

بررسی زیست‌چینه‌نگاری نانوفسیل‌های آهکی رسوبات والائزینین - هاتریونین در قسمت‌های تحتانی سازند گرو، برش آرکواز (تاق‌دیس کبیر کوه، جنوب خاور ایلام)

کتایون برمکی‌زاده^۱ و اعظم ماهانی‌پور^{۲*}

^۱ کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

^۲ استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۲۶

چکیده

در این مطالعه ۲۱۲ متر تحتانی سازند گرو در یال جنوب باختری تاق‌دیس کبیر کوه از نقطه نظر نانوفسیل‌های آهکی مورد بررسی قرار گرفت. لیتولوژی غالب محدوده مورد مطالعه مارن، سنگ‌آهک مارنی، شیل سیاه و سنگ‌آهک است. بررسی نانوفسیل‌های آهکی در این قسمت منجر به تشخیص ۶۷ گونه متعلق به ۳۳ جنس و ۱۳ خانواده شد. حوادث نانوفسیلی ثبت شده از قاعده به سمت رأس برش به ترتیب عبارتند از اولین حضور گونه *Calcicalathina oblongata*، آخرین حضور گونه *Rucinolithus wisei*، اولین حضور گونه *Lithraphidites bollii*، آخرین حضور گونه *Crucellipsis cuvillieri*، اولین حضور گونه *Assipetra terebrodentarius* و آخرین حضور گونه *Lithraphidites bollii*. بر اساس شاخص‌های نانوفسیلی فوق، محدوده مورد مطالعه از قسمت‌های انتهایی زیست‌زون نانوفسیلی CC2/NC2 تا اواسط زیست‌زون فرعی CC5b/NC5C بوده و بر این اساس سن محدوده مورد مطالعه والائزینین-هاتریونین است. بر اساس داده‌های نانوفسیلی موجود امکان تعیین مرز والائزینین-هاتریونین وجود نداشت. این مرز در مقطع نمونه مرزی پیشنهادی در جنوب خاور فرانسه (برش La Charce)، در قاعده زون آمونیتی *Acanthodiscus radiatus* در حوضه تیس قرار داده شده است.

کلیدواژه‌ها: زیست‌چینه‌نگاری، سازند گرو، والائزینین، هاتریونین، نانوفسیل‌های آهکی.

* نویسنده مسئول: اعظم ماهانی‌پور

E-mail: a_mahanipour@uk.ac.ir

۱- پیش‌نویس

کمبرند زاگرس در باختر و جنوب باختر ایران در نتیجه برخورد دو صفحه عربی و اوراسیا در کرتاسه پنین تشکیل شده (Alavi, 1980 and 1994) و بخشی از سیستم آلپ-همیالیاست. رشته کوه زاگرس با طول حدود ۲۰۰۰ کیلومتر از شمال خاور ترکیه آغاز می‌شود و پس از عبور از سوریه و عراق به جنوب ایران و تنگه هرمز می‌رسد (Alavi, 2004). حد باختری زون زاگرس را راندگی اصلی زاگرس تشکیل می‌دهد و حد خاوری آن توسط گسل میناب از زون مکران جدا می‌شود (درویش‌زاده، ۱۳۸۸). کوه‌های زاگرس در حاشیه شمال خاوری صفحه عربستان قرار گرفته‌اند. این کوه‌ها و مناطق همجوار آن بزرگ‌ترین مخازن هیدروکربنی را شامل می‌شوند (Lees, 1993; Falcon, 1958). زاگرس به دو زیرپهنه، تحت عنوان زون راندگی‌ها و زاگرس چین‌خورده تقسیم می‌شود که زیرپهنه راندگی‌ها به صورت نواری کم‌پهن، بخش مرتفع زاگرس را تشکیل می‌دهد و زیرپهنه زاگرس چین‌خورده به صورت حاشیه‌ای و کرتونی سپر عربستان را دربرمی‌گیرد (آقاباتی، ۱۳۸۵).

بر اساس بررسی‌های دیرینه جغرافیا، زاگرس چین‌خورده در همه جا ویژگی‌های زمین‌شناختی یکسانی ندارد، لذا به زیرپهنه‌های زیر تقسیم می‌شود که در یک روند از شمال باختر به طرف جنوب خاور شامل فروافتادگی کرکوک، لرستان، پهنه ایذه، فروافتادگی دزفول، دشت آبادان، پهنه فارس و خشکی بندرعباس است (مطبعی، ۱۳۷۲). به دلیل قرارگیری برش مورد مطالعه در تاق‌دیس کبیر کوه (سازند گرو) در زیرپهنه لرستان، تنها به شرح این زیرپهنه پرداخته می‌شود.

زیرپهنه لرستان بخشی از زاگرس چین‌خورده بوده و روند کلی آن شمال باختری- جنوب خاوری است که تاق‌دیس‌های بزرگی نظیر کبیر کوه یا کوچک‌تر مثل زنگول دارد و تاق‌دیس‌های جنوبی آن متشکل از گروه بنگستان و تاق‌دیس شمالی آن متشکل از سازندهای فلیشی امیران و گرو است.

با توجه به پتانسیل بالای سازند گرو به عنوان سنگ منشأ نفت، بررسی این سازند از لحاظ علمی و اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از جمله کارهای انجام شده بر روی این سازند می‌توان به تحقیقات کنی و حکمتی‌نیا (۱۳۸۳)، اختری و قویدل سیوکی (۱۳۸۵)، حسین‌پور و همکاران (۱۳۸۶)،

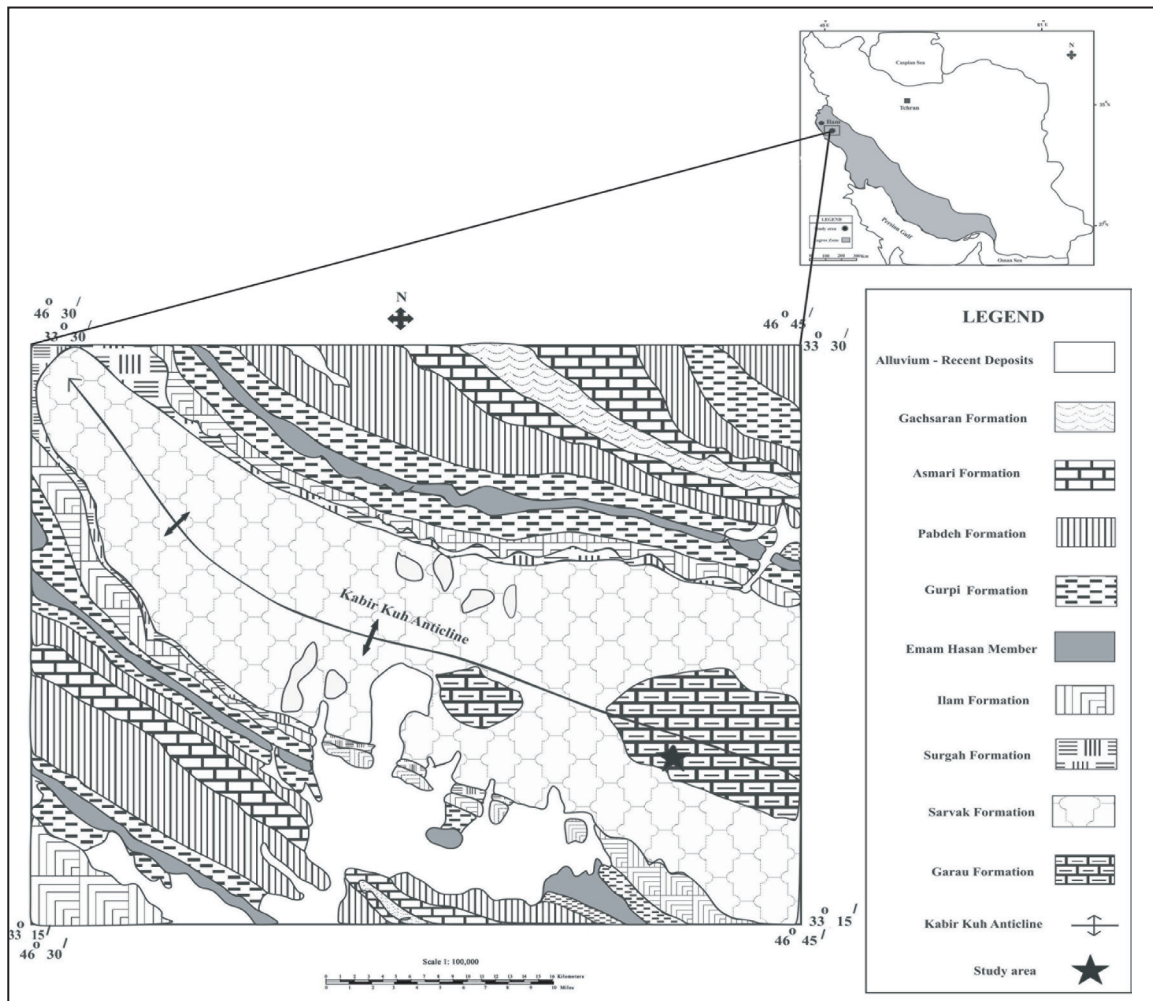
تولایی و همکاران (۱۳۸۶)، نظری‌بدیع و همکاران (۱۳۸۹)، جمالیان و همکاران (۱۳۹۰)، عظام‌پناه و همکاران (۱۳۹۱) اشاره کرد. در مطالعه حاضر بر روی رسوبات والائزینین-هاتریونین در قسمت‌های تحتانی سازند گرو (یال جنوب باختری تاق‌دیس کبیر کوه) از نقطه نظر نانوفسیل‌های آهکی تمرکز شده است تا بتوان علاوه بر تعیین سن دقیق لایه‌ها، حوادث نانوفسیلی موجود را بررسی و مرز دقیق اشکوب‌ها را بر اساس نانوفسیل‌های آهکی مشخص کرد.

۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در عرض شمالی ۳۳ درجه، ۲۲ دقیقه و ۴۲ ثانیه و طول شرقی ۴۶ درجه، ۴۱ دقیقه و ۵۵ ثانیه و در فاصله ۴۵ کیلومتری جنوب خاوری ایلام (در طول جاده ایلام-دره شهر) واقع شده است. جهت دست‌یابی به سازند گرو در منطقه مورد مطالعه می‌توان از قسمت شرقی روستای قلعه‌دره (ده کیلومتری روستای آرکواز به سمت روستای میمه) واقع در یال جنوب باختری و همچنین از قسمت باختری روستای پاک‌گل‌گراب واقع در یال شمال خاوری این تاق‌دیس وارد شد و مسیر صعب‌العبور کوهستانی را طی کرد تا به برش مورد مطالعه رسید. از راه‌های ارتباطی این ناحیه نیز می‌توان به جاده ایلام-چنارباشی و ایلام-آرکواز اشاره کرد. در شکل ۱ موقعیت برش مورد مطالعه نمایش داده شده است.

۳- روش تحقیق

در برش مورد بررسی ۲۱۲ متر ابتدایی سازند گرو مورد بررسی قرار گرفت که متشکل از مارن‌های خاکستری تا سبز رنگ، سنگ‌آهک مارنی، شیل سیاه و سنگ‌آهک است. از این ضخامت ۱۷۵ نمونه برداشت و اسلایدهای نانوفسیلی به روش اسمیراسلاید (Smear slide method) بر اساس روش Perch-Nielsen (1985) آماده‌سازی شد. جهت مطالعه نانوفسیل‌های آهکی و تشخیص جنس و گونه‌های نانوفسیلی از میکروسکوپ نوری پلاریزان المپوس (Olympus BH2) با لنز روغنی ۱۰۰× و بزرگنمایی ۱۰۰۰ استفاده شده است.



شکل ۱- موقعیت برش چینه‌شناسی مورد مطالعه در حوضه رسوبی زاگرس و تاقدیس کبیرکوه (ایلام) (برگرفته از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کوه ورزین؛ (Macleod and Roohi, 1970). موقعیت برش مورد مطالعه با علامت ستاره نمایش داده شده است.

۴- سنگ‌چینه‌نگاری

Roth (1978) معرفی و سپس توسط (Perch-Nielsen 1979 and 1985) گردآوری شد. زون‌بندی حوضه تیس توسط (Thierstein 1971, 1973 and 1976) و (Sissingh 1977) و بر اساس داده‌های به دست آمده از ناحیه مدیترانه ارائه شد و بعدها (Erba 1988)، (Applegate and Bergen 1988)، (Bralower 1987)، (Applegate et al. 1989) و (Bralower et al. 1989) زون‌بندی‌هایی را برای ناحیه تیس پیشنهاد کردند (Mutterlose, 1992). در مطالعه حاضر از دو زون‌بندی (Sissingh 1977) و (Roth 1978) استفاده شد تا بتوان با دقت بالاتری محدوده مورد مطالعه را از نقطه نظر زیست‌چینه‌نگاری نانوفسیل‌های آهکی مورد بررسی قرار داد.

۵- ۱. زیست‌زون‌های شناسایی شده از زون‌بندی (Sissingh 1977)

(Sissingh 1977) ۹ زیست‌زون (CC1-CC9) را برای بازه زمانی بریازین تا آلین (در حوضه تیس) معرفی کرد که بعدها (Applegate and Bergen 1988) و (Applegate et al. 1989) بر اساس داده‌های به دست آمده از برنامه حفاری اقیانوسی چاه ۶۳۸ و ۶۰۳ پروژه ODP، تصحیحاتی را بر روی این زون‌بندی انجام دادند و این بازه زمانی را به ۹ زیست‌زون و ۱۲ زیرزون تقسیم کردند (Mutterlose, 1992). زیست‌زون‌های تشخیص داده شده در برش تحت بررسی از قاعده به سمت بالا به شرح ذیل هستند:

- **زیست‌زون نانوفسیلی *Stradneria crenulata* Zone (CC2):** این زیست‌زون از نخستین حضور (FO) گونه *Stradneria crenulata* تا نخستین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* تعریف شده است. این زون توسط

به‌طور کلی سازند گرو در محل برش الگو با ضخامت ۸۲۵ متر از تناوب لایه‌های سنگ‌آهک بسیار رسی سیاه تا خاکستری تیره رادیولردار با شیل‌های سیاه رنگ بیتومین‌دار پیریتی و چرتی تشکیل شده است. این سازند در لرستان مرکزی بیشتر شیلی بوده و به سمت فروافتادگی دزفول از ضخامت شیل کاسته شده و به ضخامت سنگ‌آهک افزوده شده است (مطیعی، ۱۳۷۲؛ آقائباتی، ۱۳۸۵). در برش مورد مطالعه ۲۱۲ متر ابتدایی سازند گرو در یال جنوب باختری تاقدیس کبیرکوه، مورد بررسی قرار گرفت. در این برش حد زیرین و بالایی سازند گرو به ترتیب رسوبات تبخیری سازند کوتینا به سن ژوراسیک بالایی و سنگ‌آهک‌های گروه بنگستان (سازند سروک) به سن آلین تا تورونین به‌صورت ناپیوسته (Disconformity) هستند. لیتولوژی محدوده مورد مطالعه شامل مارن‌های خاکستری تا سبز رنگ، سنگ‌آهک مارنی، شیل سیاه و سنگ‌آهک است.

۵- مطالعات زیست‌چینه‌نگاری

نانوفسیل‌های آهکی یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان اولیه محیط‌های دریایی محسوب می‌شوند. این گروه فسیلی به علت فراوانی و تنوع بالا، جزو یکی از شاخص‌های زیست‌چینه‌نگاری مناسب برای رسوبات مزوزویک و سنوزویک به شمار می‌رود (Sissingh, 1977). نخستین زون‌بندی برای نانوفسیل‌های آهکی بر اساس نخستین و آخرین حضور گونه‌های شاخص توسط افراد مختلفی از جمله (Manivit 1971) و (Sissingh 1977)، (Worsley 1971) و (Thierstein 1971, 1973 and 1976)

Speetonia colligata Subzone (CC4b) تقسیم کردند.

• زیرزون Eifellithus striatus Subzone (CC4a): این زیرزون از نخستین حضور گونه *Eifellithus striatus* تا نخستین حضور گونه *L. bollii* تعریف شده است.

• زیرزون Speetonia colligata Subzone (CC4b): این زیرزون از نخستین حضور گونه *L. bollii* تا آخرین حضور گونه *Speetonia colligata* تعریف شده است.

در برش مورد مطالعه نخستین حضور گونه *L. bollii* در نمونه ۸۵ و در فاصله ۱۱۶/۵ متری از قاعده برش ثبت شده است. مرز پایینی زیرزون CC4a به علت عدم حضور گونه *Eifellithus striatus* نامشخص بوده اما مرز بالایی آن بر اساس نخستین حضور گونه *L. bollii* در نمونه شماره ۸۵ و متر ۱۱۶/۵ تا متر ۱۱۶/۵ تشخیص داده شده است. مرز زیرین زیرزون CC4b بر اساس نخستین حضور گونه *L. bollii* در نمونه شماره ۸۵ و متر ۱۱۶/۵ واقع شده، اما مرز بالایی آن به علت عدم حضور گونه *Speetonia colligata* در این برش ثبت نشده است. بنابراین از ضخامت ۷۵ سانتی متری تا فاصله ۱۱۶/۵ متری از قاعده برش (۱۱۵/۷۵ متر) متعلق به زیست‌زون CC3 و زیرزون CC4a است که ضخامتی معادل با ۱۱۵/۷۵ متر را شامل می‌شود. همچنین مرز دو زیرزون CC4a و CC4b بر اساس نخستین حضور گونه *L. bollii* در متر ۱۱۶/۵ متری و نمونه شماره ۸۵ شناسایی و تفکیک شد. به دلیل عدم ثبت گونه‌های *E. striatus*، *C. loriei* و *S. colligata* مرز پایینی و بالایی این زون قابل تشخیص نیست. همچنین امکان تعیین ضخامت زیرزون CC4b وجود ندارد.

– زیست‌زون نانوفسیلی Lithraphidites bollii zone (CC5): این زون از آخرین حضور گونه *Speetonia colligata* تا آخرین حضور گونه *Thierstein (1971) Calcicalathina oblongata* تعریف شده است. این زون توسط (1971) Thierstein معرفی و به وسیله (1977) Sissingh تصحیح شد که بازه زمانی هاتری‌وین پسین-بارمین پیشین را شامل می‌شود. در مطالعه حاضر قاعده و رأس این زون به دلیل عدم حضور گونه‌های شاخص نظیر *Speetonia colligata* و *Calcicalathina oblongata* نامشخص است. بنابراین در این مطالعه مرز بین زیرزون CC4b و زیست‌زون CC5 مشخص نیست و از متر ۱۱۶/۵ تا ۲۱۲ متری به صورت کلی مربوط به زیرزون CC4b و زیست‌زون CC5 است که ضخامتی معادل با ۹۵/۵ متر دارد.

۴-۵. زیست‌زون‌های شناسایی شده از زون بندی (Roth (1978

Roth (1978 and 1983) زون‌بندی متفاوتی را برای حوضه تتیس در بازه زمانی بریازین تا آلبین تحت عنوان NC1-NC10 معرفی کرد و سپس (1987) Bralower و (1989) Bralower et al. بر اساس داده‌های به دست آمده از فرانسه و منطقه آمبریا Umbria در ایتالیا این زون‌بندی را تصحیح و زیست‌زون‌های NK1-NK3 را به جای NC1-NC3 پیشنهاد کردند (Mutterlose, 1992). زیست‌زون‌های ارائه شده توسط (1978) Roth و تصحیح شده توسط (1989, 1993 and 1995) Bralower et al. شرح زیر هستند:

– زیست‌زون نانوفسیلی Retecapsa neocomiana Zone (NC2): این زون توسط (1978) Roth تعریف شده و از نخستین حضور گونه *Retecapsa neocomiana* تا نخستین حضور گونه *Diadorhombus rectus* و *Tubodiscus veranae* یا *Calcicalathina oblongata* است. بر اساس تصحیحات انجام شده توسط (1989, 1993 and 1995) Bralower et al. این زیست‌زون تحت عنوان *Retecapsa angustiforata Zone (Cretarhabdus angustiforatus Zone) (NK2)* معرفی شده است که از نخستین حضور گونه *Retecapsa angustiforata* (*Cretarhabdus angustiforatus*) تا نخستین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* تعریف می‌شود. همچنین (1989, 1993 and 1995) Bralower et al. این زیست‌زون را بر اساس نخستین حضور گونه *Percivalia fenestrata* به دو زیر زون *Assipetra infracretacea Subzone (NK2A)* و *Percivalia fenestrata Subzone (NK2B)* تقسیم کرده‌اند. زیرزون *Assipetra infracretacea Subzone (NK2A)* از نخستین حضور گونه *R. angustiforata (C. angustiforatus)* تا نخستین حضور گونه *P. fenestrata*

(1971) Thierstein معرفی شده و سن آن بریازین پسین تا اوایل والائزین است. (1978) Taylor نخستین حضور گونه *Speetonia colligata* و یا نخستین حضور گونه *Biscutum salebrosus* را به عنوان حوادث نانوفسیلی جایگزین برای زون‌بندی رسوبات کرتاسه زیرین در کشور انگلستان معرفی کرد؛ جایی که گونه *Calcicalathina oblongata* یافت نمی‌شود. در حوضه تتیس *Calcicalathina oblongata* گونه شاخص بسیار مفیدی محسوب می‌شود. در تصحیحات انجام شده توسط (1988) Applegate and Bergen این زیست‌زون تحت عنوان *Retecapsa angustiforata Zone* معرفی شده و از اولین حضور گونه *Retecapsa angustiforata* تا اولین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* نظر گرفته شده است.

در بررسی‌های انجام گرفته بر روی برش مذکور از اولین نمونه مورد مطالعه در سازند گرو گونه *R. angustiforata* ثبت شده و نخستین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* در ۷۵ سانتی متری از قاعده برش و در نمونه شماره ۲ ثبت شده و لذا ۷۵ سانتی متر ابتدایی برش مربوط به فوقانی‌ترین قسمت‌های زیست‌زون CC2 است. ۷۵ سانتی متری ابتدای برش مورد مطالعه در سازند گرو متشکل از رسوبات مارنی است که به صورت ناپیوسته بر روی سازند گوتنیا و به صورت پیوسته در زیر رسوبات شیل سیاه (ادامه سازند گرو) قرار دارد.

– زیست‌زون نانوفسیلی Calcicalathina oblongata Zone (CC3): این زیست‌زون از نخستین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* تا نخستین حضور گونه *Cretarhabdus loriei* در نظر گرفته شده است. این زیست‌زون توسط (1971) Thierstein معرفی و توسط (1977) Sissingh تصحیح شد که سنی معادل با والائزین پیشین تا اوایل والائزین پسین دارد. (1988) Applegate and Bergen این زیست‌زون را بر اساس نخستین حضور گونه *Eifellithus windii* به دو زیرزون CC3a و CC3b به ترتیب تحت عناوین زیرزون‌های *Tubodiscus veranae Subzone (CC3a)* و *Eifellithus windii Subzone (CC3b)* تقسیم کردند.

• زیرزون Tubodiscus veranae Subzone (CC3a): این زیرزون از نخستین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* تا نخستین حضور گونه *Eifellithus windii* تعریف شده است.

• زیرزون Eifellithus windii Subzone (CC3b): این زیرزون از نخستین حضور گونه *Eifellithus striatus* تا نخستین حضور گونه *Eifellithus windii* تعریف شده است.

در مطالعه حاضر نخستین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* در نمونه ۲ و در فاصله ۷۵ سانتی متری از قاعده برش ثبت شد، بر این اساس مرز زیرین این زیست‌زون در متر ۱۱۶/۵ تا متر ۲۱۲ متری قرار گرفته است، اما به دلیل عدم حضور گونه‌های *Eifellithus windii*، *C. loriei* و *Eifellithus striatus* در برش مورد مطالعه، امکان مشخص کردن رأس این زیست‌زون و تقسیمات زیرزونی و بر همین اساس امکان تعیین ضخامت این زیست‌زون وجود ندارد.

– زیست‌زون نانوفسیلی Cretarhabdus loriei Zone (CC4): این زون از نخستین حضور گونه *Cretarhabdus loriei* تا آخرین حضور گونه *Speetonia colligata* تعریف شده است. این زون سنی معادل با انتهای والائزین پسین-ابتدای هاتریوین پسین دارد و توسط (1977) Sissingh معرفی شده است. (1979 and 1985) Perch-Nielsen و (1988) Applegate and Bergen آخرین حضور گونه *Eifellithus striatus* را به عنوان شاخصی برای تعیین قاعده زون CC4 در نظر گرفتند. لازم به ذکر است که این گونه به خصوص در حوضه بور آل جایگزین مناسبی برای گونه *C. loriei* است (Perch-Nielsen, 1985). (1976) Thierstein در حوضه تتیس بر اساس نخستین حضور گونه *L. bollii* و آخرین حضور گونه *C. cuvillieri* بازه زمانی هاتری‌وین را تقسیم‌بندی کرد. همچنین (1988) Applegate and Bergen زون CC4 را بر اساس نخستین حضور گونه *L. bollii* به دو زیرزون *Eifellithus striatus Subzone (CC4a)* و

تعریف شده و سن آن معادل هاتریوین پیشین-ابتدای هاتریوین پسین است. در برش مورد بررسی مرز زیرین این زیست‌زون به دلیل عدم حضور گونه *T. verenae* نامشخص بوده اما مرز بالایی این زیست‌زون بر اساس آخرین حضور گونه *C. cuvillieri* در نمونه شماره ۱۴۳ و فاصله ۱۷۴ متری از قاعده برش ثبت شده است. همچنین تفکیک دو زیرزون NC4A و NC4B بر اساس نخستین حضور گونه *Lithraphidites bollii* در نمونه شماره ۸۵ و در فاصله ۱۱۶/۵ متری از قاعده برش انجام شده است. با توجه به عدم ثبت گونه *T. verenae* مرز بین زیرزون NK3b و NC4a مشخص نیست. ضخامت مجموع این دو زیرزون ۲۱/۵ متر و ضخامت زیرزون NC4b نیز ۵۷/۵ متر است.

– زیست‌زون نانوفسیلی Watznaueria oblonga Zone (NC5): این زیست‌زون از آخرین حضور گونه *Cruciellipsis cuvillieri* تا نخستین حضور گونه *Chiastozygus litterarius* و یا *Vagalapilla matalosa* تعریف شده است. با توجه به این مطلب که اولین حضور گونه *C. litterarius* در هاتریوین نیز ثبت شده است، لذا بر اساس تصحیحات Thierstein (1976) می‌توان از اولین حضور گونه *H. irregularis* را به جای اولین حضور گونه *C. litterarius* استفاده کرد. همچنین بر اساس تصحیحات Bralower et al. (1993 and 1995) می‌توان اولین حضور گونه *R. irregularis* را به جای اولین حضور گونه *C. litterarius* استفاده کرد. این زیست‌زون سنی معادل با هاتریوین پسین تا بارمین دارد. در برش مورد مطالعه آخرین حضور گونه *Cruciellipsis cuvillieri* در نمونه شماره ۱۴۳ در فاصله ۱۷۴ متری از قاعده برش ثبت شده، ولی رأس این زیست‌زون به دلیل عدم ثبت گونه *Chiastozygus. litterarius* و *R. irregularis* نامشخص است. این زیست‌زون در برش مورد بررسی ۳۸ متر ضخامت دارد. Roth (1978) این زیست‌زون را بر اساس آخرین حضور گونه *L. bollii* به دو زیرزون *Nannoconus bucheri* Subzone (NC5A) و *Micrantholithus obtusus* Subzone (NC5B) تقسیم کرده، اما بر اساس تصحیحات Bralower (1987) و Bralower et al. (1989 and 1995) این زیست‌زون به ۵ زیرزون به شرح زیر تقسیم شده است:

• زیرزون NC5A: این زیرزون از آخرین حضور گونه *C. cuvillieri* تا نخستین حضور گونه *R. terebrodentarius* (*Assipetra terebrodentarius*) تعریف شده است و سنی معادل با هاتریوین پسین دارد. در مطالعه حاضر آخرین حضور گونه *C. cuvillieri* در نمونه شماره ۱۴۳ و متر ۱۷۴ متری و اولین حضور گونه *A. terebrodentarius* در نمونه شماره ۱۵۱ و فاصله ۱۸۲ متری از قاعده برش ثبت شده است. بر اساس شواهد زیستی در برش مورد مطالعه این زیرزون ۸ متر ضخامت دارد. همچنین مرز بین دو زیرزون NC5A و NC5B بر طبق اولین حضور گونه *A. terebrodentarius* در نمونه شماره ۱۵۱ و فاصله ۱۸۲ متری از قاعده برش تفکیک شده است.

• زیرزون NC5B: این زیرزون بازه بین اولین حضور گونه *R. terebrodentarius* (*Assipetra terebrodentarius*) تا آخرین حضور گونه *L. bollii* را دربرمی‌گیرد و سنی معادل با هاتریوین پسین دارد. در برش مورد مطالعه اولین حضور گونه *A. terebrodentarius* در نمونه شماره ۱۵۱ و فاصله ۱۸۲ متری از قاعده برش و آخرین حضور گونه *L. bollii* در نمونه شماره ۱۷۰ و فاصله ۲۰۱ متری از قاعده برش ثبت شده است. مرز زیرین این زیرزون بر اساس حوادث زیستی ذکر شده در فاصله ۱۸۲ متری از قاعده برش و مرز بالایی آن در ۲۰۱ متری از قاعده برش ثبت شد. این زیرزون ۱۹ متر ضخامت دارد.

• زیرزون NC5C: از آخرین حضور گونه *L. bollii* تا آخرین حضور گونه *C. oblongata* معرفی شده و سنی معادل با هاتریوین پسین-بارمین پیشین دارد. در برش مورد مطالعه آخرین حضور گونه *L. bollii* در نمونه شماره ۱۷۰ و فاصله ۲۰۱ متری از قاعده برش، اما گونه *C. oblongata* تا آخرین نمونه ثبت شده است. بنابراین می‌توان این زیرزون را از ضخامت ۲۰۱ متری تا انتهای محدوده مورد مطالعه ثبت

زیرزون *Percivalia fenestrata* Subzone (NK2B) از نخستین حضور گونه *P. fenestrata* تا نخستین حضور گونه *C. oblongata* تعریف شده است.

سن این زیست‌زون معادل با انتهای بریازین پیشین تا ابتدای والائزینین پیشین است. در این مطالعه اولین حضور گونه *Retecapsa angustiforata* از ابتدای برش ثبت شده اما حضور گونه *Percivalia fenestrata* تنها در بعضی از نمونه‌ها به صورت نادر دیده شده است. همچنین نخستین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* در فاصله ۷۵ سانتی متری از قاعده برش ثبت شد که شاخص مرز فوقانی زیست‌زون فرعی NK2B بوده و لذا تا فاصله ۷۵ سانتی متری از قاعده برش، مربوط به زون NK2 است.

– زیست‌زون نانوفسیلی Tubodiscus verenae Zone/Diadorhombus rectus (NC3): این زیست‌زون از نخستین حضور گونه *Tubodiscus verenae*، *Diadorhombus rectus* و یا *Calcicalathina oblongata* تا آخرین حضور گونه‌های *Tubodiscus verenae* و *Diadorhombus rectus* است که توسط Roth (1978) تعریف شده است. این زیست‌زون توسط Bralower et al. (1989) تصحیح و تحت عنوان *Calcicalathina oblongata zone* (NK3) معرفی شده که از نخستین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* تا آخرین حضور گونه *Tubodiscus verenae* تعریف شده است. سن این زیست‌زون از والائزینین پیشین تا ابتدای هاتریوین پیشین است. این زیست‌زون به دو زیرزون فرعی تحت عناوین زیرزون *Tubodiscus verenae* Subzone (NK3B) و *Rucinolithus wisei* Subzone (NK3A) تقسیم شده است. این دو زیرزون توسط آخرین حضور گونه *Rucinolithus wisei* از یکدیگر تفکیک شده‌اند که به شرح ذیل هستند:

• زیرزون Rucinolithus wisei Subzone (NK3A): این زیرزون از نخستین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* تا آخرین حضور گونه *Rucinolithus wisei* تعریف شده است و سنی معادل با والائزینین پیشین دارد.

• زیرزون Tubodiscus verenae Subzone (NK3B): این زیرزون از آخرین حضور گونه *Rucinolithus wisei* تا آخرین حضور گونه *Tubodiscus verenae* تعریف شده و سنی معادل با والائزینین پسین-ابتدای هاتریوین پیشین دارد.

در مطالعه حاضر، مرز زیرین زیست‌زون NK3 بر اساس نخستین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* در نمونه شماره ۲ و در فاصله ۷۵ سانتی متری از قاعده برش مشخص شده، اما به علت عدم حضور گونه *Tubodiscus verenae* در نمونه‌های مورد مطالعه قسمت بالایی این زیست‌زون نامشخص باقی مانده است. همچنین مرز بین زیرزون‌های NK3A و NK3B بر اساس آخرین حضور گونه *R. wisei* در نمونه ۶۵ و در فاصله ۹۵ متری از قاعده برش ثبت شد. از آنجا که نخستین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* در نمونه شماره ۲ و در فاصله ۷۵ سانتی متری از قاعده برش و آخرین حضور گونه *Rucinolithus wisei* در نمونه ۶۵ و در فاصله ۹۵ متری از قاعده برش تشخیص داده شده است، بنابراین ضخامت زیرزون NK3A، ۹۴/۲۵ متر است. مرز زیرین زیرزون NK3B بر طبق آخرین حضور گونه *Rucinolithus wisei* در فاصله ۹۵ متری از قاعده برش قرار دارد. اما مرز بالایی آن به دلیل عدم ثبت گونه *Tubodiscus verenae* نامشخص است و ضخامت آن قابل اندازه‌گیری نیست.

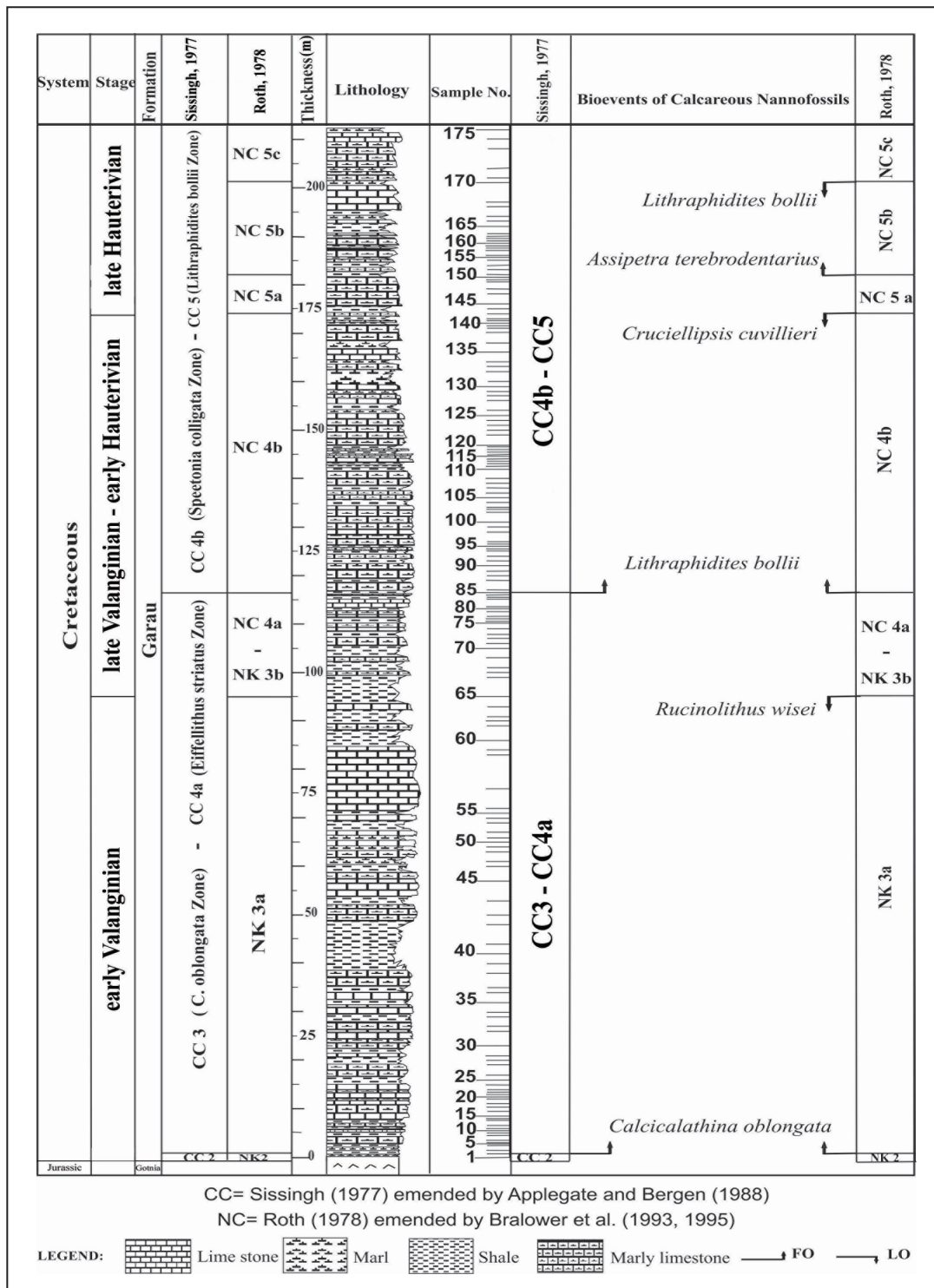
– زیست‌زون نانوفسیلی Cruciellipsis cuvillieri Zone (NC4): این زیست‌زون توسط Roth (1978) معرفی گردیده، و از آخرین حضور گونه *Tubodiscus verenae* و یا *Diadorhombus rectus* تا آخرین حضور گونه *Cruciellipsis cuvillieri* تعریف شده و سن آن هاتریوین پیشین-ابتدای هاتریوین پسین در نظر گرفته شده است. بر اساس نخستین حضور گونه *Lithraphidites bollii* این زیست‌زون به دو زیرزون NC4A و NC4B تقسیم می‌شود:

• زیرزون Calcicalathina oblongata Subzone (NC4A): این زیرزون از آخرین حضور گونه *Tubodiscus verenae* تا نخستین حضور گونه *Lithraphidites bollii* تعریف می‌شود و سن آن هاتریوین پیشین است.

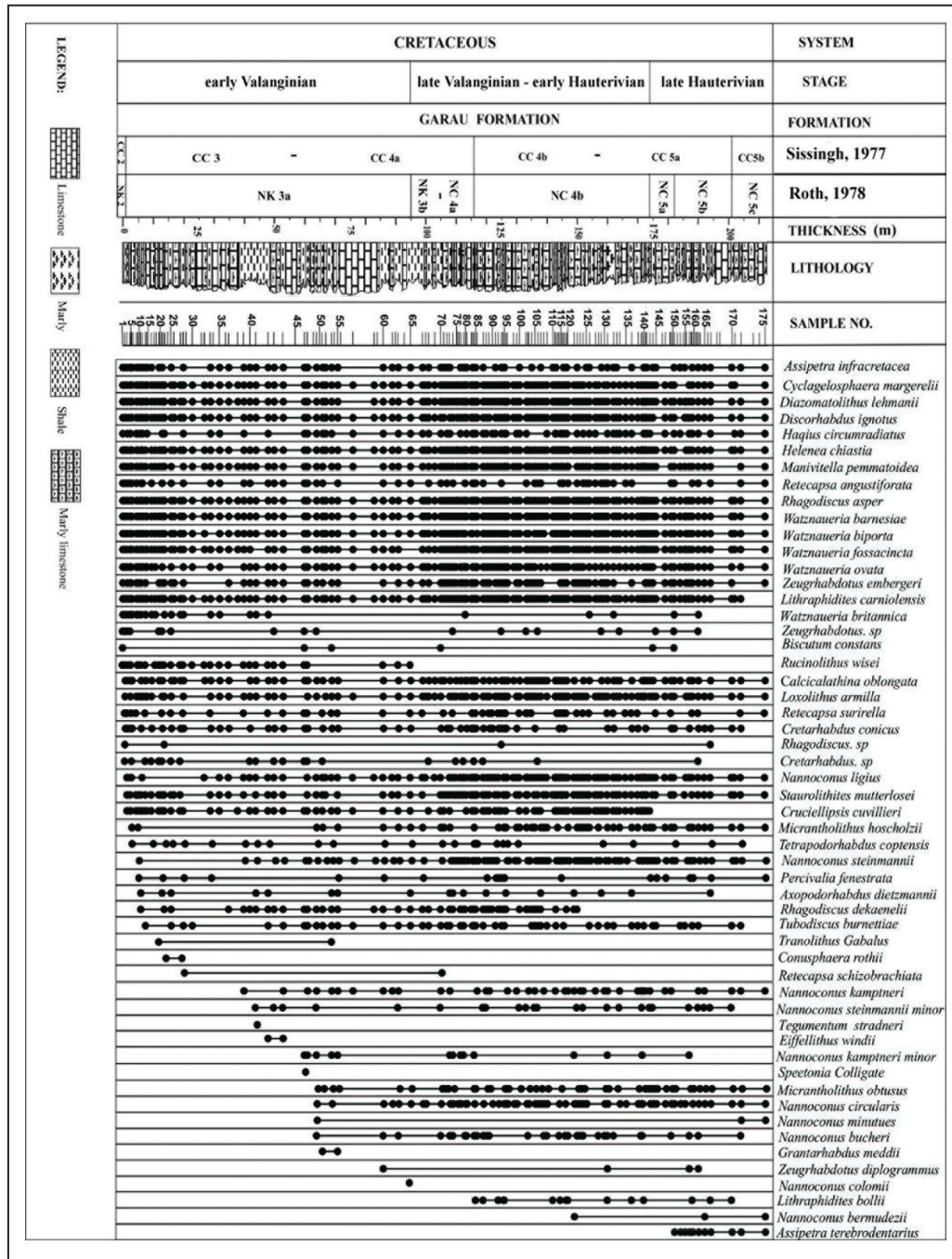
• زیرزون Lithraphidites bollii Subzone (NC4B): این زیرزون از نخستین حضور گونه *Lithraphidites bollii* تا آخرین حضور گونه *Cruciellipsis cuvillieri*

کرد. ضخامت این زیرزون ۱۱ متر است.
 • **زیرزون NC5D**: این زیرزون از آخرین حضور گونه *C. oblongata* تا نخستین حضور گونه *Flabellites oblongus* تعریف می شود و سنی معادل انتهای بارمین پیشین تا ابتدای بارمین پسین دارد. با توجه به ثبت گونه *C. oblongata* تا آخرین نمونه و عدم مشاهده گونه *F. oblongus*، این زیرزون در برش مورد مطالعه ثبت نشده است.
 • **زیرزون NC5E**: از نخستین حضور گونه *Flabellites oblongus* تا اولین حضور گونه *Rucinolithus irregularis* معرفی شده و سن آن انتهای بارمین پسین است. در محدوده مورد مطالعه به دلیل عدم ثبت گونه های شاخص *Flabellites oblongus* و

امکان شناسایی و ثبت این زیرزون وجود ندارد.
 به طور کلی زیرزون های NC5d و NC5e به دلیل عدم ثبت حوادث نانوفسیلی شاخص در محدوده مورد مطالعه گزارش نشده و زیرزون NC5C تا انتهای محدوده مورد مطالعه قابل ثبت است.
 در شکل های ۲ و ۳ موقعیت گونه های شاخص نانوفسیلی و زیست زون های تشخیص داده شده بر اساس آنها در طول ستون چینه شناسی برش مورد مطالعه دیده می شود. همچنین در جدول ۱ موقعیت گونه های شاخص نانوفسیلی بر اساس متر از و شماره نمونه نمایش داده شده است.



شکل ۲- موقعیت گونه های شاخص نانوفسیلی و زیست زون های نانوفسیلی ثبت شده در طول برش مورد مطالعه در قسمت های تکتانی سازند گرو در یال جنوب باختری تاقدیس کبیر کوه.



شکل ۳- جدول پراکندگی نانوفسیل‌های آهکی و زیست‌زون‌بندی بر مبنای گونه‌های شاخص نانوفسیلی در قسمت‌های تحتانی سازند گرو در یال جنوب باختری تاقدیس کبیر کوه.

جدول ۱- مترژ و شماره نمونه گونه‌های شاخص نانوفسیلی ثبت شده در برش مورد مطالعه. FO مخفف First Occurrence به معنی اولین حضور و LO مخفف Last Occurrence به معنی آخرین حضور است.

مترژ (متر)	شماره نمونه	حوادث زیستی	ناکسون
201	170	LO	<i>Lithraphidites bollii</i>
182	151	FO	<i>Assipetra terebrodentarius</i>
174	143	LO	<i>Crucellipsis cuvillieri</i>
5/116	85	FO	<i>Lithraphidites bollii</i>
95	65	LO	<i>Rucinolithus wisei</i>
64	49	FO	<i>Nannoconus bucheri</i>
75/0	2	FO	<i>Calcicalathina oblongata</i>

۶- بحث

شاخص پیشنهادی مقطع نمونه مرزی (GSSP) مرز بریازین- والاژنین، بر اساس مقیاس زمانی زمین‌شناسی (Ogg et al., 2016) GTS (2016)، اولین حضور گونه کالپونیلیدی *Calpionellites darderi* (قاعده زون کالپونیلیدی E) بوده که از مکزیک تا ترکیه ثبت شده و تقریباً منطبق با قاعده زون آمونیتی *Thurmanniceras pertransiens* در حوضه تئیس است. این حادثه آمونیتی دقیقاً زیر اولین حضور گونه نانوفسیلی *Calcicalathina oblongata* قرار دارد. بر همین اساس، دو برش به عنوان کاندید پیشنهادی برش نمونه مرزی (GSSP) مرز بریازین- والاژنین در نظر گرفته شده‌اند که عبارتند از: ۱) برش Vergol در جنوب خاور فرانسه (Blanc et al., 1994; Bulot et al., 1996) و ۲) برش Barranco de Canada در Luenga واقع در جنوب خاور اسپانیا (Aguado et al., 2000). برش دوم حتی با مقیاس قطیبت مغناطیسی (قسمت تحتانی کروم M14r) نیز قابل انطباق است (Aguado et al., 2000).

در برش مورد مطالعه اولین حضور گونه *C. oblongata* از فاصله ۷۵ سانتی‌متری برش ثبت شده و شاخص قسمت‌های ابتدایی والاژنین است. از ابتدای برش تا ضخامت ۷۵ سانتی‌متری مربوط به قسمت‌های فوقانی زیست‌زون نانوفسیلی CC2 از زون‌بندی (Sissingh (1977) و قسمت‌های فوقانی زیست‌زون نانوفسیلی NK2 از زون‌بندی (Roth (1978) تصحیح شده توسط (Bralower et al. (1993 and 1995) است. دومین حادثه زیستی ثبت شده در برش مورد مطالعه، آخرین حضور گونه *R. wisei* بوده که در ضخامت ۹۵ متری از قاعده برش ثبت شده و شاخص مرز والاژنین پیشین و پسین است. بر این اساس، از ضخامت ۷۵ سانتی‌متری تا ضخامت ۹۵ متری مربوط به زیست‌زون فرعی NK3A از زون‌بندی (Roth (1978) تصحیح شده توسط (Bralower et al. (1993 and 1995) است. این محدوده منطبق با زیست‌زون فرعی CC3a و قسمت‌های ابتدایی زیست‌زون CC3b است. در زون‌بندی (Sissingh (1977) این حادثه زیستی استفاده نشده است. با توجه به عدم ثبت گونه‌های *T. veranae* و *E. striatus*، امکان تفکیک زیست‌زون‌های CC3 از CC4 و NK3 از NK4 وجود ندارد.

لازم به ذکر است که اولین حضور گونه *E. striatus* و آخرین حضور گونه *T. veranae* در قسمت‌های فوقانی والاژنین پسین ثبت شده‌اند. یکی دیگر از حوادث زیستی مهم ثبت شده در برش مورد مطالعه، اولین حضور گونه *L. bollii* بوده که در ضخامت ۱۱۶/۵ متری از قاعده برش ثبت شده است. این گونه تفکیک کننده زیست‌زون‌های فرعی CC4a از CC4b و CC4a از NC4A و NC4B بوده و اولین حضور آن در هاتریون پیشین ثبت شده است.

مرز والاژنین- هاتریون در قاعده زون آمونیتی *Acanthodiscus radiatus* در نظر گرفته شده و بر اساس گزارش کمیته بین‌المللی چینه‌شناسی ۲۰۱۴، کاندید پیشنهادی برای مقطع نمونه مرزی (GSSP) آن در برش La Charce در جنوب خاور فرانسه است (Ogg et al., 2016). بر اساس داده‌های مربوط به نانوفسیل‌های آهکی، مرز والاژنین- هاتریون بین دو حادثه نانوفسیلی *L. bollii* و *E. striatus* قرار دارد. در مطالعه حاضر مرز دقیق دو اشکوب والاژنین- هاتریون بر اساس داده‌های نانوفسیلی قابل تشخیص نیست.

یکی دیگر از شاخص‌های نانوفسیلی در برش مورد مطالعه، آخرین حضور گونه *C. cuvillieri* بوده که در ضخامت ۱۷۴ متری ثبت شده و جهت تفکیک مرز دو زیست‌زون NC4 و NC5 در زون‌بندی (Roth (1978) و تصحیح شده توسط (Bralower et al. (1993 and 1995) است که مرز هاتریون پیشین و پسین در حدفاصل اولین حضور گونه نانوفسیلی *L. bollii* و آخرین حضور گونه *C. cuvillieri* قرار دارد که به آخرین حضور گونه *C. cuvillieri* بسیار نزدیک است. در محدوده مورد مطالعه گونه *C. cuvillieri* شاخص مرز هاتریون پیشین و پسین در نظر گرفته شده است. گونه *S. colligata* که مرز بین دو زیست‌زون CC4 و CC5 را مشخص می‌کند در برش مورد مطالعه

ثبت نشده است. اولین حضور گونه *A. terebrodentarius* (۱۸۲ متری) قبل از آخرین حضور گونه *L. bollii* (۲۰۱ متری) ثبت شده و شاخص مرز بین دو زیست‌زون فرعی NC5A و NC5B از زون‌بندی (Roth (1978) تصحیح شده توسط (Bralower et al. (1993 and 1995) است. آخرین حضور گونه *L. bollii* نیز که در ضخامت ۲۰۱ متری برش ثبت شده، شاخص مرز زیست‌زون‌های فرعی NC5B و NC5C در زون‌بندی (Roth (1978) تصحیح شده توسط (Bralower et al. (1993 and 1995) است. Bralower et al. (1989) در ناحیه Umbria، اولین حضور گونه *A. terebrodentarius* را کمی بعد از آخرین حضور گونه *C. cuvillieri* ثبت نمودند. در این مطالعه نیز اولین حضور گونه *A. terebrodentarius* هشت متر بعد از آخرین حضور گونه *C. cuvillieri* ثبت شده است که با آنچه (Bralower (1987) و (Bralower et al. (1989) در ناحیه Umbria ثبت کرده‌اند مطابقت دارد. بر مبنای گزارش کمیته بین‌المللی چینه‌شناسی ۲۰۱۴، کاندید پیشنهادی برای مقطع نمونه مرزی (GSSP) مرز هاتریون- بارمین، برش Rio Argos نزدیک Caravaca در جنوب اسپانیاست و با اولین حضور گونه آمونیتی *Taveraidiscus hugii* (مربوط به حوضه تئیس) مشخص می‌شود (Ogg et al., 2016). این حادثه در قسمت‌های فوقانی کروم M5n بعد از آغاز حادثه Faraoni ثبت شده است (Martinez et al., 2015). بر اساس داده‌های مربوط به نانوفسیل‌های آهکی مرز قبل از آخرین حضور گونه *C. oblongata* قرار دارد. در برش مورد مطالعه، گونه *C. oblongata* تا انتهای برش حضور داشته و بنابراین آخرین حضور این گونه در محدوده مورد مطالعه ثبت نشده است. بر اساس حضور گونه‌های نانوفسیلی مذکور، محدوده مورد مطالعه سن والاژنین- هاتریون دارد. تصویر تعدادی از جنس و گونه‌های نانوفسیلی در تابلو ۱ نمایش داده شده است.

۷- نتیجه‌گیری

بررسی نانوفسیل‌های آهکی در قسمت‌های تحتانی سازند گرو (۲۱۲ متر تحتانی) در برش مورد مطالعه منجر به شناسایی ۶۷ گونه از ۳۳ جنس متعلق به ۱۳ خانواده از نانوفسیل‌های آهکی شد. این گروه فسیلی دارای حفظ‌شدگی خوب تا متوسط در نمونه‌ها هستند.

بر اساس مطالعات صورت گرفته، اولین حضور گونه *C. oblongata* در قاعده برش و در ضخامت ۷۵ سانتی‌متری ثبت شد و بر این اساس سن قاعده برش والاژنین پیشین است.

بعد از آن آخرین حضور گونه *R. wisei* در ضخامت ۹۵ متری، اولین حضور گونه *L. bollii* در ضخامت ۱۱۶/۵ متری، آخرین حضور گونه *C. cuvillieri* در ضخامت ۱۷۴ متری، اولین حضور گونه *A. terebrodentarius* در ضخامت ۱۸۲ متری و آخرین حضور گونه *L. bollii* در ضخامت ۲۰۱ متری برش ثبت شده است. بر اساس جنس و گونه‌های شاخص ثبت شده، محدوده مورد مطالعه از قسمت‌های انتهایی زیست‌زون نانوفسیلی CC2 تا قسمت‌های میانی زیست‌زون CC5b از زون‌بندی سیسینگ و از قسمت‌های انتهایی زیست‌زون NK2 تا قسمت‌های میانی زیست‌زون NC5C از زون‌بندی روث را دربر می‌گیرد.

با توجه به عدم ثبت بعضی از گونه‌های شاخص از قبیل *S. colligata* و *E. striatus*، تعیین مرز بین زیست‌زون‌های CC3، CC4 و CC5 از زون‌بندی سیسینگ و NK3 از NC4 از زون‌بندی روث امکان‌پذیر نیست. بر اساس جنس و گونه‌های نانوفسیلی شاخص ثبت شده و مقایسه با داده‌های موجود در مقیاس زمانی زمین‌شناسی، سن محدوده مورد مطالعه والاژنین- هاتریون است. لازم به ذکر است که با توجه به گونه‌های شاخص ثبت شده در این مطالعه (قسمت‌های تحتانی سازند گرو)، زیست‌زون‌بندی روث نسبت به زون‌بندی سیسینگ دقت و قدرت تفکیک بالاتری دارد.

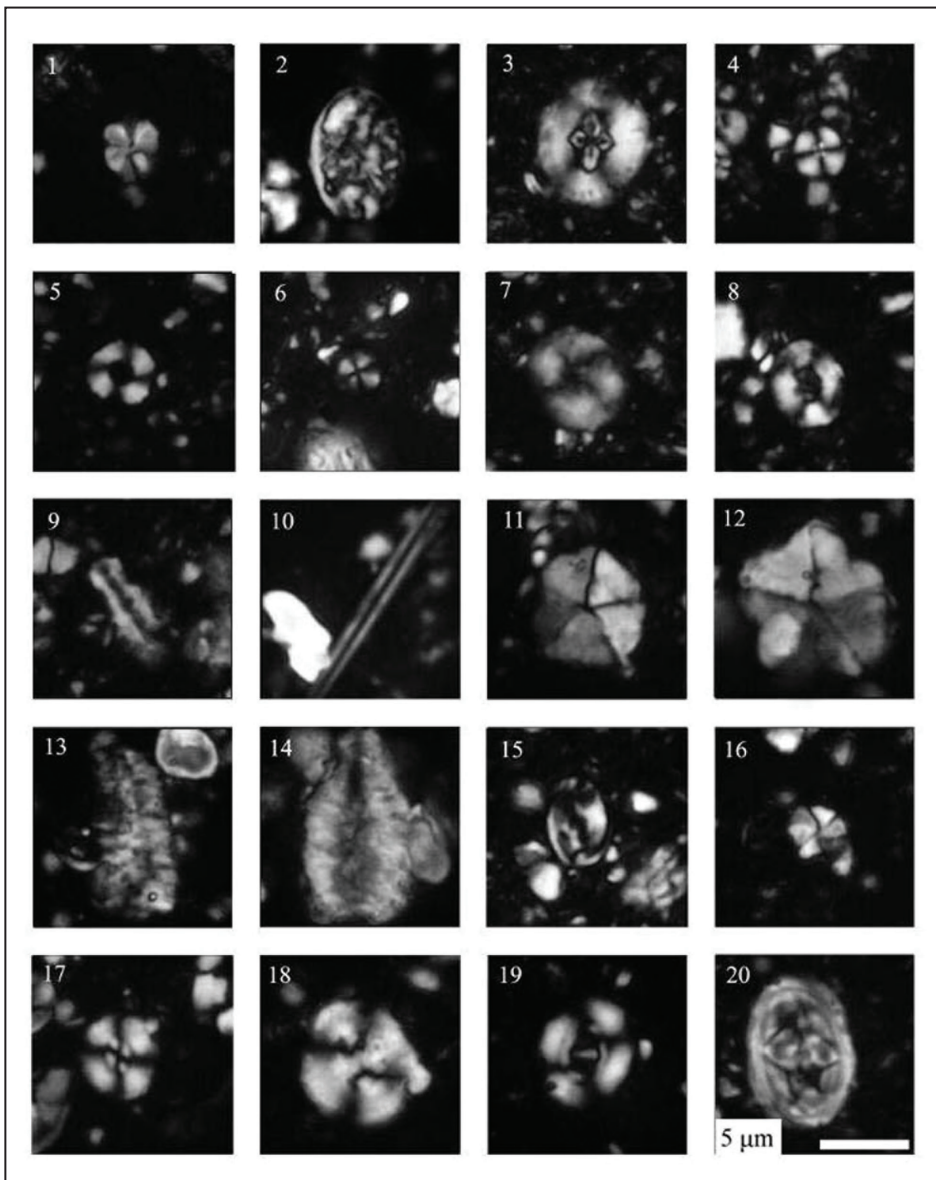


Fig. 1- *Assipetra terebrodentarius* (Applegate et al in Covington and Wise, 1987, Rutledge and Bergen in Bergen, 1994) (Sample 159); **Fig. 2-** *Calcicalathina oblongata* (Worsley, 1971, Thierstein, 1971) (Sample 2); **Fig. 3-** *Crucellipsis cuvillieri* (Manivit, 1966, Thierstein, 1971) (Sample 60); **Fig. 4-** *Cyclagelosphaera margerelii* (Noël, 1965) (Sample 60); **Fig. 5-** *Diazomatolithus lehmanii* (Noël, 1965) (Sample 121); **Fig. 6-** *Discorhabdus ignotus* (Gorka, 1957, Perch – Nielsen, 1968) (Sample 70); **Fig. 7-** *Haqius circumradiatus* (Stover, 1966, Roth, 1978) (Sample 175); **Fig. 8-** *Helenea chiesta* (Worsley, 1971) (15° rotated) (Sample 60); **Fig. 9-** *Lithraphidites bollii* (Thierstein, 1971, 1973) (45° rotated) (Sample 85); **Fig. 10-** *Lithraphidites carniolensis* (Deflander, 1963) (45° rotated) (Sample 55); **Fig. 11-** *Micrantholithus hoschulzii* (Reinhardt, 1966, Thierstein, 1971) (Sample 175); **Fig. 12-** *Micrantholithus obtusus* (Stradner, 1963) (Sample 175); **Fig. 13-** *Nannoconus bermudezii* (Brönnimann, 1955) (Sample 175); **Fig. 14-** *Nannoconus steinmannii* (Kamptner, 1931) (Sample 37); **Fig. 15-** *Percivalia fenestrata* (Worsley, 1971, Wise, 1983) (Sample 55); **Fig. 16-** *Rucinolithus wisei* (Thierstein, 1971) (Sample 33); **Fig. 17-** *Watznaueria barnesiae* (Black in Black and Barnes, 1959, Perch – Nielsen, 1968) (25° rotated) (Sample 33); **Fig. 18-** *Watznaueria biporta* (Bukry, 1969) (40° rotated) (Sample 49); **Fig. 19-** *Watznaueria britannica* (Stradner, 1963, Reinhardt, 1964) (35° rotated) (Sample 1); **Fig. 20-** *Zeugrhabdodus embergeri* (Noël, 1959, Perch – Nielsen, 1984) (Sample 33), (All ×2000).

کتابنگاری

- اختری، م. و قوبدل سیوکی، م.، ۱۳۸۵- بررسی پتانسیل هیدروکربوری سازند گرو به عنوان سنگ منشأ نفت خام بر اساس ترمال مچوریتی پالینومرفها، دهمین همایش سالانه انجمن زمین شناسی ایران. آقابات، ع.، ۱۳۸۵- زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- تولایی، م.، افتخاری، ن. و کسای، م.، ۱۳۸۶- مطالعه و ارزیابی سازند گرو در مقطع کوه سفید مرز لرستان- کرمانشاه از نظر سنگ منشأ، پژوهش صنعت نفت، شماره ۲-۵۶، صص. ۱۲۱ تا ۱۲۹.
- جمالیان، م.، آدابی، م.، موسوی، م. و صادقی، ع.، ۱۳۹۰- ژئوشیمی و پتروگرافی سازند گرو (نئوکومین- آپسین) در برش نمونه (کبیر کوه، استان ایلام)، پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی، شماره ۲-۴۳، صص. ۱ تا ۲۶.
- حسین پور، م.، رفیعی، ب.، مصدق، ح.، رحمانی، ع. و چهارده چریک، غ.، ۱۳۸۶- بررسی میکروفاسیس ها و محیط رسوبی سازند گرو در برش نمونه، بیست و ششمین گردهمایی علوم زمین. درویش زاده، ع.، ۱۳۸۸- زمین شناسی ایران، چینه شناسی، تکتونیک، دگرگونی و ماگماتیسیم، انتشارات امیر کبیر، ۴۳۴ ص.
- عظام پناه، ی.، صادقی، ع.، آدابی، م. و جمالی، ا.، ۱۳۹۱- تغییرات مورفولوژی روزن داران پلانکتونی در سازند گرو و ارتباط آن با حوادث بی هوازی اقیانوسی، فصلنامه زمین شناسی ایران، شماره ۲۱، صص. ۸۱ تا ۱۰۱.
- کنی، ا. و حکمتی نیا، س.، ۱۳۸۳- نانوستراتیگرافی سازند گرو در برش نمونه (کبیر کوه، ایلام)، هشتمین همایش سالانه انجمن زمین شناسی ایران.
- مطیعی، ه.، ۱۳۷۲- زمین شناسی ایران، چینه شناسی زاگرس، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور، ۵۳۶ ص.
- نظری بدیع، ا.، قاسمی نژاد رائینی، ا.، صرفی، م. و نوید طلب، ا.، ۱۳۸۹- تلفیق میکروفاسیس و پالینوفاسیس به منظور شناسایی تغییرات نسبی سطح آب دریا، مثالی از سازند گرو: بیست و نهمین گردهمایی علوم زمین.

References

- Aguado, R., Company, M. and Tavera, J., 2000- The Berriasian/Valanginian boundary in the Mediterranean region: new data from the Caravaca and Cehegín sections, SE Spain, *Cretaceous Research*, V. 21, pp. 1- 21.
- Alavi, M., 1980- Tectonostratigraphic evolution of the Zagros sides of Iran, *Geology*, V. 8, pp. 144- 149.
- Alavi, M., 1994- Tectonics of the Zagros orogenic belt of Iran: new data and interpretations, *Tectonophysics*, V. 229, pp. 211- 238.
- Alavi, M., 2004- Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution, *American journal of Science*, V. 304, pp. 1- 20.
- Applegate, J. L. and Bergen, J. A., 1988- Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy of sediments recovered from the Galicia Margin, ODP Leg 103, *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, V. 103, pp. 293- 348.
- 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: Crux, J.A. and van Heck, S.E. (Eds.), *Nannofossils and their applications*, Ellis Horwood, Chichester, UK, pp. 212- 222.
- Blanc, E., Bulot, L. G. and Paicheler, J. C., 1994- La coupe de référence de MontbrunlesBains (Drôme, SE France): Un stratotype potentiel pour la limite BerriasienValanginien, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, V. 318, N. 2, pp. 101- 108.
- Bralower, T. J., 1987- Valanginian to Aptian calcareous nannofossil stratigraphy and correlation with the upper M-sequence magnetic anomalies, *Marine Micropaleontology*, V. 11, pp. 293- 310.
- Bralower, T. J., Leckie, R. M., Sliter, W. V. and Thierstein, H. R., 1995- An integrated Cretaceous microfossil biostratigraphy. In: Berggren, W.A., Kent, D.V., Aubry, M.P. and Hardenbol, J. (Eds.), *Geochronology, time scales and global stratigraphic correlation*, SEPM special publication, V. 54, pp. 65- 79.
- Bralower, T. J., Monechi, S. and Thierstein, H. R., 1989- Calcareous nannofossil Zonation of the Jurassic-Cretaceous boundary interval and correlation with the geomagnetic polarity timescale, *Marine Micropaleontology*, V. 14, pp. 153- 235.
- Bralower, T. J., Sliter, W. V., Arthur, M. A., Leckie, R. M., Allard, D. and Schlanger, S. O., 1993- Dysoxic/anoxic episodes in the Aptian-Albian (Early Cretaceous): The Mesozoic Pacific, *Geology, Tectonics, and Volcanism: Washington, DC, American Geophysical Union, Geophysical Monograph*, V. 77, pp. 5- 37.
- Bulot, L., Blanc, E., Company, M., Gardin, S., Hennig, S., Hoedemaeker, P. J., Leereveld, H., Magniez-Jannin, F., Mutterlose, J., Pop, G. and Rawson, P. F., 1996- The Valanginian stage. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique Sciences de la Terre*, 66Supp, pp. 11- 18.
- Erba, E., 1988- Aptian-Albian calcareous nannofossil biostratigraphy of the Scisti a Fucoidi cored at Piobbico (central Italy), *Rivista Italiana Paleontologia et Stratigrafia*, V. 94, pp. 249- 284.
- Falcon, N. L., 1958- Position of oil fields of southwest Iran with respect to relevant sedimentary basins. In: L. G. Weeks (Eds.), *Habitat of oil*. Tulsa, Oklahoma, American Association of Petroleum Geologists, pp. 1279- 1293.
- Lees, G. M., 1993- Reservoir rocks of Persian oil fields, *Bulletin of American Association of Petroleum Geologists*, V. 17, pp. 229- 240.

- Macleod, J. H. and Roohi, M., 1970- Kuh Varzarin Geological Compilation Map. Iranian Oil Operation Companies, Geological and Exploration Division, Tehran, Iran.
- Manivit, H., 1971- Les nannofossiles calcaires du Crétacé français (Aptien-Maestrichtien): essai de biozonation appuyée sur les stratotypes, Ph.D thesis, Université de Paris, p. 187.
- Martinez, M., Deconinck, J. F., Pellenard, P., Riquier, L., Company, M., Reboulet, S. and Moiroud, M., 2015- Astrochronology of the Valanginian–Hauterivian stages (Early Cretaceous): Chronological relationships between the Paraná–Etendeka large igneous province and the Weissert and the Faraoni events, *Global and Planetary Change*, V. 131, pp. 158- 173.
- Mutterlose, J., 1992- Biostratigraphy and palaeobiogeography of Early Cretaceous calcareous nannofossils, *Cretaceous Research*, V. 13, pp. 167- 189.
- Ogg, J. G., Ogg, G. and Gradstein, F. M., 2016- Cretaceous, In: Ogg, J.G., Ogg, G., Gradstein, F.M. (Eds.), *A Concise Geologic Time Scale*, Elsevier, pp. 167- 186.
- Perch-Nielsen, K., 1979- Calcareous nannofossils from the cretaceous between the North sea and the Mediterranean, *IUGS series A*, V. 6, pp. 223-272.
- Perch-Nielsen, K., 1985- Mesozoic calcareous nannofossils, In *Plankton stratigraphy*, Cambridge University Press, pp. 329- 426.
- Roth, P. H., 1978- Cretaceous nanoplankton biostratigraphy and oceanography of the northwestern Atlantic Ocean: Initial reports of the Deep Sea Drilling Project, V. 44, pp. 731- 760.
- Sissingh, W., 1977- Biostratigraphy of calcareous Nannoplankton, *Geologie en Mijnbouw*, V. 56, pp. 37- 65.
- Taylor, R. J., 1978- The distribution of calcareous nannofossils in the Speeton Clay (Lower Cretaceous) of Yorkshire: *Proceedings of the Yorkshire Geological and Polytechnic Society*, V. 42, pp. 195- 209.
- Thierstein, H. R., 1971- Tentative Lower Cretaceous calcareous nanoplankton zonation, *Eclogae Geologicae Helvetiae*, V. 64, pp. 459- 488.
- Thierstein, H. R., 1973- Lower Cretaceous calcareous nanoplankton biostratigraphy, *Abhandlunen der Geologische Bundesanstalt*, V. 29, pp. 1- 52.
- Thierstein, H. R., 1976- Mesozoic calcareous nanoplankton biostratigraphy of marine sediments, *Marine Micropaleontology*, V. 1, pp. 325- 362.
- Worsley, T. R., 1971- Calcareous nannofossil zonation of Upper Jurassic and Lower Cretaceous sediments from the Western Atlantic, *Proceeding of the second Planktonic Conference Roma*, V. 2, pp. 1301- 1322.

Calcareous nannofossil biostratigraphy of Valanginian- Hauterivian sediments at the lower part of the Garau Formation, Arkavaz section (Kabir-Kuh anticline, SE Ilam)

K. Barmakizadeh¹ and A. Mahanipour^{2*}

¹M.Sc., Department of Geology, Faculty of Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

²Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Received: 2017 September 02

Accepted: 2018 April 15

Abstract

The lower part of the Garau Formation with a thickness of 212 m at the southwest of the Kabirkuh anticline is investigated with regard to the calcareous nannofossils. Lithology of the studied interval is mainly consists of marl, marly limestone, black shale and limestone. 67 species from 33 genus and 13 families are recognized. Nannofossil events that are recorded from base to top of the section are as follow: the first occurrence (FO) of *Calcicalathina oblongata*, the last occurrence (LO) of *Rucinolithus wisei*, the FO of *Lithraphidites bollii*, the LO of *Cruciellopsis cuvillieri*, the first occurrence of *Assipetra terebrodentarius* and the last occurrence of *Lithraphidites bollii*. According to these index calcareous nannofossils, the studied interval is ranging from the uppermost part of CC2/NK2 biozone to the middle part of CC5b/NC5C subzone. Considering these zonations, the age of the studied interval is Valanginian - Hauterivian. According to the calcareous nannofossil data, the Valanginian - Hauterivian boundary can't be determined. This boundary is located at the base of the Tethyan ammonite *Acanthodiscus radiatus* at the leading GSSP candidate in the La Charce section of southeastern France.

Keywords: Biostratigraphy, Garau Formation, Valanginian, Hauterivian, Calcareous nannofossils.

For Persian Version see pages 65 to 74

*Corresponding author: A. Mahanipour; E-mail: a_mahanipour@uk.ac.ir