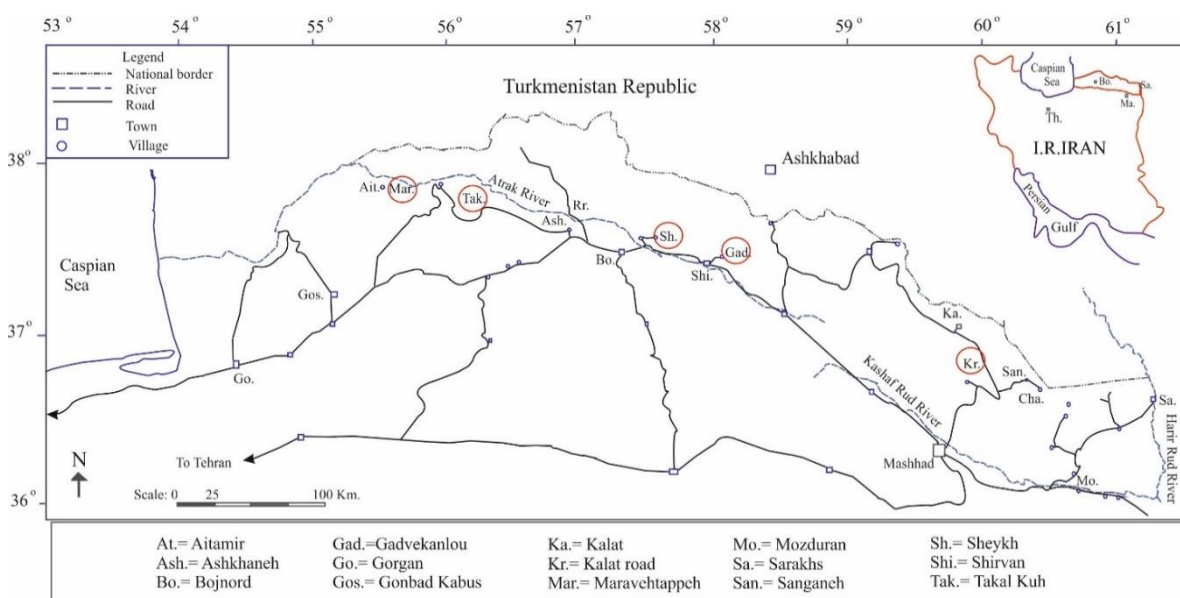
این برش در ۲۰ کیلومتری شمال شرق بجنورد واقع است. برای دسترسی به منطقه مورد مطالعه می‌توان از طریق روستای سرچشمه در کنار پالایشگاه پتروشیمی بجنورد به محل مورد نظر دست یافت. مختصات قاعده برش سازند سنگانه ۳۷ درجه و ۳۳ دقیقه و ۳۱ ثانیه عرض شمالی و ۵۷ درجه و ۳۱ دقیقه و ۲۰ ثانیه طول شرقی می‌باشد (شکل ۱).

### ۴-۲ برش چینه‌شناسی گدوکانلو

این برش در ۴۰ کیلومتری شمال شیروان واقع در استان خراسان شمالی در نزدیکی روستایی بنام گدوکانلو با مختصات جغرافیایی ۳۷ درجه ۳۱ دقیقه و ۲۳ ثانیه عرض شمالی و ۵۸ درجه و ۴۰ دقیقه و ۱۷ ثانیه طول شرقی واقع شده است (شکل ۱).

## ۲-۵ برش چینه شناسی جاده کلات

این برش در ۷۰ کیلومتری شمال شرق مشهد در مسیر جاده مشهد-کلات قرار دارد. در این برش سازندهای سنگانه و آیتامیر مورد بررسی قرار گرفته است مختصات قاعده سازند سنگانه ۳۶ درجه و ۳۷ دقیقه عرض شمالی و ۶۰ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی می باشد. امتداد لایه‌ها شمال غرب- جنوب شرق و شیب لایه‌ها بین ۴۵ تا ۷۰ درجه در جهت شمال شرق است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی برش‌های مورد مطالعه و راه‌های دسترسی

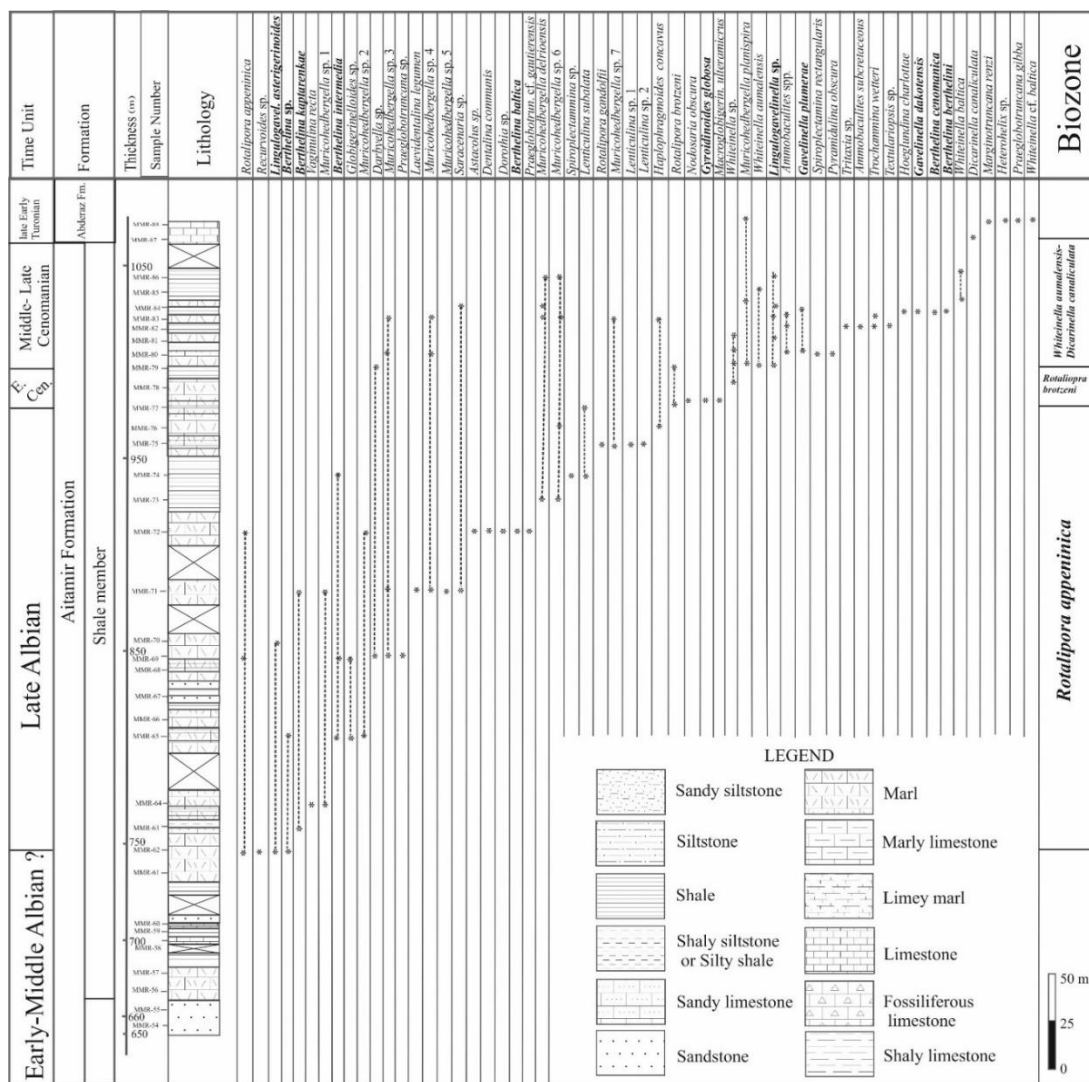
## ۳-۳ بحث

### ۳-۱ توصیف برش‌های چینه‌شناسی مورد مطالعه و زون‌بندی زیستی

#### ۳-۱-۱ برش چینه‌شناسی مراوه تپه

برش اندازه‌گیری شده در ۳۵ کیلومتری غرب مراوه تپه در مجاورت روستایی بنام چرلا واقع است در برش مراوه تپه به دلیل پوشیده بودن سازند سنگانه توسط رسوبات آبرفتی فقط سازند آیتامیر مورد مطالعه قرار گرفته است. سازند آیتامیر در این برش با ۱۰۷۰ متر ضخامت از دو بخش ماسه‌سنگی در زیر و بخش شیلی در بالا تشکیل شده است. با توجه به ماهیت تخریبی بخش قاعده‌ای و فقدان یا نادر بودن فرامینفرها هیچ زون زیستی در آن قابل شناسایی و معرفی نمی‌باشد، ولی در بخش شیلی، ضمن تشخیص ۵۷ گونه متعلق به ۳۲ جنس از فرامینفرها (۲۳ گونه متعلق به ۱۰ جنس از فرامینفرهای

پلانکتونیک و ۳۴ گونه متعلق به ۲۲ جنس از فرامینیفرهای بنتونیک می باشند) از این تعداد فرامینیفرهای بنتونیک مذکور، ۴ جنس و ۱۱ گونه متعلق به خانواده Gavelinellidae هستند که تنها در بررسی‌های دیرینه بوم‌شناسی مورد استفاده قرار گرفته عبارتند از: *Berthelina baltica*, *Berthelina intermedia*, *Berthelina kaptarenkae*, *Lingulogavelinella asterigerinoides asterigerinoides*, *Berthelina sp.*, *Lingulogavelinella sp.*, *Gavelinella plumerae*, *Gavelinella dakotensis*, *Gyroidinoides globosa*, *Berthelina cenomanica*, *Berthelina berthelini* در ضمن زون‌های زیستی پیشنهادی در (جدول ۱) بر اساس مجموعه فرامینیفرهای پلانکتونیک (۲۳ گونه متعلق به ۱۰ جنس) بوده و سن آلبین پسین - سنومانین پسین برای این سازند در برش مذکور پیشنهاد شده است [۵].

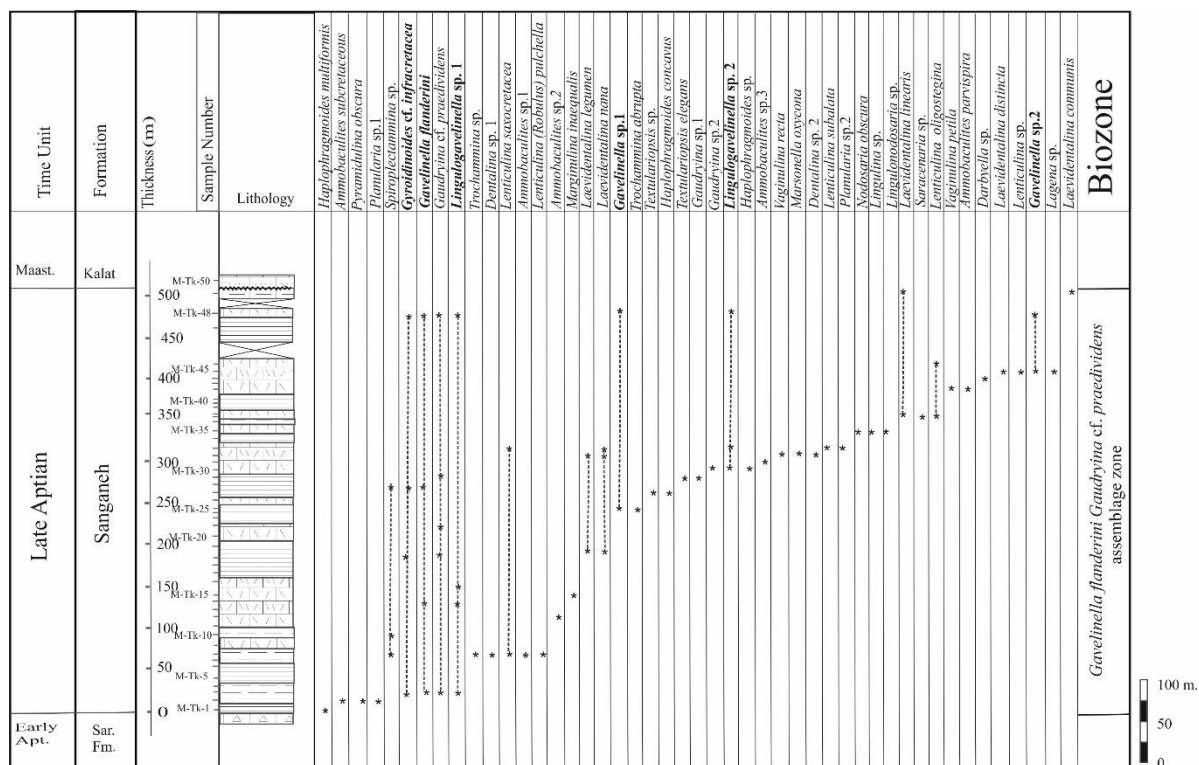


شکل ۲- نمودار توزیع فرامینیفرهای بخش شیل فوقانی سازند آیتامیر در برش مراوه‌تپه

### ۳-۱-۲ برش چینه‌شناسی تکل کوه

این برش در ۹۰ کیلومتری شمال غرب شهرستان آشنخانه در استان خراسان شمالی قرار دارد. در این برش فقط سازند سنگانه اندازه گیری شده است. ضخامت این سازند در این مقطع ۵۰۵ متر می‌باشد. این سازند بطور همساز بر روی سازند

سرچشمه و بطور ناپیوسته در زیر سازند کلات قرار گرفته است. در مطالعه زیست‌چینه‌ای سازند سنگانه ۲۱ جنس و ۴۷ گونه از فرامینفرهای بنتونیک شناسایی شدند که از این تعداد ۳ جنس و ۶ گونه متعلق به خانواده Gavelinellidae بوده و بر اساس نمونه‌های شناسایی شده بایوزون *Gavelinella flandrini*- *Gaudryina* cf. *praedivdens* assemblage zone معرفی شد (جدول ۱). این زون زیستی از نوع تجمعی است و بر اساس جامعه فسیلی همزیست موجود در آن تعریف شده است. این زون زیستی منطبق با زون زیستی تحت همین عنوان که توسط هولبورن و کمینسکی<sup>۹</sup> (۱۹۹۷) [۲۲] با سن آپتین در اقیانوس هند معرفی شده می‌باشد. از جمله فسیلهای موجود در این زون زیستی می‌توان به نمونه‌های زیر اشاره نمود، *Lingulogavelinella* sp.<sup>۱</sup>، *Lingulogavelinella* sp.<sup>۲</sup>، *Gavelinella flandrini*، *Gavelinella* sp.<sup>۱</sup>، *Gavelinella* sp.، *Gaudryina* cf. *praedivdens* *Gyroidinoides* cf. *infracretacea*. (شکل ۳).



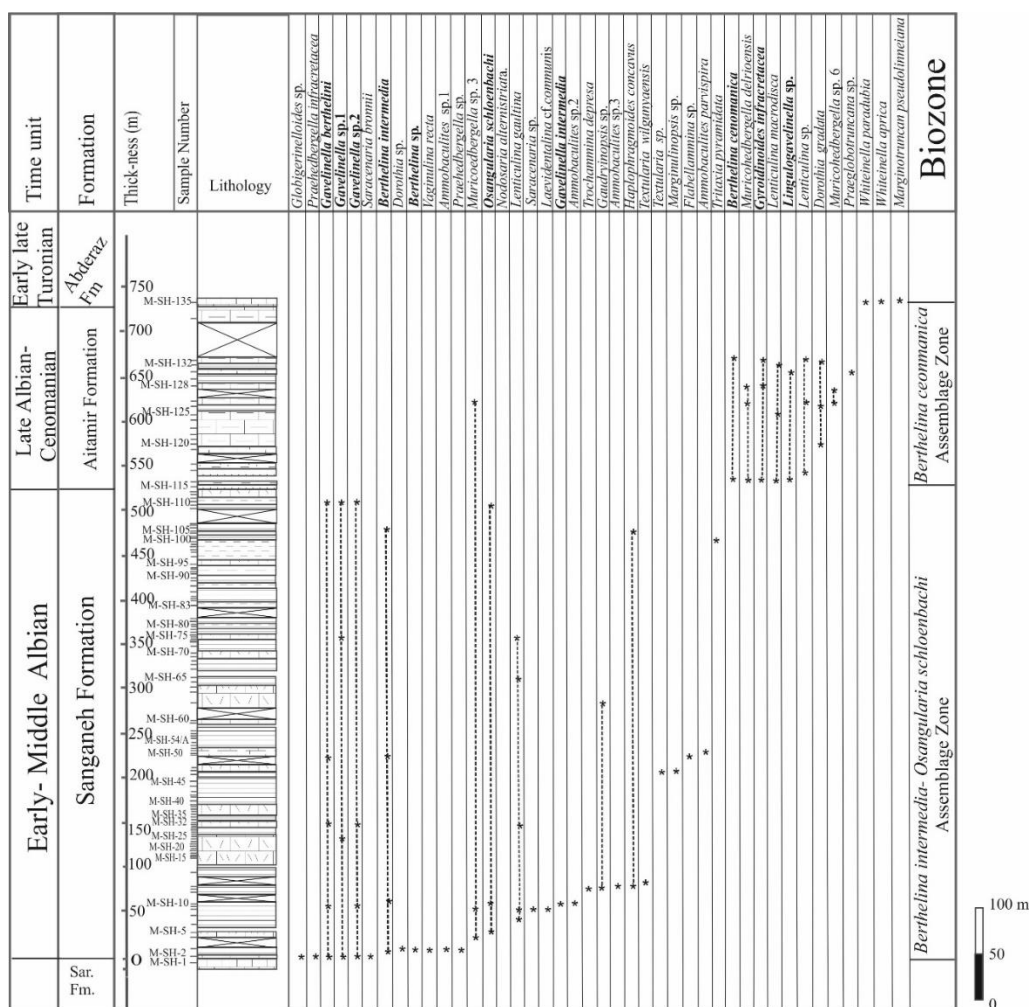
شکل ۳- نمودار توزیع فرامینفرهای سازند سنگانه و آیتامیر در برش تکل کوه (برای راهنمای نمادهای سنگ شناسی به شکل ۲ مراجعه شود).

### ۳-۱-۳ برش چینه شناسی ناودیس شیخ

در این برش مرزهای سازند سنگانه با سازندهای سرچشمه و آیتامیر همشیب و پیوسته است. مرزهای سازند آیتامیر با سازند سنگانه همشیب و پیوسته و با سازند آبدراز همشیب و ناپیوسته است. امتداد لایه‌ها شمال شرق- جنوب غرب و شیب لایه‌ها بین ۲۰ تا ۳۰ درجه در جهت شمال غربی می‌باشد ضخامت سنگانه در این برش ۵۳۵ متر و سازند آیتامیر ۲۰۰ متر می‌باشد (شکل ۴). با توجه به انطباق اکثر فرامینفرهای سازند سنگانه با زون زیستی *Berthelina intermedia*-

<sup>۹</sup> Holbourn and Kaminski

Assemblage Zone *Osangularia schloenbachi* که توسط [۲۲] با سن آلین پیشین - میانی ارائه شده است، برای این سازند هم این بایوزون پیشنهاد می‌شود (جدول ۲). در ارائه این بایوزون برای سازند سنگانه در برش مذکور ۲۰ جنس و ۳۰ گونه از فرامینیفرهای بنتونیک و پلانکتونیک شناسایی شد از این میان ۳ جنس و ۷ گونه از آنها متعلق به خانواده Gavelinellidae می‌باشند. از جمله فسیلهای موجود در این زون زیستی می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد *Gavelinella berthelini*, *Osangularia schoelombachi*, *Berthelina intermedia*, *Berthelina* sp., *Gavelinella* sp ۱., *Gavelinella intermedia* sp ۲., (شکل ۴). با توجه به مجموعه فسیلی نامبرده سن آلین پیشین - میانی برای سازند سنگانه در نظر گرفته می‌شود. همچنین برای سازند آیتامیر نیز در این برش ۱۲ جنس و ۱۲ گونه فرامینیفر بنتونیک و پلانکتونیک شناسایی شد که ۳ جنس و ۳ گونه از این تعداد به خانواده Gavelinellidae مربوط می‌باشند. بایوزون *Berthelina cenomanica* Assemblage Zone برای سازند آیتامیر در این برش معرفی می‌شود (جدول ۱). این بایوزون که ۱۸۰ متر ضخامت داشته از نوع تجمعی است سایر فرامینیفرهای موجود در این بایوزون عبارتند از *Berthelina cenomanica*, *Lingulogavelinella* sp. *Gyroidinoides infracretacea* این بایوزون با زون زیستی معرفی شده توسط هولبورن و کمینسکی (۱۹۹۷) [۲۲] منطبق است. بر اساس مجموعه فسیلی موجود در آن سن آلین پسین - سنومانین تعیین می‌گردد.



شکل ۴- نمودار توزیع فرامینیفرهای سازندهای سنگانه و آیتامیر در برش شیخ (برای راهنمای نمادهای سنگ شناسی به شکل ۲ مراجعه شود).



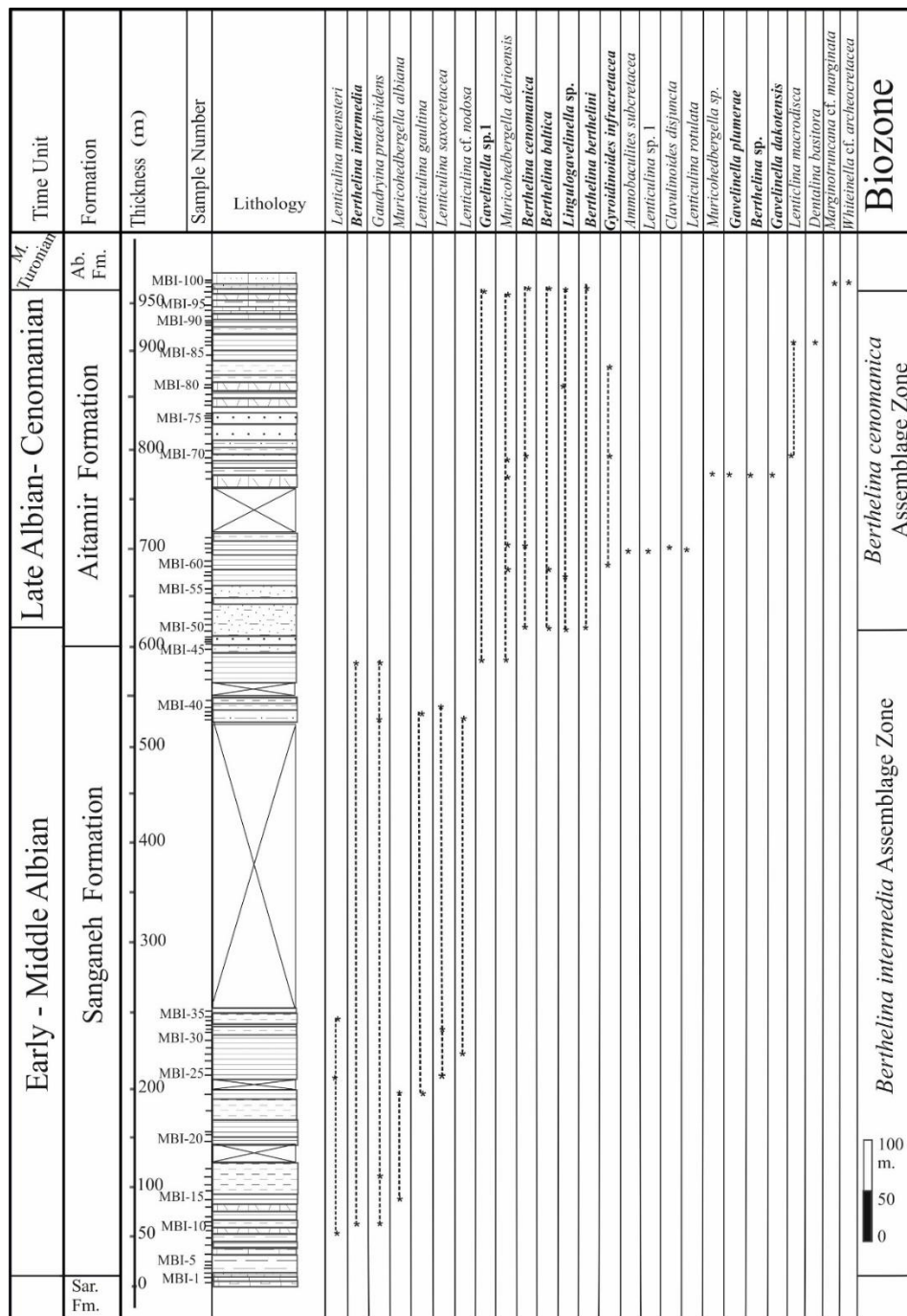
### ۳-۱-۴- برش چینه شناسی گدوکانلو

در این برش سازندهای سنگانه و آیتامیر اندازه‌گیری شده است. مرزهای سازند سنگانه با سازندهای سرچشمه و آیتامیر همشیب و پیوسته است. مرزهای سازند آیتامیر با سازند سنگانه همشیب و پیوسته و با سازند آبدراز همشیب و ناپیوسته است (شکل ۵). ضخامت سازند سنگانه در این برش ۶۱۰ متر و سازند آیتامیر ۳۱۵ متر می‌باشد. در مطالعه زیست چینه ای سازندهای سنگانه و آیتامیر در برش گدوکانلو در مجموع ۱۲ جنس و ۲۶ گونه شناسایی شد که از این تعداد ۵ جنس و ۱۰ گونه متعلق به خانواده Gavelinellidae می‌باشند. ۲ جنس و ۳ گونه از این خانواده در سازند سنگانه قابل تشخیص است. در این برش زون *Berthelina intermedia* Assemblage Zone معرفی می‌شود. این زون زیستی ۴۹۰ متر ضخامت داشته از نوع تجمعی است. این زون معادل زون *Berthelina intermedia*- *Osangularia schloenbachi* Assemblage Zone با سن آلبین پیشین- میانی در نظر گرفته می‌شود [۲۲]. اما در برش گدوکانلو فسیل *Osangularia schloenbachi* دیده نشده است، لذا زون معرفی شده به صورت *Berthelina intermedia* Assemblage Zone با سن آلبین پیشین - میانی معرفی شده است (جدول ۲). مهم ترین فسیل های این زون زیستی *Berthelina intermedia* و *Gavelinella* sp ۱ می‌باشند. برای سازند آیتامیر نیز از ۵۲ نمونه برداشت شده از شیل و مارن و ماسه‌سنگ های این سازند ۴ جنس و ۹ گونه به خانواده Gavelinellidae متعلق هستند و براساس آن‌ها بایوزون *Berthelina cenomanica* Assemblage Zone معرفی شده است (جدول ۱). این بایوزون که از نوع تجمعی است ۳۵۰ متر ضخامت دارد و حاوی فرامینیفرهای زیر می‌باشد. *Berthelina berthelini*, *Berthelina cenomanica*, *Lingulogavelinella* sp., *Gyrinoides infracretacea*, *Gavelinella pulmerea*, *Gavelinella dakotensis*, *Berthelina* sp., *Gavelinella* sp., *Berthelina baltica*. با توجه به انطباق این زون زیستی با زون زیستی معرفی شده توسط هولبورن و کمینسکی (۱۹۹۷) [۲۲] جامعه فسیلی موجود سن آن آلبین پسین - سنومانین تعیین می‌گردد.

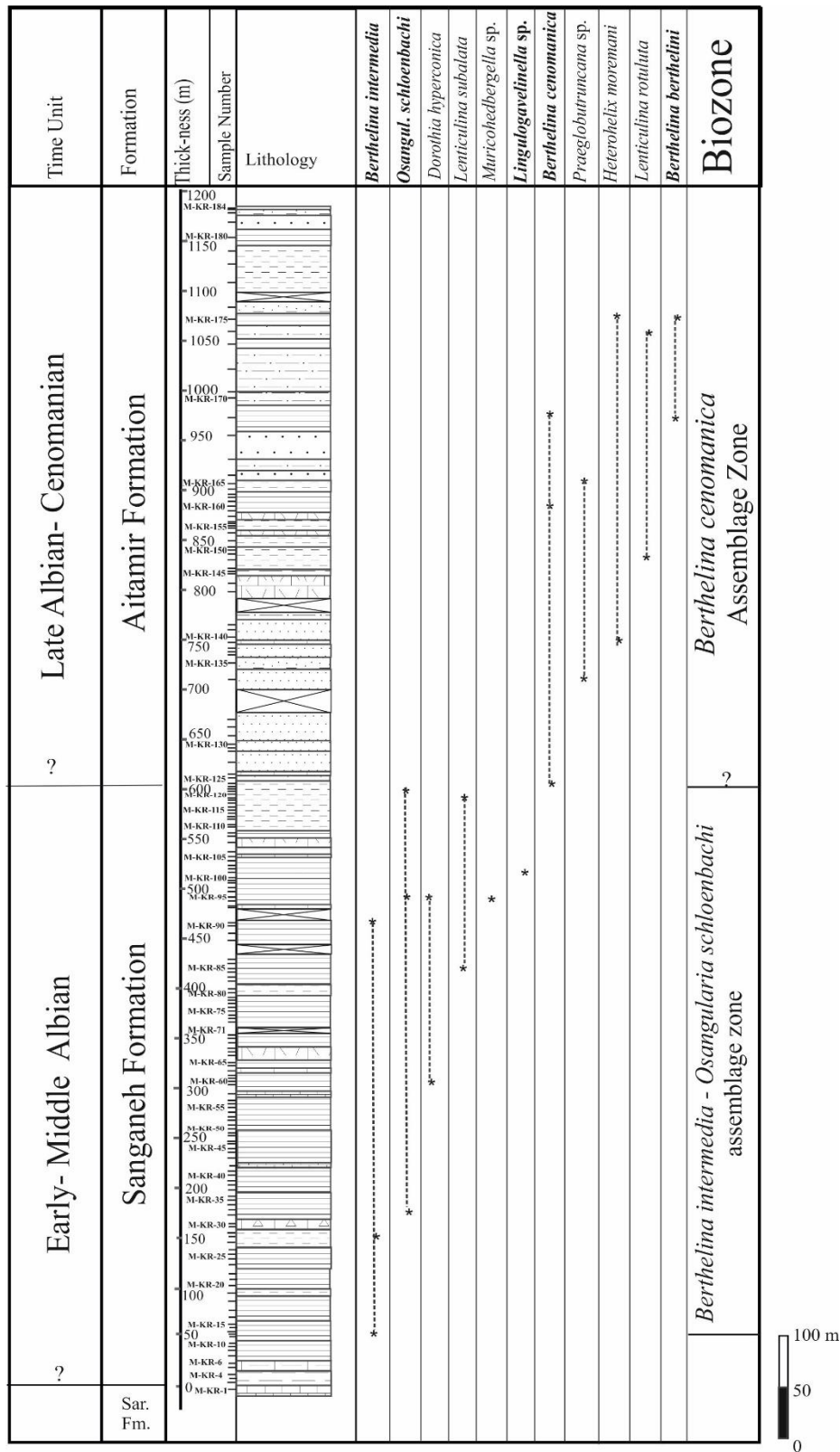
### ۳-۱-۵- برش چینه شناسی جاده کلات:

این برش در ۷۰ کیلومتری شمال شرق مشهد در مسیر جاده مشهد-کلات قرار دارد (شکل ۶). در این برش مرز زیرین سازند سنگانه با سازند سرچشمه هم شیب و پیوسته بوده، مرز بالایی با سازند آیتامیر پوشیده می‌باشد. ضخامت سازند سنگانه ۶۱۰ متر و آیتامیر ۵۴۰ متر است. پس از برداشت ۱۲۶ نمونه از شیل‌های سیلتی سازند سنگانه در برش مذکور ۵ جنس و ۵ گونه فرامینیفر مشخص شد که از این تعداد ۳ جنس و ۳ گونه متعلق به خانواده Gavelinellidae بوده که با توجه به آنها برای سازند سنگانه بایوزون *Berthelina intermedia*- *Osangularia schloenbachi* assemblage zone ارائه گردیده است (جدول ۲). از مهم ترین فسیلهای موجود در این بایوزون می‌توان به *Lingulogavelinella* sp., *Berthelina intermedia*, *Osangularia schoelonbachi*, را نام برد. این بایوزون از نمونه های ۱۱ تا ۱۲۴ سازند سنگانه را به خود اختصاص داده است و سن آن آلبین پیشین-میانی است. از شیل‌ها و شیل‌های سیلتی سازند آیتامیر در برش مذکور ۵۸ نمونه برداشت شد که منجر به شناسایی ۴ جنس و ۴ گونه فرامینیفر شده که تنها ۲ جنس و ۲ گونه متعلق به خانواده Gavelinellidae هستند. *Berthelina berthelini*, *Berthelina cenomanica* با مقایسه مجموعه فسیلی موجود با مجموعه فسیلی بایوزون استاندارد برای سازند آیتامیر در این برش بایوزون *Berthelina cenomanica* Assemblage Zone پیشنهاد می‌گردد. این زون یک زون تجمعی است که برای

فرامینیفرهای بنتونیک اقیانوس هند توسط هولبورن و کمینسکی (۱۹۹۷) [۲۲] معرفی شده است (جدول ۱). این بایوزون از نمونه ۱۲۵ تا ۱۷۵ را به خود اختصاص داده است و سن آلبین-پسین-سنومانین برای آن پیشنهاد می‌شود. براساس بایوزون‌ها و فسیل‌های شناسایی شده در سازندهای سنگانه و آیتامیر سن سازند سنگانه به جز در برش تکل کوه که آبتین بالایی است در سایر برش‌های مورد مطالعه آلبین-پسین-میانی است. همچنین سن سازند آیتامیر در برش‌های شیخ، گدوکانلو و کلات آلبین-پسین-سنومانین می‌باشد.



شکل ۵- نمودار توزیع فرامینیفرهای سازندهای سنگانه و آیتامیر در برش گدوکانلو (برای راهنمای نمادهای سنگ شناسی به شکل ۲ مراجعه شود).



شکل ۶ نمودار توزیع فرامینیفرهای سازندهای سنگانه و آیتامیر در برش کلات (برای راهنمای نمادهای سنگ شناسی به شکل ۲ مراجعه شود).

جدول ۱- مقایسه بایوزون‌های پیشنهاد شده برای سازند آیتامیر با بایوزون‌های استاندارد

Age	Standard biozones	Proposed biozones in this study	Studied sections	
Middle –Late Cenomanian	<i>Rotalipora reicheli</i> , <i>Rotalipora cushmani</i> Zone, Premoli Silva and Verga (۲۰۰۴)	<i>Whiteinella aumalensis-Dicarinella canaliculata</i> assemblage zone	Maraveh tappeh	Aitamir Formation
Early Cenomanian	<i>Rotalipora brotzeni</i> Zone, Premoli Silva and Verga (۲۰۰۴)	<i>Rotalipora brotzeni</i> Zone		
Late Albian	<i>Rotalipora appenninica</i> Zone, Premoli Silva and Verga (۲۰۰۴)	<i>Rotalipora appenninica</i> Zone		
Late Albian-Cenomanian	<i>Berthelina cenomanica</i> Assemblage Zone, Holbourn and Kaminski (۱۹۹۷)	<i>Berthelina cenomanica</i> Assemblage Zone	Sheykh	
Late Albian-Cenomanian	<i>Berthelina cenomanica</i> Assemblage Zone, Holbourn and Kaminski (۱۹۹۷)	<i>Berthelina cenomanica</i> Assemblage Zone	Gadvekanlou	
Late Albian-Cenomanian	<i>Berthelina cenomanica</i> Assemblage Zone, Holbourn and Kaminski (۱۹۹۷)	<i>Berthelina cenomanica</i> Assemblage Zone	Kalat	

جدول ۲- مقایسه بایوزون‌های پیشنهاد شده برای سازند سنگانه با بایوزون‌های استاندارد

Age	Holbourn and Kaminski (۱۹۹۷) (Standard biozones)	Proposed biozones in this study	Studied sections	
Late Aptian	<i>Gavelinella flandrini-Gaudryina praedivdens</i> assemblage zone	<i>Gavelinella flandrini-Gaudryina cf. praedivdens</i> assemblage zone	Takal Kuh	Sanganeh Formation
Early- Middle Albian	<i>Berthelina intermedia-Osangularia schloenbachi</i> Assemblage Zone	<i>Berthelina intermedia-Osangularia schloenbachi</i> Assemblage Zone	Sheykh	
Early- Middle Albian	<i>Berthelina intermedia-Osangularia schloenbachi</i> Assemblage Zone	<i>Berthelina intermedia</i> Assemblage Zone	Gadvekanlou	
Early- Middle Albian	<i>Berthelina intermedia-Osangularia schloenbachi</i> Assemblage Zone	<i>Berthelina intermedia-Osangularia schloenbachi</i> Assemblage Zone	Kalat	

#### ۴- دیرینه بوم‌شناسی فرامینیفرها در طی کرتاسه پایینی

فرامینیفرهای بنتونیک به عنوان یکی از گسترده‌ترین گروه‌های موجودات در اقیانوس‌های کنونی و یا گذشته محسوب می‌شوند. طبق گفته گودی<sup>۱۰</sup> (۱۹۹۳) [۱۷] و وندرزون و همکاران<sup>۱۱</sup> (۱۹۹۹) [۳۷] پراکندگی فرامینیفرهای بنتونیک کرتاسه پایینی عموماً تحت تاثیر میزان ذخایر غذایی، اکسیژن، الگوی چرخه‌های اقیانوسی، تولید مثل در سطح آبها، تغییر در عمق CCD و تغییر شیمی آب مثل PH بوده و بنا به گفته سن گویا و میسن کاستیلو<sup>۱۲</sup> (۱۹۹۳) [۳۴] درجه حرارت و شوری به عنوان فاکتورهای فرعی در توزیع فرامینیفرها در طی آپتین‌بالایی موثر بوده‌اند. نوسانات در میزان اکسیژن در آپتین به دلیل ورود مواد آلی، بویژه بصورت فصلی، از سطح به عمق آب می‌باشد. میزان ذخایر غذایی نیز در این دوره از کم تا متوسط در نوسان بوده و تنها در دوره‌های کوتاهی با افزایش مواد آلی همراه است [۳۴].

<sup>۱۰</sup> Gooday

<sup>۱۱</sup> Vander zwaan et al.

<sup>۱۲</sup> Sen Gupta and Machain-Castillo

امروزه سطوح غنی از مواد آلی و اکسیژن مرتبط با مناطق بالا آمده سطوح متوسط آب تا منطقه زون نوری می‌باشد. در این مناطق به دلیل وفور مواد آلی، با افزایش زاد و ولد مصرف اکسیژن، در محیط زیاد خواهد شد [۳۱]. در طی آلبین زیرین و میانی حوادث کمبود اکسیژن هم زمان با گرم شدن متوسط جهانی وجود داشته هر چند بطور متناوب دوره‌هایی هم با افزایش میزان اکسیژن در آب که احتمالاً به دلیل دوره‌های سرد شدن آب و هوا بوده تنوع‌زایی در میان فرامینیفرها وجود داشته است [۲۵]. هم زمان با حوادث کاهش اکسیژن در طی آپتین زیرین و همچنین در طی سنومانین پایانی - تورونین زیرین و گرم شدن جهانی که سبب کندی چرخش آب‌ها در اعماق اقیانوس‌ها و کاهش اکسیژن در سطوح مختلف آب شده است کاهش قابل ملاحظه‌ای در اندازه پوسته بعضی از فرامینیفرهای بتونیک کلسیتی پیچیده کلافی شکل آب‌های عمیق، ایجاد گردیده است [۲۱، ۲۵، ۳۱].

#### ۴-۱- ادیرینه بوم شناسی فرامینیفرها در برش‌های مورد مطالعه

از فاکتورهای اکولوژیکی که توزیع و تراکم نسبی جمعیت فرامینیفرهای بتونیک را تحت تاثیر قرار داده است می‌توان به میزان مواد غذایی و اکسیژن قابل دسترس، نور، عمق و نوع رسوبات کف اشاره کرد [۱۲، ۲۳، ۲۶]. به دلیل تشابه مورفولوژیکی میان جنس‌های شناسایی شده خانواده *Gavelinellidae* در سازندهای مورد مطالعه با فرامینیفرهای بتونیک آپتین-آلبین شیل‌های حوضه *Vocontian* در جنوب شرق فرانسه، توسط ارباچر و همکاران<sup>۱۳</sup> (۱۹۹۸) [۱۴] می‌توان آن‌ها را در دو گروه متمایز قرار داد.

#### *Gavelinella flandrini/Lingulogavelinella* sp. Fauna ۱

مجموعه فسیل‌های فوق یکی از فراوان‌ترین گروه فرامینیفرهای بتونیک بوده و شاخص آپتین - آلبین می‌باشند که در برش‌های تکل کوه و شیخ در شیل‌های سازند سنگانه قابل مشاهده‌اند. این گروه در سطح رسوبات زندگی می‌کنند و نسبت به محیط‌هایی با میزان اکسیژن پایین بردبار می‌باشند [۲۶].

ایچنر<sup>۱۴</sup> (۱۹۶۶) معتقد است که جنس *Gavelinella* از قسمت خارجی فلات قاره تا بخش بالایی مناطق عمیق دریایی قابل مشاهده است [۳۴] و نیز کوکویونی و گالیوتی<sup>۱۵</sup> (۱۹۹۳) معتقدند که این جنس در بخش خارجی نریتیک وجود دارد. به این ترتیب مجموعه فسیل‌های فوق در محیط‌هایی با سطوح پایین اکسیژن و ذخایر غذایی کم تا متوسط دیده می‌شوند [۱۱].

#### *Gyrinoides infracretacea* Fauna ۲

چنین اشکال پیچیده مخروطی کوتاه معرف موجودات رسوب خوراری هستند که در سطح رسوبات و یا داخل رسوبات آب‌های کم عمق تحت شرایط اکسیژن پایین زندگی می‌کنند [۱۱ و ۲۶]. این جنس در شیل‌های مارنی تیره و مارن‌هایی با محتوی اکسیژن پایین تا متوسط و ترجیحاً در محیط‌های غنی از ذخایر غذایی در داخل رسوبات آب‌های کم عمق قابل مشاهده اند [۱۲]. از نمونه‌های فسیلی این گروه شکلی می‌توان *Lingulogavelinella*, *Berthelina*, *Gavelinella*, *Osangularia*, *Gyroidinoides* را نام برد. طبق نظر وایدمارک<sup>۱۶</sup> (۲۰۰۰) [۳۸] جنس‌های

<sup>۱۳</sup> Erbacher et al.

<sup>۱۴</sup> Eicher

<sup>۱۵</sup> Coccioni and Galeotti

<sup>۱۶</sup> Widmark

*Gavelinella, Osangularia, Gyroidinoides* در عرض‌های جغرافیایی متوسط تا بالا و آب‌های کم عمق تا نسبتاً عمیق حضور دارند.

در برش‌های مورد مطالعه لیتولوژی غالب سازندهای سنگانه و آیتامیر بصورت شیل، سیلتستون، شیلهای سیلتی و ماسه‌سنگ می‌باشد که می‌تواند نشانه‌ای از ازدیاد ورود مواد آواری به درون حوضه رسوبی باشد. حفظ شدگی فرامینفرهای متعلق به خانواده *Gavelinellidae* در رسوبات نامبرده ضعیف و برعکس در لایه‌های مارنی و مارن‌های آهکی حفظ شدگی فرامینفرها بهتر بوده و به این ترتیب با فراوانی بیشتری قابل بررسی هستند. کمترین فراوانی فرامینفرها در سازندهای سنگانه و آیتامیر در برش کلات و بیشترین فراوانی فرامینفرها در برش‌های مراوه‌تپه و تکل‌کوه قابل مشاهده است. این مطالب نشانگر این است که شرایط محیط زندگی از لحاظ میزان مواد غذایی، نوع رسوبات کف، عمق آب، نور و اکسیژن برای مجموعه فرامینفرهای بنتونیک کلسیتی متعلق به خانواده *Gavelinellidae* مناسب‌تر بوده و یا اینکه حفظ شدگی فسیل‌ها در این برشها بهتر انجام شده است. بنظر می‌رسد شیل‌های سازند سنگانه در برش‌های مراوه‌تپه، تکل‌کوه از کرنات کلسیم بالا و میزان ذرات آواری کمتری برخوردار است. از فراوان‌ترین فرامینفرهای بنتونیک کلسیتی متعلق به خانواده *Gavelinellidae* می‌توان جنس‌های ذیل *Lingulogavelinella, Osangularia, Gyroidinoides Berthelina, Gavelinella* را نام برد. شکل پوسته در این جنس‌ها پیچیده در سطح تا پیچیده در سطوح مختلف بوده، صدف محدب‌الطرفین تا محدب-مسطح می‌باشند که در سطح رسوبات زندگی می‌کردند و از ذخایر غذایی موجود در رسوبات که در حد ضعیف تا بسیار فقیر بوده استفاده می‌کردند و نسبت به درصد پایین و کم اکسیژن در محیط بردبار بوده‌اند [۲۶]. طبق نظر کوکویونی و گالیوتی (۱۹۹۳) [۱۱] محیط زندگی جنس‌های مذکور از قسمت میانی و خارجی فلات قاره تا قسمت بالای شیب قاره‌ای، در رخساره‌های مربوط به بخش خارجی نریتیک تحت شرایط هوازی تا نیمه هوازی مشاهده شده است. همچنین جنس‌های *Gavelinella* و *Osangularia* در عرض‌های جغرافیایی متوسط تا بالا و آب‌های کم عمق تا نسبتاً عمیق قابل مشاهده‌اند [۳۸].

طبق نظر سن‌گوپا و میشن کاستیلو (۱۹۹۳) [۳۴] در آبتین میزان اکسیژن آب‌های کف دریا از زیاد تا فاقد اکسیژن، نشانگر نوسانات اکسیژن بوده و بهتر است شرایط اکسیژن در این زمان نیمه هوازی عنوان شود ترکیب فرامینفرهای بنتونیک برش تکل‌کوه تأییدکننده شرایط هوازی تا بی‌هوازی برای زمان آبتین می‌باشد. در برش تکل‌کوه، طی زمان آبتین سازند سنگانه در محیطی کم عمق تا نسبتاً عمیق برجای گذاشته شده است. عدم حضور کافی و مناسب فرامینفری بنتونیک خانواده *Gavelinellidae* در سازند آیتامیر می‌تواند دلیلی بر عمیق‌تر شدن حوضه و یا تغییر در وضعیت شرایط اکولوژیکی در محیط باشد.

با یک بررسی اجمالی روی مطالعات دیرینه بوم‌شناسی گروه‌های فسیلی از جمله آمونیت‌ها، نانوفسیل‌ها و پالینومورف‌های (مطالعات پالئوپالینولوژی) موجود در سازندهای سنگانه و آیتامیر در شرق، مرکز و یا غرب حوضه کپه داغ که توسط محققین مختلف انجام شده است می‌توان گفت نتایج حاصله از مطالعات فوق مشابه با نتایج پژوهش کنونی بوده که خود تاییدی بر صحت این مطالعه می‌باشد در اینجا به چند نمونه اشاره می‌شود.

شکری و همکاران<sup>۱۷</sup> (۲۰۲۱) [۳۵] بر روی پالینومورف‌ها و پالینوفاسیس سازند سنگانه در شرق و مرکز کپه داغ مطالعاتی انجام داده اند و چنین نتیجه گیری کرده اند که با افزایش تعداد فیتوکلاست‌ها و کاهش تعداد پالینومورف‌های دریایی از غرب به شرق حوضه، عمق حوضه کاهش یافته و همچنین یک کاهش در روند میزان اکسیژن در شیل‌های سازند سنگانه قابل مشاهده است. ضمناً نرخ رسوب‌گذاری هم در سازند سنگانه در برشهای اندازه‌گیری شده پایین بوده است. از طرفی در مطالعاتی که بر روی داینو فلاژله‌های موجود در همین برش‌ها در سال ۲۰۱۵ نیز انجام داده اند متوجه روند افزایشی عمق از شرق به سمت بخش مرکزی حوضه کپه‌داغ شده‌اند [۱۶].

طبق مطالعات علامه (۱۳۹۸) [۴] بر روی رخساره‌های پالینو لوژیکی سازند سنگانه در برش امیر اباد در شرق کپه‌داغ محیط رسوبی این سازند در زمان رسوبگذاری محیطی کم کسپژن تا فاقد اکسیژن بوده است. همچنین با توجه به داینوسیست‌های شاخص، محیط رسوبگذاری سازند سنگانه از نریتیک داخلی تا نریتیک خارجی متغیر بوده است.

با توجه به مطالعات انجام گرفته بر روی سازند سنگانه در برش تکل کوه در غرب کپه داغ توسط رئیس السادات و محبوبی (۱۳۸۹) [۳]، بر اساس شواهد فسیل شناسی (زون آمونیتی) و داده‌های ایزوتوپ‌های پایدار کربن و اکسیژن در شیل‌های قاعده سازند سنگانه به عنوان رویداد غیر اکسیژنی اقیانوسی (OAE<sup>۱</sup>) بیان شده است که با شرایط از لحاظ میزان اکسیژن در تجمعات جنس‌ها و گونه‌های موجود در برش مورد مطالعه همخوانی دارد. همچنین بر اساس تحقیقی که کلنات و همکاران<sup>۱۸</sup> (۲۰۱۷) [۲۸] در برش طاهر آباد در شرق کپه داغ بر روی فرامینیفرهای بتونیک سنومانین - تورونین و تاثیر وقایع کمبود اکسیژن (OAE<sup>۲</sup>) بر روی فرامینیفرهای کفزی انجام داده‌اند. مشابه تحقیق کنونی اجتماع خانواده Gavelinellidae را در شرایطی از جمله با پایین‌تر بودن میزان کربن آلی در رسوبات گزارش نمودند که می‌تواند در ارتباط با کاهش ورود رسوبات آواری و شرایط طبیعی‌تر دریایی باشد که باعث تهویه بهتر کف دریا و مناسب‌تر شدن محیط برای زندگی جنس‌های خانواده Gavelinellidae باشد.

## ۵- نتیجه گیری

در مطالعه سازندهای سنگانه و آیتامیر در حوضه کپه داغ ۴۸۰ نمونه نرم و سخت به صورت سیستماتیک از برش‌های مراوه‌تپه، تکل کوه، شیخ، گدوکانلو و کلات برداشت و آماده سازی شده است. با توجه به روند رشد و تکامل سریع جنس‌های متعلق به خانواده Gavellinidae در طی کرتاسه این گروه از فرامینیفرها از جنبه مطالعات زیست چینه‌ای و دیرینه بوم‌شناسی از جایگاه خاصی برخوردار هستند. در مطالعه سازندهای سنگانه و آیتامیر در برش‌های مورد مطالعه ۴ بایوزون شامل *Gavelinella flandrini-Gaudryina cf. praedivida* assemblage zone, *Berthelina intermedia* assemblage zone, *Berthelina cenomanica* Assemblage Zone, *Berthelina intermedia-Osangularia schloenbachi* Assemblage Zone معرفی شده است. بر اساس فسیل‌های شناسایی شده سن سازند سنگانه در برش تکل کوه آبتین پسین می‌باشد که در برش‌های شیخ، گدوکانلو و کلات به آلبین-پیشین - میانی تغییر یافته و نشانگر جوان‌تر شدن سن سازند از شمال غرب به طرف جنوب شرق است. سن سازند آیتامیر

<sup>۱۷</sup> Shokri et al.

<sup>۱۸</sup> Kalanat et al.

که در برش مراوه‌تپه آلبین-پیشین-میانی؟- سنومانین تعیین شده است به سمت جنوب شرق جواتر شده و در سایر برش‌ها آلبین-پسین-سنومانین می‌باشد. به هر حال این تغییرات سنی می‌تواند به دلیل پیشروی دریا که از سمت شمال-غرب به سمت جنوب شرق اتفاق افتاده است، نسبت داده شود.

در برش‌های مورد مطالعه فراوان‌ترین جنس‌های متعلق به خانواده *Gavellinidae* دارای پوسته‌ای پیچیده در یک سطح تا پیچیده در سطوح مختلف می‌باشند که در سطح رسوبات قسمت میانی و خارجی فلات قاره تا قسمت بالای شیب قاره‌ای، محیط‌های هوازی تا نیمه‌هوازی با میزان غذایی پایین حضور داشته و در سازند سنگانه در برش‌های تکل کوه و شیخ با یک پراکندگی خوب قابل مشاهده‌اند.

در طی نهشته شدن سازند سنگانه، فراوان‌تر بودن فرامینیفراهای متعلق به خانواده *Gavellinidae* نسبت به فرامینیفراهای پلانکتونیک نشانه‌ای از حوضه رسوب‌گذاری کم‌عمق تا متوسط در قسمت میانی و خارجی فلات قاره تا قسمت بالای شیب قاره‌ای می‌باشد در حالیکه حضور بیشتر فرامینیفراهای پلانکتونیک نسبت به فرامینیفراهای بتونیک در سازند آیتامیر معرف عمیق‌تر شدن حوضه می‌باشد.

## تشکر و قدردانی

از داوران این مقاله آقای دکتر محمد شریفی و خانم دکتر الهه ستاری تشکر می‌گردد.

## منابع

- [۱] افشار حرب، ع.، ۱۳۷۳، زمین‌شناسی ایران، زمین‌شناسی کپه‌داغ، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۲۷۵ صفحه.
- [۲] رئیس السادات، س. ن. و موسوی حرمی، س. ر. ۱۳۷۲، چینه‌شناسی و بایو استراتیگرافی سازندهای سرچشمه و سنگانه در شرق حوضه کپه‌داغ. فصلنامه علوم زمین، سال ۲، شماره ۷، ص. ۷۳-۵۸.
- [۳] رئیس السادات، س. ن.، محبوبی، ا.، ۱۳۸۹، بررسی ایزوتوپهای پایدار کربن و اکسیژن در سازندهای سرچشمه و سنگانه در غرب حوضه کپه‌داغ. نشریه علمی پژوهشی رخساره‌های رسوبی (۲)، ص. ۸۸-۹۸.
- [۴] علامه، م.، ۱۳۹۸، محیط زیست دیرینه و رخساره‌های پالینولوژیکی سازند سنگانه در برش چینه‌شناسی امیرآباد (خراسان رضوی). امیرآباد نشریه علمی پژوهشی رخساره‌های رسوبی (۱)، ص. ۱۳۳-۱۴۵.
- [۵] معتمدالشریعتی، م.، صادقی، ع.، وزیری مقدم، ح. و موسوی حرمی، ر. ۱۳۹۱، ریز زیست‌چینه‌نگاری سازند آیتامیر در شمال غرب حوضه کپه‌داغ (برش مراوه‌تپه). فصلنامه علوم زمین، شماره ۸۵، ص. ۲۳۶-۲۲۵، سازمان زمین‌شناسی کشور.
- [۶] مهاجر، غ. ع. ۱۳۵۵، نقش مهاجرت هیدروکربورها در تشکیل مخزن گازی خانگیران و اهمیت آن در اکتشاف منطقه کپه‌داغ. مجموعه مقالات دومین سمپوزیوم زمین‌شناسی ایران. انجمن نفت ایران، ص. ۲۶۲-۲۴۳.

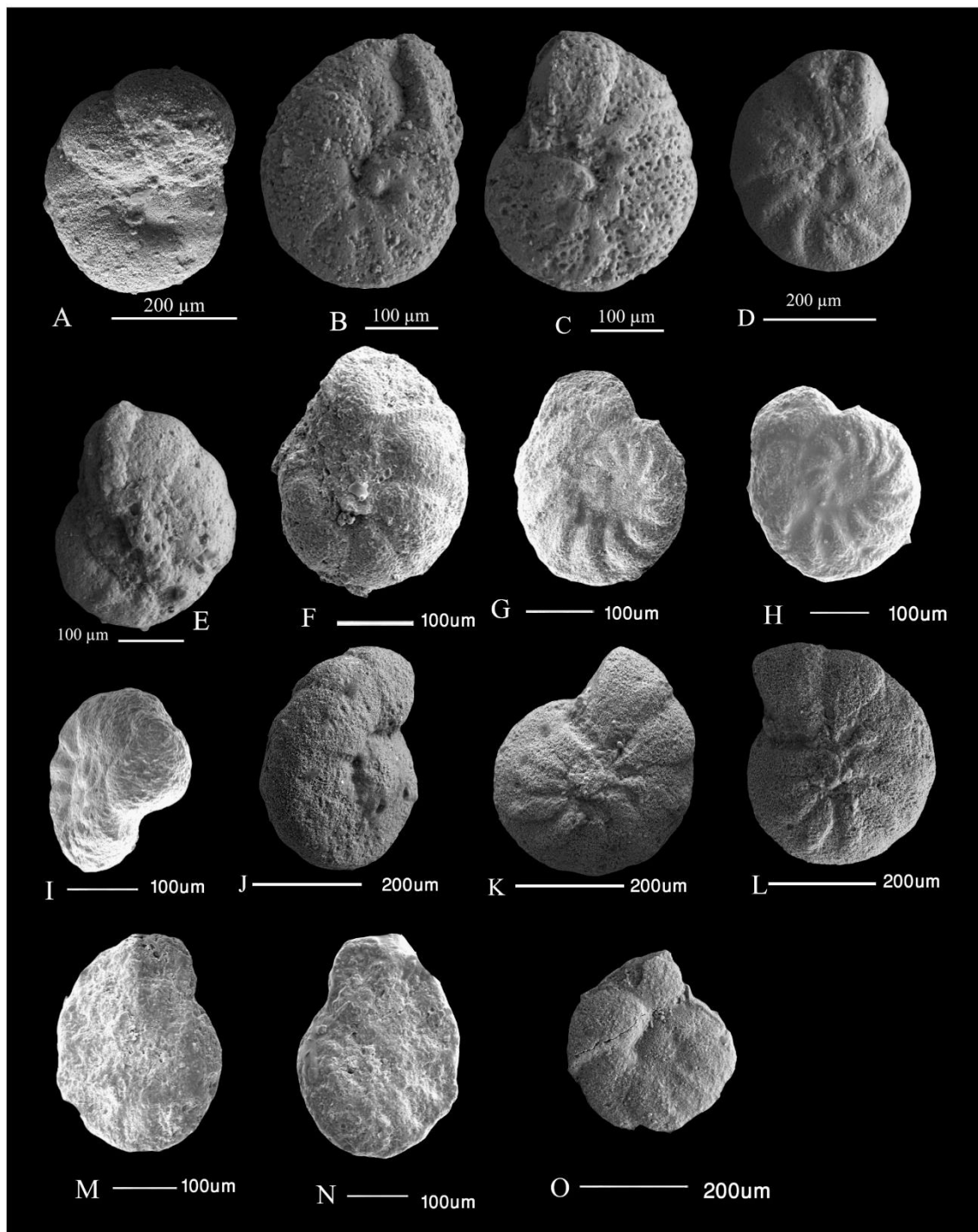
[۷] AFSHAR-HARB, A., ۱۹۷۹, The stratigraphy, tectonics and petroleum geology of the Kopet Dagh region, northern Iran. Unpublished Ph.D. Thesis, Imperial College of Science and Technology, London, ۳۱۶ pp.

[۸] AFSHAR-HARB, A., ۱۹۸۲, Geological quadrangle map of Darreh Gaz, ۱:۲۵۰,۰۰۰ scales (one sheet), Exploration and Production, National Iranian Oil Company (NIOC), Tehran.

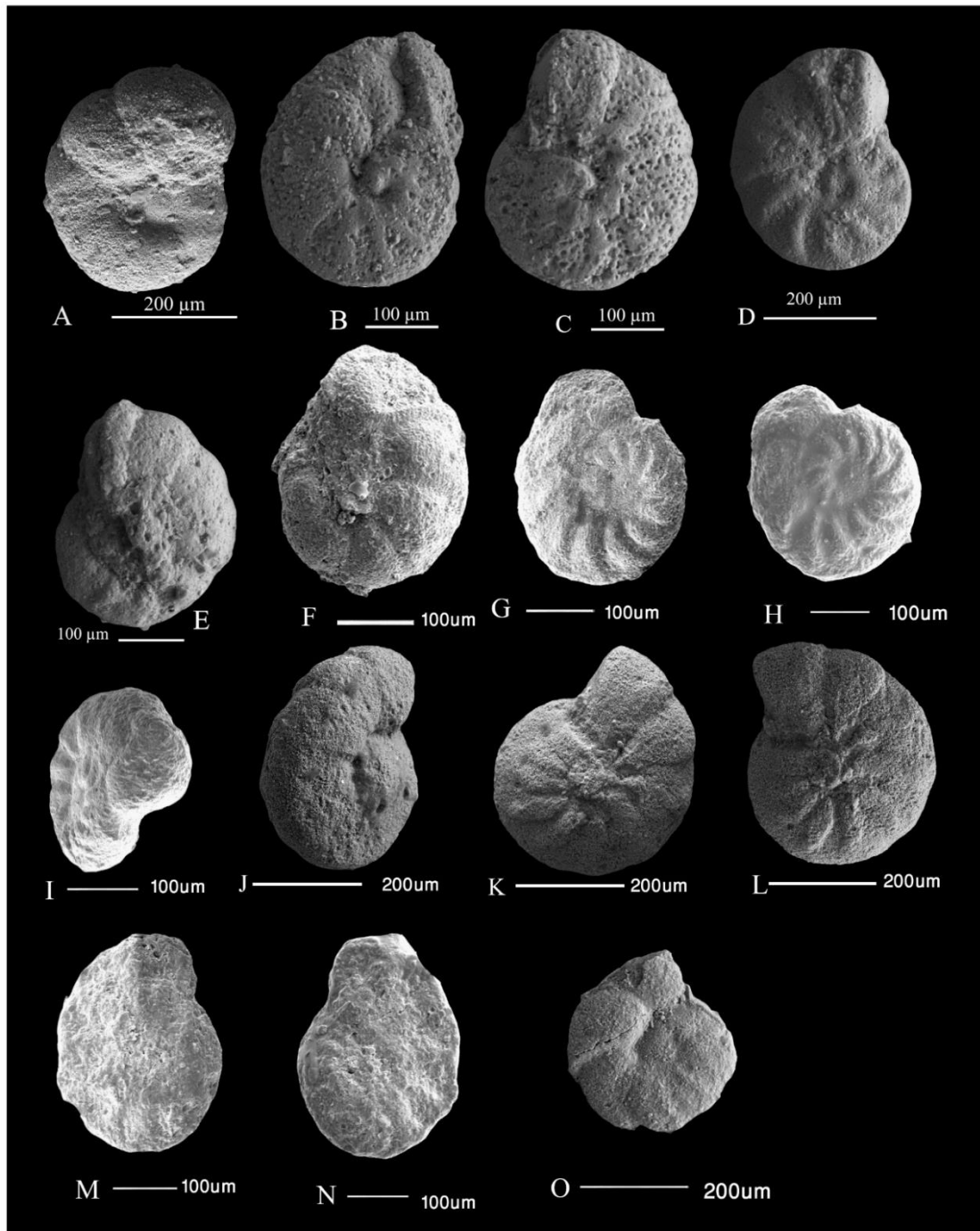


- [۹] AFSHAR-HARB, A., ۱۹۸۳, Geological Map of Sarakhs, ۱: ۲۵۰,۰۰۰ scales (one sheet), Exploration and Production, NIOC, Tehran.
- [۱۰] AFSHAR-HARB, A., SOHEILI, M. and VALEH, N., ۱۹۸۷, The Geological Map of Kuh –e-Kurkhud, ۱: ۲۵۰,۰۰۰ scales. Geological Survey of Iran.
- [۱۱] COCCIONI, R. and GALEOTTI, S., ۱۹۹۳, Orbitally induced cycles in benthonic foraminiferal morphogroups and trophic structure distribution patterns from the Late Albian "Amadeus Segment" (Central Italy). *Micropalaeontology*, ۱۲, ۲۲۷- ۲۳۹.
- [۱۲] CORLISS, B.H. and EMERSON, S., ۱۹۹۰, Distribution of Rose Bengal stained deep-sea benthic foraminifera from Nova Scotian continental margin and Gulf of Maine. *Deep-Sea Research*, ۳۷, ۳۸۱-۴۰۰.
- [۱۳] EICHER, D.L., ۱۹۶۶, Foraminifera from the Cretaceous Carlile Shale of Colorado. Cushman Found. Foramin. Res., Contr., ۱۶-۳۱, text-figs. ۱-۶.
- [۱۴] ERBACHER, J., GERTH SCHMIEDL, G. and HEMLEBEN, CH. ۱۹۹۸, Benthic foraminiferal assemblages of late Aptian-early Albian black shale intervals in the Vocontian Basin, SE France. *Cretaceous Research*, ۱۹, ۸۰۵-۸۲۶.
- [۱۵] FENNER, J., ۲۰۰۱, Middle Albian geography oceanography and climate and the setting of the Kirchode ۱, ۲ borehole sites. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, ۱۷۴, ۵-۳۲
- [۱۶] GHASEMI-NEJAD, E., SHOKRI, N., and ASHOURI, A.R., ۲۰۱۵, Palynostratigraphy of the Sanganeh Formation at the East and Central Kopeh-Dagh Basin based on dinoflagellate cysts. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, ۳۱, ۱, No.۱, ۱-۱۲
- [۱۷] GOODAY, A.J., ۱۹۹۳, Deep-sea benthic foraminiferal species which exploit phytodetritus characteristic features and controls on distribution. *Marine Micropaleontology*, ۲۲, ۱۸۷-۲۰۵
- [۱۸] HART, M. B., and SWIECICKI, A., ۱۹۸۷, Foraminifera of the chalk facies, in Hart, M. B. (ed.), *Micropalaeontology of Carbonate Environments*: Ellis Horwood Limited., Chichester, p. ۱۲۱-۱۳۷
- [۱۹] HART, M. B., and SWIECICKI, A., ۱۹۸۸, The Genus *Gavelinella* Brotzen, ۱۹۴۲, in the Cretaceous strata of the U.K. *Revue de Paleobiologie*, Special Volume ۲, ۲۸۹-۲۹۴.
- [۲۰] HART, M.B., BAILEY, H.W., CRITTENDEN, S., FLETCHER, B N., PRICE, R J., and SWIECICKI, A., ۱۹۸۹, Cretaceous. In: JENKINS, D G., and MURRAY, J W., (eds). *Stratigraphical Atlas of Fossil Foraminifera*, ۲<sup>nd</sup> edition. Ellis Horwood Ltd., London, ۲۷۳-۳۷۱.
- [۲۱] HAY, W.W., ۱۹۹۵, Paleooceanography of marine organic-carbon rich sediments. *AAPG Stud. Geol.*, ۴۰, ۲۱-۵۹.
- [۲۲] HOLBOURN, A., and KAMINSKI, M., ۱۹۹۷, Lower Cretaceous deep -water foraminifera of Indian Ocean. Grzybowski Foundation, Special Publication, ۴, ۱۷۲ p.
- [۲۳] JORISSEN, F J., DE STIGTER, H C. and WIDMARK, J G V., ۱۹۹۵, A conceptual model explaining benthic foraminiferal microhabitats. *Marine Micropaleontology*, ۲۶, ۳-۱۵.
- [۲۴] KAIHO, K., ۱۹۹۴, Benthic foraminiferal dissolved-oxygen index and dissolved-oxygen levels in the modern ocean. *Geology*, ۲۲, ۷۱۹-۷۲۲.
- [۲۵] KAIHO, K., ۱۹۹۸, Evolution in the test size of deep-sea benthic foraminifera during the past ۱۲۰ m.y. *Marine Micropaleontology*, ۳۷, ۵۳-۶۵.

- [۲۶] KAIHO, K., and HASEGAWA, T., ۱۹۹۴, End-Cenomanian benthic foraminiferal extinctions and dysoxic events in the northwestern Pacific Ocean margin. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, ۱۱۱, ۲۹-۴۳.
- [۲۷] KALANTARI, A., ۱۹۶۹, Foraminifera from the middle Jurassic-Cretaceous successions of Kopet Dag region (NE-Iran). Geological Laboratory Publication, No.۳, N.I.O.C., Tehran Iran; Ph.D. Thesis, London University.
- [۲۸] KALANAT, B., VAHIDINIA, M., VAZIRI-MOGHADDAM, H., MAHMUDY-GHARAIE, M.H., and FUJIO KUMON, C., ۲۰۱۷, Paleoenvironmental perturbation across the Cenomanian-Turonian boundary (OAE<sup>۲</sup>) in the Kopet-Dagh basin inferred from benthic foraminiferal assemblages and geochemical anomalies. *Journal of African Earth Sciences*, ۱۳۴, ۳۳-۴۷.
- [۲۹] MOTAMEDALSHARIATI, M., SADEGHI, A., VAZIRI MOGHADDAM, H. and MOUSSAVI-HARAMI, R., ۲۰۱۱, New Foraminifera and morphogroups from Sanganeh Formation in Takal Kuh section, western Kopeh Dag basin. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, ۴۰, ۳, ۱۳۷-۱۵۰.
- [۳۰] MOTAMEDALSHARIATI, M., SADEGHI, A., VAZIRI MOGHADDAM, H. and MOUSSAVI-HARAMI, R. ۲۰۱۷, Foraminiferal biozonation and morphogroups from shale member of the Aitamir Formation in Maraveh Tappeh section, northwest Kopphe-Dagh Basin. *Geopersia*, ۷, ۲, ۲۳۷-۲۵۴.
- [۳۱] PARRISH, J.T., ۱۹۹۵, Paleogeography of Corg-rich rocks and the preservation versus production controversy. *AAPG Stud. Geol.*, ۴۰, ۱-۲۰.
- [۳۲] REVETS, S.A., ۱۹۹۶, The generic revision of five families of Rotaliine foraminifera. Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication, ۳۴, ۱-۱۰۸.
- [۳۳] REVETS, S.A., ۲۰۰۱, The revision of *Gavelinella* Brotzen, ۱۹۴۲, *Berthelina* Malapris, ۱۹۶۵ and *Lingulogavelinella* Malapris, ۱۹۶۵. Cushman foundation for foraminiferal Research, Special Publication, ۳۷, ۱-۱۱۰.
- [۳۴] SEN GUPTA, B.K., and MACHAIN-CASTILLO, M.L., ۱۹۹۳, Benthic foraminifera in oxygen-poor habitats. *Marine Micropaleontology*, ۲۰, ۱۸۳-۲۰۱.
- [۳۵] SHOKRI, N., GHASEMI-NEJAD, E., and ASHOURI, A.R., ۲۰۲۱, Palynofacies and Palaeoenvironment of the Sanganeh Formation, East and the Center of the Kopet-Dagh Basin. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, ۳۷, ۴, No.۸۵, ۱-۲۲
- [۳۶] TYSZKA, J.W., ۲۰۰۶, Taxonomy of Albian Gavelinellidae (foraminifera) from the lower Saxony basin, Germany, *Palaeontology*, ۴۹, ۱۳۰۳-۱۳۳۴.
- [۳۷] VAN DER ZWAAN, G.J., DUIJNSTEE, I.A.P., DEN DULK, M., ERNST, S.R., JANNINK, N.T. and KOUWENHOVEN, T.J., ۱۹۹۹, Benthic foraminifers proxies or problems? A review of paleocological concepts. *Earth-Science Reviews*, ۴۶, ۲۱۳-۲۳۶.
- [۳۸] WIDMARK, J., ۲۰۰۰, Biogeography of terminal Cretaceous benthic foraminifera deep-water circulation and trophic gradients in the deep South Atlantic. *Cretaceous Research*, ۲۱, ۳۶۷-۳۷۹.



**Plate 1** A- *Lingulogavelinella asterigerinoides* Plummer, Aitamir Formation, Maraveh Tappeh section, sample number MMR ۶۲-۴-۵; B, C- *Gavelinella plummerae* Tappan, Aitamir Formation, Maraveh Tappeh section, sample number MMR ۸۰-۲-۸; D- E- *Berthelina intermedia* Berthelin, Aitamir Formation, Maraveh Tappeh section, sample number MMR ۷۴-۲-۲۶, ۷۴-۲-۲۷; F- *Gavelinella flandrini* Moullade, Sanganeh Formation, Takal Kuh section sample number Tk-۲۸-۲; G, H, I- *Osangularia schloenbachi* Reuss, Sanganeh Formation, Shaykh section, sample number MSH-۵; J, K, L- *Berthelina cenomanica* Brotzen, Aitamir Formation, Maraveh Tappeh section, sample number MMR-۸۲-۱-۲۰; M, N- *Gavelinella intermedia* Berthelin, Sanganeh Formation, Kalat section, sample number MKR-۹۹; O- *Gavelinella berthelini* Keller, Sanganeh Formation, Sheykh section, sample number MSH-۲-۷.



**Plate 1** A- *Lingulogavelinella asterigerinoides* Plummer, Aitamir Formation, Maraveh Tappeh section, sample number MMR ۶۲-۴-۵; B, C- *Gavelinella plummerae* Tappan, Aitamir Formation, Maraveh Tappeh section, sample number MMR ۸۰-۲-۸; D- E- *Berthelina intermedia* Berthelin, Aitamir Formation, Maraveh Tappeh section, sample number MMR ۷۴-۲-۲۶, ۷۴-۲-۲۷; F- *Gavelinella flandrini* Moullade, Sanganeh Formation, Takal Kuh section sample number Tk-۲۸-۳; G, H, I- *Osangularia schloenbachi* Reuss, Sanganeh Formation, Shaykh section, sample number MSH-۵; J, K, L- *Berthelina cenomanica* Brotzen, Aitamir Formation, Maraveh Tappeh section, sample number MMR-۸۳-۱-۲۰; M, N- *Gavelinella intermedia* Berthelin, Sanganeh Formation, Kalat section, sample number MKR-۹۹; O- *Gavelinella berthelini* Keller, Sanganeh Formation, Sheykh section, sample number MSH-۲-۷.

## Biostratigraphy and paleoecology of the Family Gavelinellidae from the Sanganeh and Aitamir formations, Kopeh-Dagh Basin, NE Iran

Maryam Motamedalshariati <sup>۱\*</sup>, Abbas Sadeghi <sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> Department of Geology, Faculty of Science, University of Birjand, Birjand, Iran

<sup>۲</sup> Department of Geology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

\* mmotamed@birjand.ac.ir

Received: February ۲۰۲۳, Accepted: May ۲۰۲۳

### Abstract

The sedimentary basin of Kopeh-Dagh is located in the northeast of Iran. This sedimentary basin has been interested for a long time because of hydrocarbon materials. Gavelinellids are the most abundant and dominant groups of benthic foraminifera in epicontinental seas during Cretaceous period which belong to Suborder Rotalina. They have shown a wide biogeographical distribution and dispersion in many areas of Tethys. Their evolutionary trend during the Cretaceous time was success. In this research some genera and species from this family in the Sanganeh and Aitamir Formations at five stratigraphic sections including Marave Tappeh, Takal kuh, Sheykh, Gadvecanlou and Kalat have been reported. Moreover, from point of biostratigraphical and paleoecological applications have been investigated.

Four biozones including *Gavelinella flandrini-Gaudryina* cf. *praedivida* assemblage zone, *Berthelina intermedia* assemblage zone, *Berthelina cenomanica* Assemblage Zone, *Berthelina intermedia-Osangularia schloenbachi* Assemblage Zone have been introduced.

Based on the reported genera and species of the Gavelinellidae family, it can be stated that the studied formations were deposited in the middle and outer part of the continental shelf to the upper part of the continental slope and in aerobic to semi-aerobic environments. The presence of more planktonic foraminifera than benthic foraminifera in the Aitamir Formation, indicates the depth of the basin increases.

**Keywords:** Paleoecology, Biostratigraphy, Aitamir Formation, Sanganeh Formation, Kopeh-Dagh, Cretaceous