

چینه‌نگاری زیستی بخش فوقانی سازند گرو بر اساس نانوفسیل‌های آهکی در برش تاقدیس شیخ صالح در شمال غرب کرمانشاه، پهنه لرستان (حوضه زاگرس)

سعیده سنماری^(۱)

۱. دانشیار، گروه معدن، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۲۲

چکیده

در این مطالعه بخش فوقانی سازند گرو به ضخامت ۲۴ متر در برش تاقدیس شیخ صالح واقع در شمال غرب کرمانشاه از نقطه‌نظر نانوفسیل‌های آهکی مورد بررسی قرار گرفت. در این برش سازند گرو در اصل از آهک‌های آرزلیلی متوسط لایه تشکیل شده است. به‌منظور معرفی گونه‌های شاخص و زیست‌زون‌ها، ۱۷ اسلاید از سازند گرو مطالعه شد که در نتیجه منجر به تشخیص سه زیست‌زون شد. در نتیجه این مطالعه ۲۰ گونه و ۱۵ جنس از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شد. بر اساس زون‌های زیستی به دست آمده، بازه زمانی بخش فوقانی سازند گرو در برش مورد مطالعه از اواخر سنومانین پیشین تا اواخر سنومانین پسین پیشنهاد می‌شود. این بازه با بخش فوقانی زیست‌زون Eiffellithus turriseiffelii Zone (CC9) و Microrhabdulus decorates Zone (CC10) و بخش زیرین زیست‌زون Quadrum gartneri Zone (CC11) از زون‌بندی (Sissingh, 1977) و زون‌های زیستی UC1, UC2, UC3 و بخش زیرین زون زیستی UC7 از زون‌بندی (Burnett, 1998) هم‌خوانی دارد.

واژه‌های کلیدی: چینه‌نگاری زیستی، حوضه زاگرس، سازند گرو، کرتاسه، نانوفسیل‌های آهکی.

مقدمه

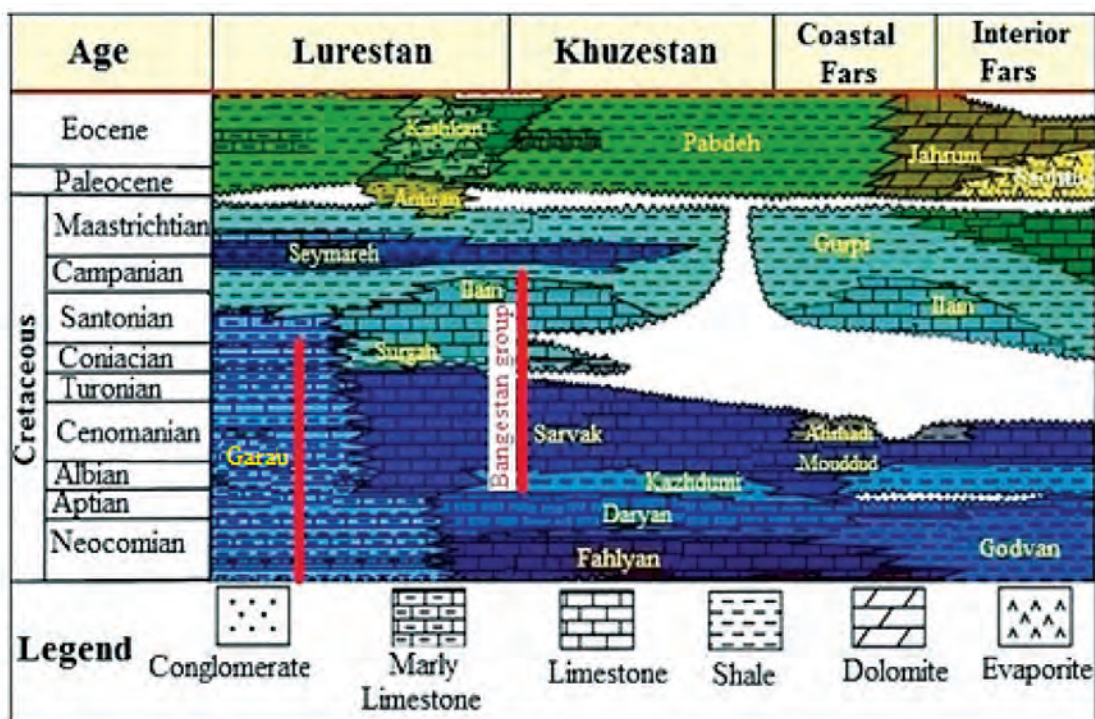
زاگرس چین‌خورده در همه جا ویژگی‌های زمین‌شناختی یکسانی ندارد بنابراین به پهنه‌های مختلفی نظیر فروافتادگی کرکوک، لرستان، پهنه ایذه، فروافتادگی دزفول، دشت آبادان، پهنه فارس و خشکی بندرعباس تقسیم می‌شود (مطیعی، ۱۳۷۴). زیرپهنه لرستان بخشی از زاگرس چین‌خورده با روند کلی شمال غرب تا جنوب شرقی است و در آن تاقدیس‌های متعدد بزرگ و کوچکی به چشم می‌خورد. در این زیر پهنه، رخساره‌های دریایی باز (سازندهای گرو، سروک و ایلام) بیشتر گسترش داشته و با رخساره‌های کم

ژرف زیر پهنه‌های فارس و خوزستان (سازندهای فهلیان، گدون، داریان، کژدمی، سروک و ایلام) تفاوت دارد (James and Wynd, 1965). در این رابطه James and Wynd (1965) نام آهک‌های رودیستی کرتاسه را به گروه بنگستان تغییر داده و چهار سازند کژدمی، سروک، سورگاه و ایلام را در این گروه تعریف کردند (شکل ۱). نام سازند گرو از تنگ گرو واقع در کبیرکوه استان لرستان گرفته شده است (James and Wynd, 1965). برش نمونه این سازند در ۱۰ کیلومتری شمال شرقی روستای قلعه دره واقع در یال جنوب غربی کبیرکوه انتخاب شده است. مختصات

* نویسنده مرتبط: s.senemari@eng.ikiu.ac.ir

سازند از لحاظ علمی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از تحقیقات صورت گرفته بر روی این سازند می‌توان به تحقیقات تولایی و همکاران (۱۳۸۶)، جمالیان و همکاران (۱۳۹۰)، عظام‌پناه و همکاران (۱۳۹۱)، صرفی و همکاران (۱۳۹۶)، Sarfi et al. (2014) اشاره کرد. سازند گرو در برش مورد مطالعه به‌طور عمده از سنگ‌آهک آرژیلی نازک لایه تشکیل شده است. ضخامت بخش فوقانی سازند گرو در برش مورد مطالعه ۲۴ متر است. تفکیک مرز بالایی این سازند با سازند سروک به دلیل سنگ‌شناسی آهکی همسان، چندان ساده نیست اما جدایش ردیف لایه‌های آهکی ضخیم لایه به همراه نبود آهک‌های آرژیلی و جدایش آن از آهک‌های نازک لایه از یک‌سو و همچنین تعیین سن انجام شده از سوی دیگر، مرز هم‌شیب و تدریجی بین دو سازند را به‌صورت تقریبی معین و معرفی می‌کند. در این راستا، مطالعه بخش فوقانی سازند گرو که در پهنه زمین‌شناسی لرستان قرار دارد با در نظر گرفتن چگونگی تعیین مرز آن با سازند سروک بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی هدف این نوشتار است.

جغرافیایی قاعده برش نمونه "۵۵' ۴۱' ۴۶° طول شرقی و "۴۲' ۲۵' ۳۳° عرض شمالی است (مطیعی، ۱۳۷۴). سازند گرو در تنگ گرو از شیل، مارن‌های تیره رنگ و سنگ‌آهک‌های رسی نازک لایه تشکیل و ضخامت آن ۸۹۶ متر است. این سازند در برش نمونه با ناپیوستگی فرسایشی در زیر سنگ‌آهک‌های گروه بنگستان قرار دارد. البته این مرز در مناطق مختلف متفاوت است، به‌طوری‌که سازند گرو در شرق فروافتادگی دزفول در زیر سازند فهلیان با سن نئوکومین و در نواحی مرکزی لرستان در زیر سازند سورگاه با سن کنیاسین قرار دارد. بر اساس شواهد زیرزمینی، سازند گرو در نواحی لرستان و فروافتادگی دزفول بر روی رسوبات تبخیری سازند گوتنیا و یا سنگ‌آهک‌های برشی شده معادل گوتنیا قرار دارد (مطیعی، ۱۳۷۴). مطالعات انجام شده در ناحیه لرستان نشان می‌دهد که پس از رسوب‌گذاری سازند گوتنیا، از اوایل کرتاسه پیشین به بعد شرایط احیایی در محیط عمیق رسوبی برقرار گشته و شیل‌های سیاه رنگ همراه با سنگ‌آهک‌های رسی متورق سازند گرو از بریازین تا آپتین و گاه تا کنیاسین نهشته شده‌اند. با توجه به پتانسیل بالای سازند گرو به‌عنوان سنگ منشأ نفت، بررسی این



شکل ۱. چگونگی گسترش سازند گرو در پهنه لرستان (James and Wynd, 1965)

منطقه جغرافیایی و روش مطالعه

تحت تأثیر فاکتورهای انحلال و دیاژنز قرار گرفته که این عوامل سبب تغییر در حفظ‌شدگی نمونه‌ها شده و تشخیص آنها را با مشکل روبرو می‌کند (Roth, 1983). به نظر می‌رسد که تغییرات فاکتورهای محیطی وابسته به رویداد بی‌اکسیژن اقیانوسی^۲ (OAEs)، به‌عنوان مثال در حوضه‌های پلاژیک متعلق به بازه زمانی اواخر سنومانین تا تورونین در جهان رخ داده است (صرفی و همکاران، ۱۳۹۶)، عامل موثر در چگونگی حفظ‌شدگی گونه‌ها و همچنین نبود فسیلی در فواصلی از ستبرای برش مورد مطالعه در این بخش از حوضه نئوتتیس باشد. در این تحقیق برای انجام مطالعه چینه‌نگاری زیستی بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی از زون بندی Sissingh (1977) و Burnett (1998) استفاده شد. همچنین اولین حضور و آخرین حضور گونه‌های شاخص به ترتیب با نمادهای FO و LO نشان داده شده است. نماد CC بیانگر کوکولیت‌های کرتاسه و نماد UC بیانگر زون‌های کرتاسه بالایی است.

بحث

حوادث زیستی نانوفسیل‌های آهکی

اولین رویدادهای زیستی مربوط به نانوفسیل‌های آهکی، در بخش فوقانی سازند گرو، به ترتیب ثبت اولین حضور گونه شاخص *Corolithion kennedyi*، اولین حضور گونه شاخص *Gartnerago segmentum* و اولین حضور گونه شاخص *Microrhabdulus decoratus* است. در این فاصله گونه *Eiffellithus turriseiffelii* نیز در نمونه‌ها مشاهده و ثبت شد. از این رو، این بخش از سازند گرو، معادل بخش فوقانی زون CC9 (دقیق‌تر زیرزون CC9c) از زون بندی Sissingh (1977) و UC1 از زون بندی Burnett (1998) است. نخستین حضور گونه *M. decoratus* (سنومانین میانی) در ضخامت پنج متری از بخش مورد مطالعه، در سازند گرو رخ داد. سپس حادثه زیستی بعدی، ثبت اولین حضور گونه شاخص *Lithraphidites acutus* است. ثبت حضور گونه *L. acutus* در ضخامت ۵/۲ متری صورت گرفت.

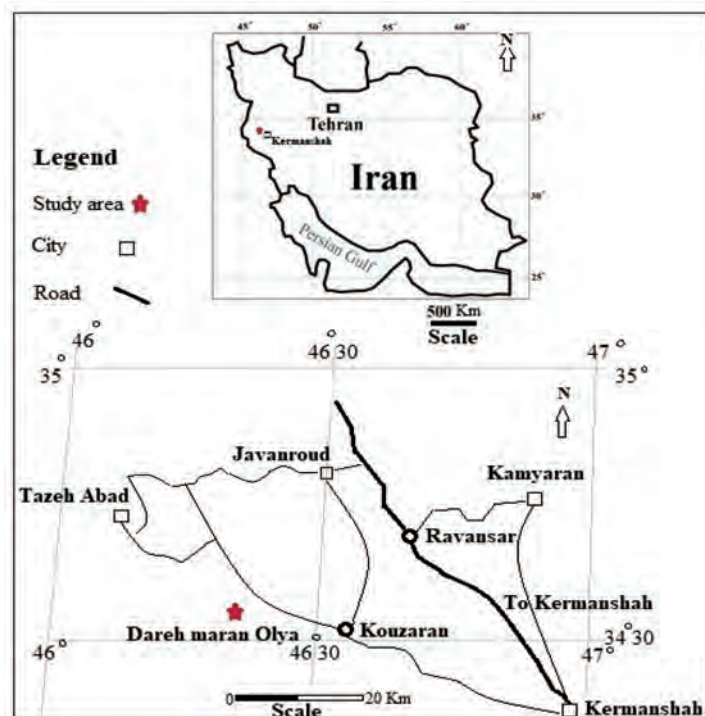
برش مورد مطالعه در شمال غرب کرمانشاه، در شمال روستای دره مران علیا از یال شمالی تاق‌دیس شیخ صالح قرار دارد (شکل ۲). مختصات جغرافیایی برش مورد مطالعه در موقعیت بین طول‌های جغرافیایی ۳۰°۴۶' - ۰۰°۴۶' شرقی و بین عرض‌های جغرافیایی ۳۰°۳۴' - ۰۰°۳۵' شمالی قرار دارد. در برش مورد مطالعه، بخش فوقانی سازند گرو با حدود ۲۴ متر از رسوبات آهک‌های آرژیلی مورد مطالعه قرار گرفت. این سازند در زیر سازند سروک قرار دارد. مرز فوقانی سازند گرو با سازند سروک از طریق تبدیل آهک‌های نازک لایه به آهک‌های ضخیم لایه و نبود آهک‌های آرژیلی مشخص می‌شود. برای مطالعه نانوفسیل‌ها تعداد ۱۷ نمونه به‌صورت سیستماتیک از بخش فوقانی سازند گرو و یک نمونه از قاعده سازند سروک برداشت شد (در مجموع ۱۸ نمونه). آماده‌سازی نمونه‌ها طبق روش اسمیر اسلایدا صورت گرفت (Bown and Young, 1998). سپس اسلایدها توسط میکروسکوپ پلاریزان المپوس با بزرگنمایی ۱۰۰۰ در نورهای معمولی (PPL) و پلاریزه (XPL) مطالعه شدند.

الگوی زیست زون بندی نانوفسیل‌های آهکی

گستره سنی کوتاه، فراوانی نسبی و گسترش جغرافیایی وسیع نانوفسیل‌های آهکی، این گروه فسیلی را به‌عنوان شاخصی مهم در مطالعات چینه‌نگاری زیستی مطرح می‌کند (Sissingh, 1977; Perch-Nielsen, 1985; Watkins et al., 1996; Burnett, 1998; Lees, 2002; Watkins and Self-Trail, 2005). Sissingh (1977) در حوضه تتیس، زون‌های زیستی CC1-CC9 را برای بازه زمانی بریازین-آلبین (کرتاسه پیشین) معرفی کرد. بعدها Applegate et al. (1989) تصحیحاتی را بر روی این زون بندی انجام داده و این بازه زمانی را علاوه بر زون‌های تعریف شده به ۱۲ زیرزون نیز تقسیم کرد (Mutterlose, 1992). در برش مورد مطالعه از بخش فوقانی سازند گرو، تعداد ۲۰ گونه متعلق به ۱۵ جنس از نانوفسیل‌های آهکی با حفظ‌شدگی متوسط تا ضعیف شناسایی شد. در رابطه با حفظ‌شدگی، تجمعات نانوفسیل‌های آهکی ممکن است

1. Smear slide

2. Oceanic Anoxic Events



شکل ۲. موقعیت ناحیه مورد مطالعه در شمال غرب کرمانشاه (بر اساس Google Earth)، برش مطالعه شده توسط ستاره مشخص شده است

حد فوقانی زون CC11 در زون‌بندی (Sissingh 1977) است، ثبت نشد. بنابراین با توجه به ثبت اولین حضور گونه *Quadrum gartneri* تنها بخش زیرین زون زیستی CC11 در برش مورد مطالعه تعیین و مشخص شد. بلافاصله پس از حضور گونه شاخص مذکور، که تعیین کننده حد زیرین زون CC11 است، آخرین حضور گونه *Stoverius achylosus* ثبت شد (فقط یک گونه در نمونه شماره ۱۶، ضخامت ۲۳/۶ متر). این بخش از زون CC11، معادل بخش زیرین زون UC7 از زون‌بندی (Burnett 1998) است (شکل ۳).

شرح زون‌های زیستی شناسایی شده در این برش به ترتیب زیر است:

Eiffellithus turriseiffelii Zone (CC9)

این زون از حضور گونه *Eiffellithus turriseiffelii* تا حضور گونه *Microrhabdulus decoratus* ادامه دارد (Perch-Nielsen, 1985). این زون توسط Thierstein (1971) معرفی و به وسیله Sissingh (1977) تصحیح شده است. از مهم‌ترین تجمع‌های فسیلی همراه در این زون می‌توان به گونه‌های *Eiffellithus turriseiffelii*,

این قسمت از بخش فوقانی سازند گرو، یعنی فاصله بین اولین حضور گونه *Gartnerago segmentum* تا حضور گونه *L. acutus* معادل زون UC2 از زون‌بندی (Burnett 1998) است. به دنبال حادثه زیستی بعدی ثبت آخرین حضور گونه *C. kennedyi* در ضخامت ۱۲/۷ متری است. ثبت حضور گونه *L. acutus* تا آخرین حضور گونه *C. kennedyi* معادل زون UC3 از زون‌بندی (Burnett 1998) است. به دنبال این حوادث، اولین حضور گونه *Quadrum gartneri* در سنومانین پسین، در ضخامت ۲۰/۱۴ متری از بخش فوقانی سازند گرو ثبت شد. در فاصله بین اولین حضور گونه *M. decoratus* تا اولین حضور گونه *Quadrum gartneri* هیچ حادثه زیستی دیگر، به غیر از ثبت آخرین حضور گونه *C. kennedyi* (ضخامت ۱۲/۷ متری) وجود نداشت، از این رو مطابقت با سایر زون‌های وابسته به زون‌بندی Burnett (1998) فراهم نشد. از این رو تقسیمات زون‌بندی Burnett (1998) برای زون‌های UC4, UC5, UC6 با علامت سوال در شکل ۳ مشخص شده است. از سویی دیگر در این مطالعه، گونه *Lucianorhabdus maleformis* که شاخص

acutus, *Zeugrhabdotus embergeri*, *Watznaueria fossacincta*, *Microrhabdulus decoratus*, *Eprolithus floralis* است. در این مطالعه هر دو گونه شاخص تعیین کننده زون CC10 ثبت شد. ثبت حضور گونه *Microrhabdulus decoratus* (متر ۴/۹، نمونه ۵) و گونه *Quadrum gartneri* (بازه زمانی سنومانین پسین، نمونه ۱۴)، در ضخامت ۲۰/۱۴ متری صورت گرفت. بنابراین ضخامت زون مورد مطالعه حدود ۱۵/۲ متر و سن زون مورد نظر، سنومانین پسین است. بخشی از این زون در مقطع مورد مطالعه، برای ثبت حضور گونه *L. acutus* در ضخامت ۵/۲ متری (نمونه ۵) و ثبت آخرین حضور گونه *C. kennedyi* در ضخامت ۱۲/۷ متری (نمونه ۱۱) معادل زون UC3 از زون بندی (1998) Burnett است. زون UC3 در زون بندی (1998) Burnett از اولین حضور گونه *L. acutus* تا اولین حضور گونه *Cylindralithus biarcus* تعریف می شود. این زون به زیرزون های UC3a تا UC3e تقسیم می شود. در مطالعه حاضر با توجه به ثبت اولین حضور گونه *L. acutus* (شاخص مرز زیرین زیرزون UC3a) تا آخرین حضور گونه *C. kennedyi* (شاخص مرز فوقانی زیرزون UC3d)، گستره زون UC3 تعیین شد. سایر شاخص های زیستی برای انجام مطابقت با زون های مربوط به زون بندی (1998) Burnett شناسایی نشد. از این رو تعیین سایر زون های (1998) Burnett فراهم نشد.

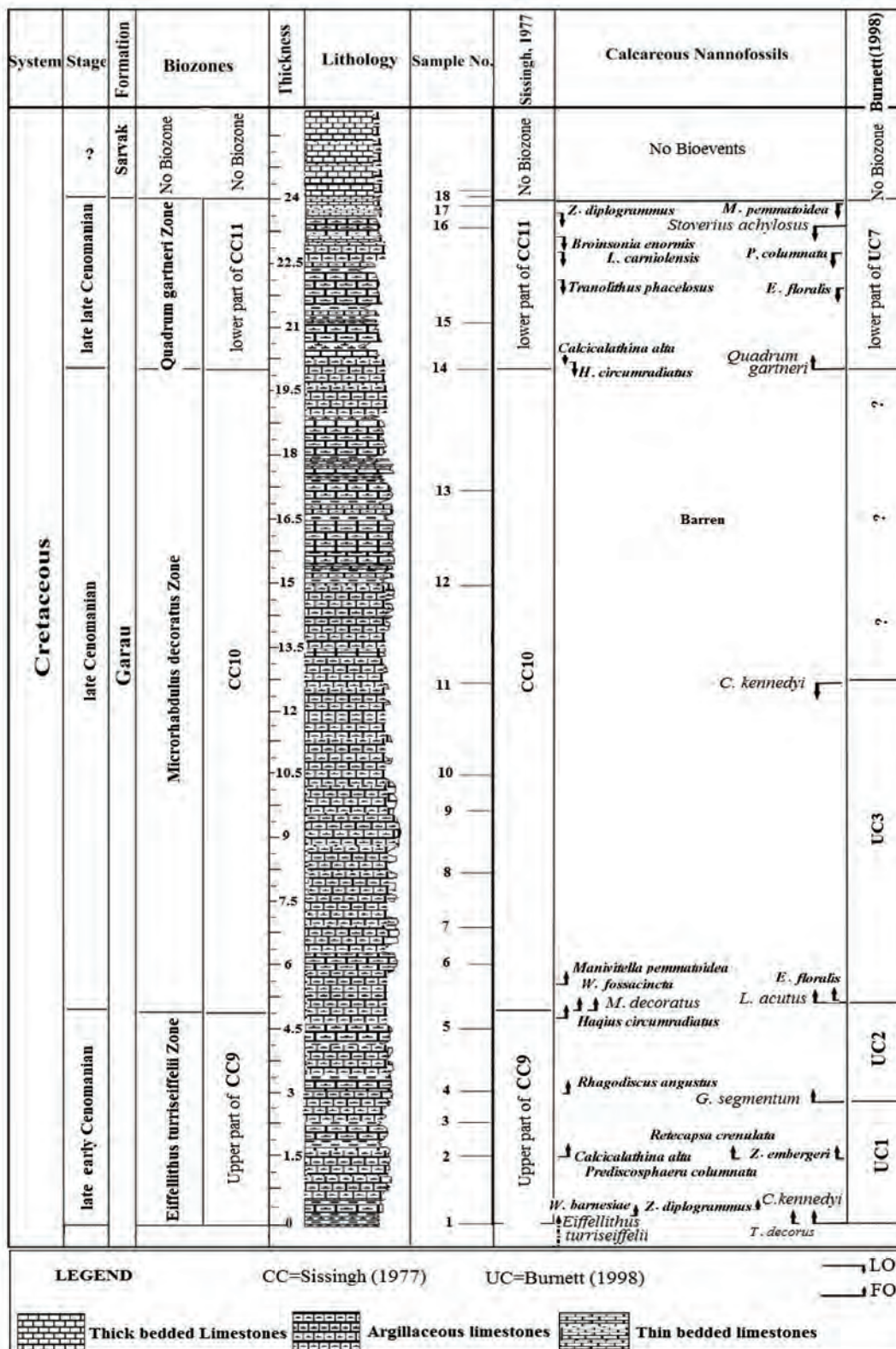
Quadrum gartneri Zone (CC11)

آخرین زون مطالعه شده در بخش فوقانی سازند گرو، زون *Quadrum gartneri* Zone است. این زون از اولین حضور گونه *Quadrum gartneri* تا اولین حضور گونه *Lucianorhabdus maleformis* ادامه دارد (Perch-Nielsen, 1985). برخی از مهم ترین تجمع های فسیلی همراه در این زون گونه های *Quadrum gartneri*, *Eiffellithus turriseiffelii*, *Tranolithus orionatus*, *Broinsonia enormis*, *Lithraphidites carniolensis*, *Watznaueria barnesiae*, *Zeugrhabdotus diplogrammus*, *Manivitella pemmatoidea*, *Stoverius achylosus*, *Calcicalathina alta*,

Corollithion kennedyi, *Zeugrhabdotus diplogrammus*, *Watznaueria barnesiae*, *Watznaueria biporta*, *Zeugrhabdotus embergeri*, *Retecapsa crenulata*, *Calcicalathina alta*, *Rhagodiscus angustus*, *Gartnerago segmentatum* اشاره کرد. در این مطالعه، بر اساس ثبت اولین حضور گونه شاخص *C. kennedyi* (متر ۰/۱، نمونه ۱) به همراه گونه *Eiffellithus turriseiffelii* (در قاعده برش مورد مطالعه) و به دنبال آن اولین حضور گونه شاخص، *Microrhabdulus decoratus* (متر ۴/۹، نمونه ۵) ضخامتی حدود پنج متر از بخش فوقانی زون CC9 برای آغاز بخش فوقانی سازند گرو از برش مطالعه شده تعیین شد. نخستین حضور گونه *M. decoratus* در ضخامت حدود پنج متری از بخش مورد مطالعه در سازند گرو ثبت شد. این بخش از سازند گرو، برای ثبت حضور گونه های شاخص *C. kennedyi* و سپس *G. segmentum* (متر ۲/۶، نمونه ۳) معادل زون UC1 و برای ثبت متوالی حضور گونه های *G. segmentum* و سپس *L. acutus* (متر ۵/۲، نمونه ۵) معادل زون UC2 از زون بندی (1998) Burnett است. زون UC1 در زون بندی (1998) Burnett، از اولین حضور گونه *C. kennedyi* تا اولین حضور گونه *G. segmentum* تعریف می شود. همچنین زون UC2، از اولین حضور گونه *G. segmentum* تا اولین حضور گونه *L. acutus* تعریف می شود. بنابراین، بر اساس فسیل های شاخص و مجموعه نانوفسیل های شناسایی شده، سن بخش فوقانی زون CC9 (زیرزون CC9c)، اواخر سنومانین پیشین می باشد.

Microrhabdulus decoratus Zone (CC10)

این زون از اولین حضور گونه *Microrhabdulus decoratus* تا اولین حضور گونه *Quadrum gartneri* ادامه دارد (Perch-Nielsen, 1985). این زون توسط Sissingh (1977) معرفی شده است (Perch-Nielsen, 1985). برخی از مهم ترین گونه ها در تجمع های فسیلی گونه های *Eiffellithus turriseiffelii*, *Corollithion kennedyi*, *Zeugrhabdotus diplogrammus*, *Watznaueria barnesiae*, *Watznaueria biporta*, *Lithraphidites*



شکل ۳. موقعیت گونه‌های شاخص نانوفسیلی و زون‌های زیستی ثبت شده در طول برش مورد مطالعه در بخش‌های فوقانی سازند گرو در برش مورد مطالعه

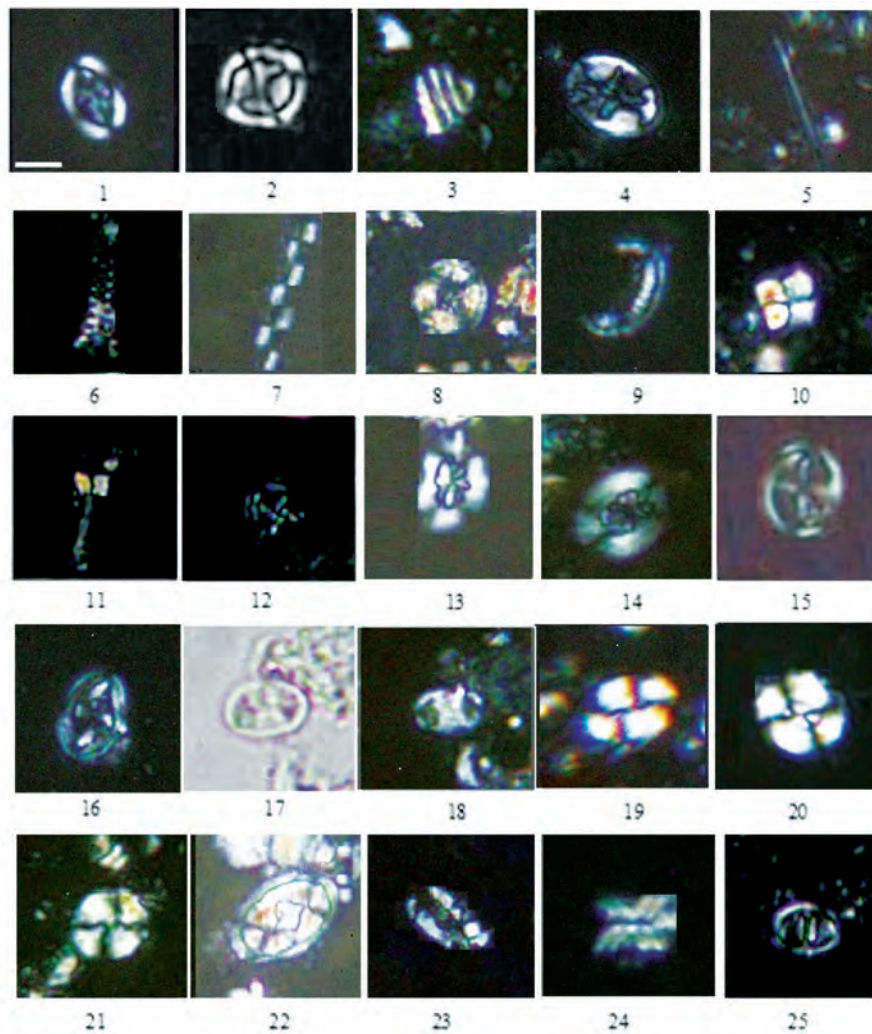


Plate 1: All figures in XPL except figure 17 in PPL, Light micrographs 1000× (Scale bar 5µm); the taxa considered in the present figure are referenced in Perch-Nielsen (1985). 1. *Broinsonia enormis* (Shumenko, 1968) Manivit, 1971. (XPL); Sample No. G-15, 2. *Corollithion kennedyi* Crux, 1981. (XPL); Sample No. G-5, 3. *Calcialathina alta* Perch-Nielsen, 1979. (XPL); Sample No. G-9, 4. *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965; (XPL); Sample No. G-1, 5. *Lithraphidites carniolensis* Deflander, 1963. (XPL); Sample No. G-15, 6. *Tetrapodorhabdus decorus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Wind & Wise 1983 (XPL); Sample No. G-14, 7. *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959. (XPL); Sample No. G-15, 8. *Haqius circumradiatus* (Stover, 1966) Roth, 1978, 9. *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre in Manivit, 1965) Thierstein, 1971. (XPL); Sample No. G-11, 10. *Quadrum gartneri* Prins & Perch-Nielsen in Manivit et al., 1977. (XPL); Sample No. G-14, 11-12. *Prediscosphaera columnata* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1984. (XPL); Sample No. G-16, 13. *Retecapsa angustiforata* Black, 1971. (XPL); Sample No. G-9, 14. *Retecapsa crenulata* (Bramlette & Martini, 1964) Grün in Grün and Allemann, 1975. (XPL); Sample No. G-15, 15. *Staurolithites mutterlosei* Crux, 1989, (XPL); 16. *Gartnerago segmentatum* (Stover, 1966) Thierstein, 1974. (XPL); Sample No. G-4, 17-18. *Tranolithus orionatus* (Reinhardt, 1966a) Reinhardt, 1966b. (PPL-XPL); Sample No. G-10, 19. *Watznaueria fossacincta* (Black, 1971) Bown in Bown & Cooper, 1989. (XPL); Sample No. G-16, 20. *Watznaueria barnesiae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968; (XPL); Sample No. G-14, 21. *Watznaueria biporta* Bukry, 1969. (XPL); Sample No. G-15, 22. *Zeugrhabdotus embergeri* (Noël, 1958) Perch-Nielsen, 1984. (XPL); Samples No. G-7, 23. *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971. (XPL); Sample No. G-13; 24. *Eprolithus floralis* (Stradner, 1962) Stover, 1966, (Side view); 25. *Zeugrhabdotus diplogrammus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Burnett in Gale et al., 1996. (XPL); Samples No. G-12.

مطابقت دارد. همچنین با توجه به ثبت نشدن برخی از گونه‌های شاخص، تعیین مرز بین برخی از زون‌های زیستی از زون‌بندی (1998) Burnett امکان‌پذیر نشد. بنابراین بر پایه زون‌های زیستی ارائه شده سن بخش فوقانی سازند گرو در برش یال شمالی تاق‌دیس شیخ صالح از اواخر سنومانین پیشین تا اواخر سنومانین پسین پیشنهاد می‌شود.

منابع

- تولایی، م.، افتخاری، ن. و کسائی، م.، ۱۳۸۶. مطالعه و ارزیابی سازند گرو در مقطع کوه سفید مرز لرستان-کرمانشاه از نظر سنگ منشأ. پژوهش صنعت نفت، ۱۲۹-۱۲۱، ۵۶(۲).
- جمالیان، م.، آدابی، م.، موسوی، م. و صادقی، ع.، ۱۳۹۰. ژئوشیمی و پتروگرافی سازند گرو (نئوکومین-آپسین) در برش نمونه (کبیرکوه، استان ایلام). پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ۴۳(۲)، ۲۶-۱.
- صرفی، م.، نویدطلب، ا.، قاسمی نژاد، ا. و یزدی مقدم، م.، ۱۳۹۶. چینه‌نگاری زیستی و ایزوتوپی گذر سنومانین-تورونین و تغییرات وابسته به رویداد بی‌اکسیژنی اقیانوسی ۲ در برش هلول در غرب کرمانشاه. پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ۳۳(۴)، ۶۸-۵۳.
- عظام پناه، ی.، صادقی، ع.، آدابی، م. و جمالی، ا.، ۱۳۹۱. تغییرات مورفولوژی روزن‌داران پلانکتونی در سازند گرو و ارتباط آن با حوادث بی‌هوازی اقیانوسی. فصلنامه زمین‌شناسی ایران، ۲۱، ۸۱-۱۰۱.
- مطیعی، ه.، ۱۳۷۴. زمین‌شناسی ایران، چینه‌شناسی زاگرس. انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، ۵۳۶.

- Applegate, J. L., Bergen, J. A., Covington, J. M. and Wise, S., 1989. Lower Cretaceous calcareous nannofossils from continental margin drill sites off North Carolina (DSDP Leg 93) and Portugal (ODP Leg 103). A comparison. In: J. A. Crux, and S. E. van Heck (eds.), Nannofossils and their Applications, Ellis Horwood, Chichester, UK, 212-222.

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

در این مطالعه گونه *Eprolithus floralis* است. در بخش فوقانی سازند گرو شناسایی نشد. از این رو تعیین بخش فوقانی زون CC11 فراهم نشد. لازم به ذکر است که در مطالعه اسمیراسلاید تهیه شده از بخش تحتانی سازند سروک هیچ‌گونه نانوفسیلی مشاهده نشد. در واقع مرز بین سازند گرو و سازند سروک، مرزی است که با تغییر مشخصات سنگ‌شناسی از آهک متوسط لایه آرزبیلی به آهک ضخیم لایه بدون مواد رسی و فاقد هر گونه آثار نانوفسیلی منتهی می‌شود. به عبارتی دیگر، زون *Quadrum gartneri Zone* تا شروع قاعده سازند سروک ادامه دارد. در این زون، آخرین حضور گونه *Stoverius achylosus* (مترائز ۲۳/۶، نمونه ۱۶) ثبت شد. با توجه به ثبت اولین حضور گونه شاخص *Quadrum gartneri* (مترائز ۲۰/۱۴، نمونه ۱۴) و سپس آخرین حضور گونه *Stoverius achylosus* (مترائز ۲۳/۶، نمونه ۱۶)، بخش تحتانی زون CC11، معادل بخش تحتانی زون UC7 از زون‌بندی (1998) Burnett تعیین شد. زون UC7 در زون‌بندی (1998) Burnett از اولین حضور گونه *Quadrum gartneri* تا اولین حضور گونه *Eiffellithus eximius* تعریف می‌شود. در مطالعه حاضر، گونه *E. eximius* ثبت نشد. از این رو فقط بخش زیرین زون مورد نظر تعیین شد. ضخامت بخش تحتانی زون CC11، ۴ متر و سن آن، اواخر سنومانین پسین است. تصاویر برخی از گونه‌های مهم در پلیت ۱ ارائه شده است.

نتیجه‌گیری

در برش مورد مطالعه تعداد ۲۰ گونه متعلق به ۱۵ جنس از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شد. زون‌های زیستی تشخیص داده شده در این مطالعه سه زون زیستی است که قابل انطباق با زون‌بندی‌های ارائه شده توسط (1977) Sissingh در کرتاسه است. این زون‌های زیستی شامل: *Eiffellithus turriseiffelii Zone* (CC9)-*Microrhabdulus decorates Zone* (CC10)-*Quadrum gartneri Zone* (CC11) است. زون‌های شناسایی شده با زون‌های زیستی UC1, UC2, UC3 و بخش زیرین زون UC7 از زون‌بندی (1998) Burnett

- don, 16-28.
- Burnett, J. A., 1998. Upper Cretaceous. In: Bown, P.R. (eds.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*, British Micropalaeontological Society Publication Series. Chapman and Hall limited Kluwer Academic Publisher, London, 132-165.
 - James, G. A. and Wynd, J.G., 1965. Stratigraphic nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement Area. *American Association of Petroleum Geologists*, 49, 2182-2245.
 - Lees, J.A., 2002. Calcareous nannofossil biogeography illustrates palaeoclimate change in the Late Cretaceous Indian Ocean. *Cretaceous Research*, 23, 537-634.
 - Mutterlose, J., 1992. Biostratigraphy and palaeobiogeography of Early Cretaceous calcareous nannofossils: *Cretaceous Research*, 13, 167-189.
 - Perch-Nielsen, K., 1985. Mesozoic Calcareous Nannofossils. In: Bolli, H.M., et al. (eds.), *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, 329-426.
 - Roth, P.H., 1983. Jurassic and Lower Cretaceous calcareous nannofossils in the Western North Atlantic (Site 534): Biostratigraphy, Preservation, and Some Observations on Biogeography and Paleoceanography. In: Sheridan, R.E., Gradstein, F.M., et al. (eds.), *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 76, 587-621. DOI: 10.2973/dsdp.proc.76.125.1983.
 - Sarfi, M., Ghasemi-Nejad, E., Mahanipour, A., Yazdi-Moghadam, M. and Sharifi, M., 2014. Integrated biostratigraphy and geochemistry of the lower Cretaceous Radiolarian Flood Zone of the base of the Garau Formation, northwest of Zagros Mountains, Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 8,9, 1-11.
 - Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of cretaceous calcareous nannoplankton. *Geologie En Minjbouw*, 56, 37-65.
 - Thierstein, H.R., 1971. Tentative Lower Cretaceous calcareous nannoplankton zonation. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 64, 459-488.
 - Watkins, D.K. and Self-Trail, J.M., 2005. Calcareous nannofossil evidence for the existence of the Gulf Stream during the late Maastrichtian. *Paleoceanography*, 20, PA3006, doi:10.1029/2004PA001121.
 - Watkins, D.K., Wise Jr, .S.W., Pospichal, J.J. and Crux, J., 1996. Upper Cretaceous Calcareous Nannofossil Biostratigraphy and Paleoceanography of the Southern Ocean. In: Mognilevsky, A., Whatley, R. (eds.), *Microfossils and Oceanic Environments*. University of Wales, Aberystwyth Press, 355-381.