

بررسی زیست‌چینه‌نگاری قسمت‌های بالایی سازند گرو بر اساس نانوفسیل‌های آهکی در یال جنوب‌غربی تاقدیس کبیر کوه

مریم افتخاری^۱، اعظم ماهانی‌پور^{۲*}، محمد داستان‌پور^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

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

۳- استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

* پست الکترونیک: a_mahanipour@uk.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۷

تاریخ دریافت: ۹۴/۷/۱۱

چکیده

در مطالعه حاضر ۵۱۰ متر بالایی سازند گرو در یال جنوب‌غربی تاقدیس کبیر کوه از دیدگاه نانوفسیل‌های آهکی مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی نانوفسیل‌های آهکی در این برش به تشخیص ۹۰ گونه متعلق به ۴۳ جنس از ۱۵ خانواده منجر شده است. در محدوده مورد مطالعه از قاعده به سمت بالای برش به ترتیب آخرین حضور گونه *Calccalathina oblongata*، اولین حضور گونه *Hayesites irregularis*، اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* و آخرین حضور گونه *Micrantholithus hoschulzii* ثبت شده است. بر اساس شاخص‌های نانوفسیلی فوق، قسمت‌های بالایی زیست‌زون CC5 تا CC7 از پهنه‌بندی Sissingh (1977) تصحیح شده توسط Applegate & Bergen (1988) و قسمت‌های بالایی زیر زون NC5C تا NC7B از پهنه‌بندی Roth (1978) تصحیح شده توسط Bralower et al (1993, 1995)، در محدوده مورد مطالعه تشخیص داده شده است. بر این اساس سن محدوده مورد مطالعه بارمین - آپتین پسین می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: زیست‌چینه‌نگاری؛ نانوفسیل‌های آهکی؛ سازند گرو؛ کبیر کوه؛ زاگرس.

مقدمه

زمین‌شناختی آن در همه جا یکسان نیست و به همین دلیل به چند زیر زون تقسیم می‌شود که حوضه لرستان (با تناوبی از تاقدیس‌های بزرگ و کوچک در راستای شمال غرب - جنوب شرق) و فروافتادگی دزفول از آن جمله می‌باشند (Alavi, 2004). در حوضه رسوبی زاگرس رسوبات کرتاسه از گسترش و ضخامت بالایی برخوردار هستند و به ۱۷ سازند تقسیم شده‌اند (مطیعی، ۱۳۷۲).

کمربند کوه‌زایی زاگرس قسمتی از کمربند کوه‌زایی آلپ - هیمالیاست که از شمال غرب تا جنوب شرق ایران امتداد دارد. این کمربند کوه‌زایی نتیجه برخورد صفحه عربی با صفحه اوراسیاست (Berberian & King, 1981; Takin, 1972) که با طولی حدود ۲۰۰۰ کیلومتر از شمال شرق ترکیه تا پهنه مکران در جنوب شرق ایران امتداد دارد (Alavi, 2004). کمربند چین و گسل خورده زاگرس بخشی از کمربند کوه‌زایی زاگرس است که ویژگی‌های

به طور کلی رسوبات کرتاسه پایینی در حوضه زاگرس با دو رخساره متفاوت رخنمون دارد که در ناحیه فارس و جنوب فروافتادگی دزفول با سازندهای فهلیان، گدون، داریان و کژدمی (رخساره سکویی) و در لرستان با سازند گرو (رخساره پلاژیک) مشخص می‌شود (آقانباتی، ۱۳۸۳). بر اساس مطالعات ژئوشیمیایی صورت گرفته بر روی سازند گرو، این سازند به عنوان سنگ منشأ نفت برای مثال در میدان‌های نفتی سرکان و ماله کوه در نظر گرفته شده است (Ala et al., 1980). با توجه به این مطلب که سازند گرو از گسترش و پراکندگی خوبی در حوضه زاگرس برخوردار است و همچنین با توجه به اهمیت این سازند به عنوان سنگ منشأ نفت، در مطالعه حاضر این سازند از دیدگاه نانوفسیل‌های آهکی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است.

تاکنون مطالعات متعددی بر روی سازند گرو صورت گرفته است که از آن جمله می‌توان به کارهای انجام شده توسط کنی و حکمتی‌نیا (۱۳۸۳)، اختری و قویدل سیوکی (۱۳۸۵)، حسین پور و همکاران (۱۳۸۶)، تولایی و همکاران (۱۳۸۶)، نظری بدیع و همکاران (۱۳۸۹)، Vincent et al. (2010)، جمالیان و همکاران (۱۳۹۰) و عظام‌پناه و همکاران (۱۳۹۱، ۱۳۹۰) اشاره کرد.

با توجه به ضخامت بالای سازند گرو در برش تحت بررسی، در مطالعه حاضر تنها قسمت‌های بالایی این سازند در تاقدیس کبیر کوه از دیدگاه نانوفسیل‌های آهکی مورد بررسی قرار گرفته است تا بتوان سن دقیق لایه‌ها را در محدوده مورد مطالعه تعیین کرد.

موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه

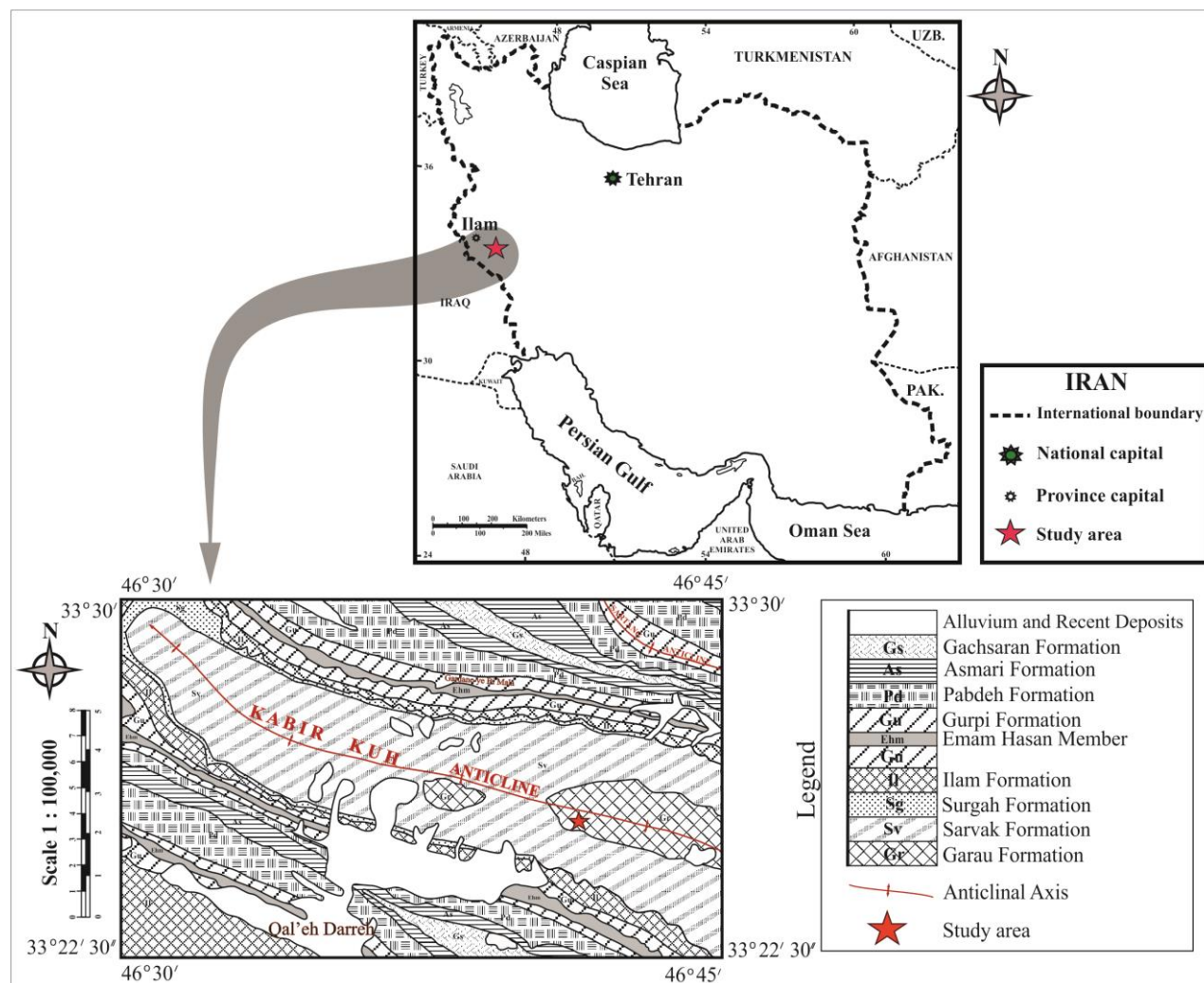
برش مورد مطالعه، سازند گرو در یال جنوب غربی تاقدیس کبیر کوه در استان ایلام است که در فاصله ۴۵ کیلومتری

جنوب شرقی ایلام و فاصله ۱۰ کیلومتری شمال شرقی روستای قلعه‌دره قرار دارد که دسترسی از طریق جاده ایلام - دره شهر امکان‌پذیر است. می‌توان با ورود به تاقدیس کبیر کوه از غرب روستای پاکل گراب (در یال شمال شرقی تاقدیس) و پیمودن مسیر صعب‌العبور کوهستانی به محل برش دسترسی یافت. سازند گرو در این برش با مختصات جغرافیایی "۵۵، ۴۱'، ۴۶° طول شرقی و "۲۲، ۳۳° عرض شمالی رخنمون بسیار خوبی دارد. در این برش سازند گرو ۷۲۳ متر ضخامت دارد که در مطالعه حاضر ۵۱۰ متر بالایی مورد بررسی قرار گرفته است و متشکل از مارن خاکستری تا سبز، سنگ آهک مارنی، شیل مارنی، شیل و سنگ آهک می‌باشد.

سازند گرو در این برش، با ناپیوستگی بر روی رسوبات تبخیری سازند گوتینا قرار گرفته (مطیعی، ۱۳۷۲) و مرز بالایی آن نیز با یک ناپیوستگی فرسایشی با سنگ آهک‌های گروه بنگستان (سازند سروک) مشخص می‌شود (Stocklin, 1968). موقعیت برش مورد مطالعه در شکل ۱ نمایش داده شده است.

روش آماده‌سازی و مطالعه نانوفسیل‌های آهکی

به منظور مطالعه نانوفسیل‌های آهکی در برش مورد مطالعه، ۲۲۶ نمونه از ضخامتی معادل ۵۱۰ متر از قسمت‌های بالایی سازند گرو مورد بررسی قرار گرفته است. نمونه‌های موجود به روش اسمیر اسلاید (Perch-Nielsen, 1985) آماده‌سازی و با استفاده از میکروسکپ نوری الیمپوس مدل BH2 با بزرگنمایی ۱۰۰۰× مورد مطالعه قرار گرفت. جهت انجام مطالعه زیست‌چینه‌نگاری نانوفسیل‌های آهکی، بسته به فراوانی نانوفسیل‌های آهکی در هر اسلاید ۳ تا ۵ ردیف مطالعه شد.



شکل ۱: موقعیت برش مورد مطالعه (برش کبیرکوه) در حوضه رسوبی زاگرس در ایران و تاق‌دیس کبیرکوه (برگرفته از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کوه ورزین تهیه شده توسط شرکت ملی نفت ایران با تغییرات). موقعیت برش مورد مطالعه با علامت ستاره نمایش داده شده است.

نتایج

زیست چینه‌نگاری

در محدوده زمانی بارمین - آپتین در حوضه تیس، زیست پهنه‌بندی نانوفسیل‌های آهکی توسط Manivit (1971)، Thierstein (1971, 1973)، Sissingh (1977)، Roth (1978)، Perch-Nielsen (1979) و Bralower *et al.* (1993, 1995) پیشنهاد شده است. Sissingh (1977) بر اساس اولین و آخرین حضور گونه‌های نانوفسیلی شاخص در حوضه تیس، ۲۶ زیست‌زون نانوفسیلی و Roth (1978) ۲۳ زیست‌زون بر اساس جنس و گونه‌های شاخص

نانوفسیلی به صورت جهانی برای بازه زمانی بریازین تا مایستریشتین معرفی نمودند که در مطالعه حاضر از ترکیب زیست‌زون‌های Sissingh (1977)، تصحیح شده توسط Applegate & Bergen (1988) و Roth (1978)، تصحیح شده توسط Bralower *et al.* (1993, 1995) استفاده شده است. بر اساس اولین حضور^۱ و آخرین حضور^۲ گونه‌های نانوفسیلی شاخص ثبت شده در برش مورد مطالعه، زیست‌زون‌های نانوفسیلی موجود از قاعده به سمت بالای برش عبارتند از CC5 تا CC7 از پهنه‌بندی Sissingh (1977) و

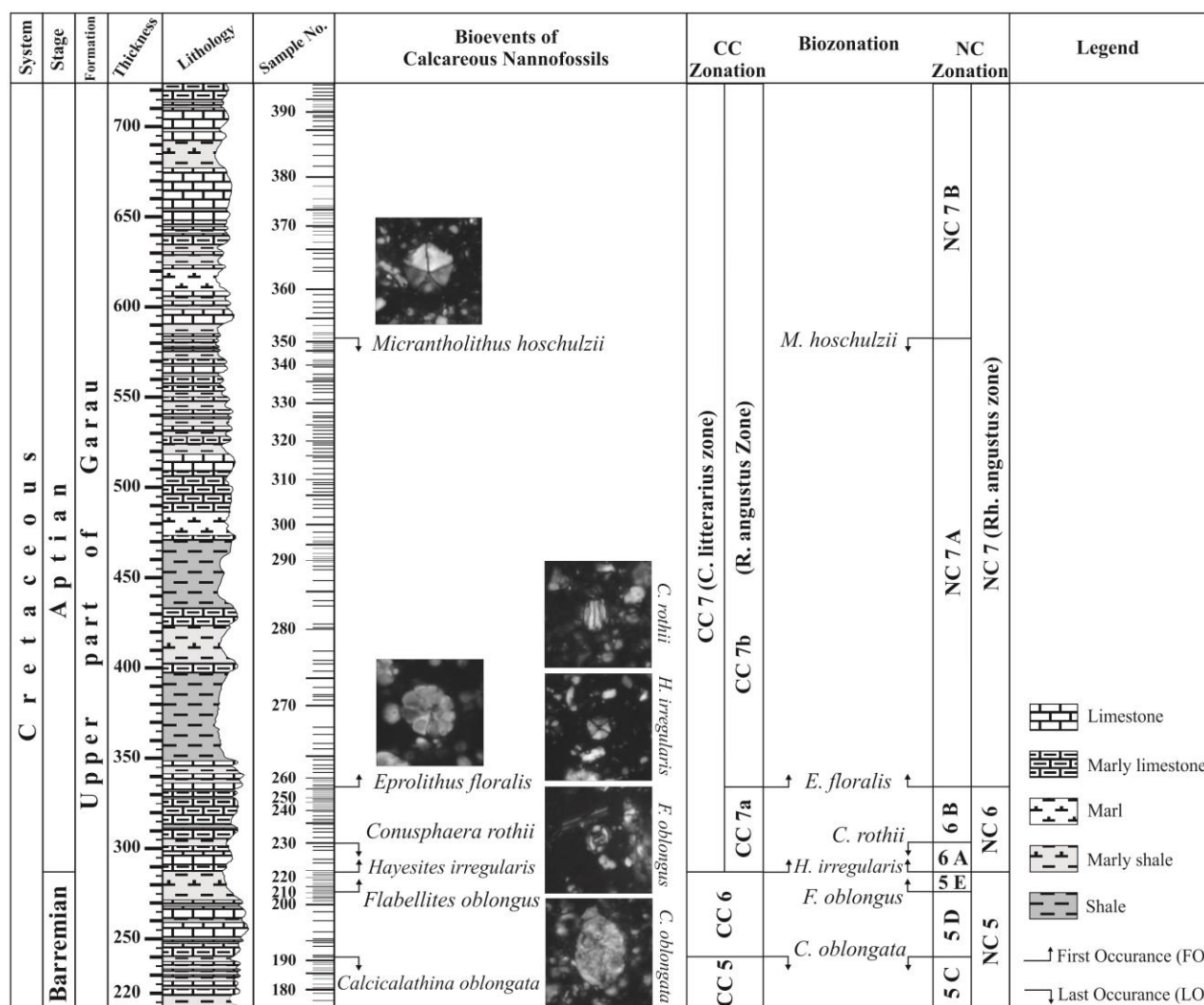
1- First Occurrence (FO)
2- Last Occurrence (LO)

زیست زون توسط Thierstein (1971) معرفی و توسط Sissingh (1977) تصحیح شده است. زیست زون CC5 از آخرین حضور گونه *Speetonia colligata* تا آخرین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* تعریف شده و بازه زمانی هاتریوین پسین - بارمین پیشین را شامل می شود. در این تحقیق از ضخامت ۲۱۲ متری تا انتهای سازند مورد مطالعه قرار گرفته است. قاعده این زیست زون در نمونه های مورد مطالعه وجود ندارد و آخرین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* در ضخامت ۲۴۰ متری ثبت گردید.

زیست زون های NC5C تا NC7 از پهنه بندی Roth (1978) تصحیح شده توسط Bralower *et al.* (1993, 1995). در شکل ۲ موقعیت گونه های شاخص نانوفسیلی و زیست زون های تشخیص داده شده بر اساس آن ها در طول ستون چینه شناسی برش مورد مطالعه قابل مشاهده است. همچنین در جدول ۱ موقعیت گونه های شاخص نانوفسیلی بر اساس مترژ و شماره نمونه نمایش داده شده است.

زیست زون های شناسایی شده بر اساس پهنه بندی Sissingh (1977)

زیست زون نانوفسیلی (*Lithraphidites bollii* Zone (CC5) این



شکل ۲: موقعیت گونه های شاخص نانوفسیلی و زیست زون های نانوفسیلی ثبت شده بر اساس آن ها در طول برش مورد مطالعه در قسمت های بالایی سازند گرو در یال جنوب غربی تاقدیس کبیرکوه.

بارمین - آپتین استفاده شده است. در حوضه بورال نیز *Nannoconus* Taylor (1982)، آخرین حضور *abundans* را به عنوان جایگزین برای اولین حضور *Chiastozygus litterarius* به کار برده است. لازم به ذکر است که در نمونه‌های مورد مطالعه *Chiastozygus litterarius* با فراوانی بسیار کم و تنها در چند نمونه ثبت شده است، لذا در مطالعه حاضر به جای اولین حضور این گونه از اولین حضور گونه *Hayesites irregularis* برای پهنه‌بندی استفاده شده است که برای اولین بار در ضخامت ۲۸۷ متری از قاعده برش مورد مطالعه ثبت شد.

جدول ۱: اولین (FO) و آخرین حضور (LO) گونه‌های ثبت شده در برش مورد مطالعه در قسمت‌های بالایی سازند گرو.

مترایژ	شماره نمونه	واقعۀ زیستی
۲۱۶	۱۷۸	FO <i>Rhagodiscus gallagheri</i>
۲۴۰	۱۹۱	LO <i>Calcicalathina oblongata</i>
۲۶۰	۱۹۸	FO <i>Braarudosphaera africana</i>
۲۷۶	۲۱۱	FO <i>Flabellites oblongus</i>
۲۸۷	۲۲۵	FO <i>Hayesites irregularis</i>
۳۰۳	۲۳۰	LO <i>Conusphaera rothii</i>
۳۲۶	۲۴۶	FO <i>Nannoconus truitti</i>
۳۳۴	۲۵۶	FO <i>Eprolithus floralis</i>
۳۴۲	۲۶۱	FO <i>Rhagodiscus angustus</i>
۳۷۹	۲۷۰	FO <i>Orastrum perspicuum</i>
۳۸۲	۲۷۱	FO <i>Rhagodiscus achlyostaurion</i>
۴۴۸	۲۸۶	LO <i>Nannoconus steinmannii</i>
۴۸۳	۳۰۱	LO <i>Retecapsa angustiforata</i>
۵۸۲	۳۵۱	LO <i>Micrantholithus hoschulzii</i>

زیست زون نانوفسیلی *Chiastozygus litterarius* Zone (CC7)
این زیست زون توسط Thierstein (1971) معرفی و توسط Applegate & Bergen (1977) و Manivit et al. (1988) در آن تصحیحاتی ایجاد شد. از نخستین حضور گونه *Chiastozygus litterarius* و یا *Hayesites*

زیست زون نانوفسیلی *Micrantholithus hoschulzii* Zone (CC6)
این زیست زون توسط Thierstein (1971) معرفی و سپس توسط Thierstein (1973) و Sissingh (1977) تصحیحاتی در آن ایجاد شد. از آخرین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* تا اولین حضور گونه *Chiastozygus litterarius* (یا *Chiastozygus platyrhethus*) تعریف شده و معرف بازه زمانی انتهای بارمین پیشین - بارمین پسین است. به گفته Thierstein (1976)، اولین حضور گونه *Rucinolithus irregularis* و آخرین حضور گونه *Nannoconus colomii* کمی قبل از اولین حضور گونه *Chiastozygus litterarius* به وقوع پیوسته است و می‌توانند جایگزین این واقعه زیستی باشند. همچنین Thierstein (1976) اولین حضور گونه *Hayesites irregularis* را کمی قبل از اولین حضور گونه *Chiastozygus litterarius* (یا *Chiastozygus platyrhethus*) گزارش کرده است. Perch-Nielsen (1979) نیز آخرین حضور گونه *Nannoconus bermudezii* و اولین حضور سایر گونه‌های *Chiastozygus spp.* را به عنوان جایگزین برای اولین حضور گونه *Chiastozygus litterarius* به کار برده است. لازم به ذکر است که در مطالعه Applegate & Bergen (1988)، اولین حضور *Chiastozygus litterarius* در هاتریوبین نیز ثبت شده که این مطلب کاربرد اولین حضور این گونه را به عنوان شاخص مرز بارمین/آپتین بی ارزش می‌سازد. همچنین آخرین حضور گونه‌های *Nannoconus steinmannii* و *Nannoconus colomii* که Thierstein (1971, 1973) شاخص بالای زیست زون CC6 قرار داده تا آپتین پیشین نیز حضور دارند و نمی‌توانند به عنوان شاخص مرز بارمین - آپتین استفاده شوند. بنابراین در مطالعه Applegate & Bergen (1988)، اولین حضور گونه *Hayesites irregularis* به عنوان شاخص مرز

حضور گونه *Eprolithus floralis* می باشد و سنی معادل با آپتین پیشین دارد. Thierstein (1971)، پیشنهاد داده که اولین حضور گونه *Rhagodiscus angustus* منطبق بر اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* است، اما این احتمال وجود دارد که اولین حضور گونه *Rhagodiscus angustus* بالاتر از اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* نیز دیده شود. همچنین آخرین حضور گونه های *Micrantholithus hoschulzii* / *Micrantholithus Conusphaera* و *Nannoconus steinmannii obtusus mexicana* در نزدیک به بالای CC7a ثبت شده اند.

۲- زیرزون *Rhagodiscus angustus Subzone* (CC7b): از اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* تا اولین حضور گونه *Prediscosphaera columnata* تعریف شده و سنی معادل با انتهای آپتین پیشین - ابتدای آلبین دارد. این زیرزون منطبق با *Parhabdololithus angustus* از پهنه بندی Thierstein (1971) می باشد. در برش مورد مطالعه اولین حضور گونه *Hayesites irregularis* برای تعیین قاعده این زیست زون استفاده شده است. شاخص حد بالایی این زیست زون یعنی گونه *Prediscosphaera columnata* در نمونه ها مشاهده نشده است. همچنین اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* که جهت تقسیم این زیست زون استفاده شده، در ۳۳۴ متری ثبت شده است.

زیست زون های شناسایی شده بر اساس پهنه بندی Roth (1978)

زیست زون نانوفسیلی *Watznaueria oblonga Zone (NC5)*
این زیست زون از آخرین حضور گونه *Cruciellipsis cuvillieri* تا اولین حضور گونه *Chiastozygus litterarius* (و *Vagalapilla matalosa*) را دربرمی گیرد و شامل بازه زمانی هاتریوین پسین - بارمین

irregularis تا اولین حضور گونه *Prediscosphaera columnata* تعریف شده و بازه زمانی آپتین - ابتدای آلبین پیشین را دربرمی گیرد. بسیاری از نویسندگان اولین حضور گونه *Prediscosphaera cretacea* را برای تعیین حد بالایی این زون استفاده کرده اند (Perch-Nielsen, 1985). Sissingh (1977)، با استفاده از آخرین حضور گونه *Micrantholithus hoschulzii* و *Micrantholithus obtusus* این زیست زون را به دو زیرزون فرعی CC7a و CC7b تقسیم می نماید. این در حالی است که Applegate & Bergen (1988) در تصحیحات انجام شده، اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* را برای تقسیم زیست زون CC7 به زیست زون های فرعی CC7a و CC7b استفاده کرده اند. Perch-Nielsen (1979) با استفاده از آخرین حضور گونه های *Nannoconus steinmannii* و *Conusphaera mexicana* زیرزون فرعی CC7a را تقسیم کرده و آخرین حضور گونه *Nannoconus kamptneri* و اولین حضور گونه های *Eprolithus floralis* و *Braarudosphaera africana* را به عنوان جایگزین برای آخرین حضور گونه *Micrantholithus obtusus* معرفی کرده اند. همچنین آخرین حضور گونه های *Eprolithus antiquus* و *Nannoconus wassallii* اولین حضور گونه *Rhagodiscus angustus* در آپتین پسین برای تقسیم CC7b استفاده شده است. این در حالی است که Thierstein (1976) پیشنهاد می کند که اولین حضور گونه های *Rhagodiscus angustus* و *Eprolithus floralis* در ابتدای آپتین و CC7 اتفاق افتاده است. بر اساس تصحیحات Applegate & Bergen (1988) این زیست زون به دو زیرزون فرعی تقسیم شده که عبارتند از: ۱- زیرزون *Hayesites irregularis Subzone (CC7a)*: از اولین حضور گونه *Hayesites irregularis* تا اولین

۳- زیر زون NC5C: از آخرین حضور گونه *Lithraphidites bollii* تا آخرین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* را دربرمی‌گیرد. سن این زیر زون هاتریوین پسین - بارمین پیشین می‌باشد.

۴- زیر زون NC5D: بازه بین آخرین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* تا اولین حضور گونه *Flabellites oblongus* را دربرمی‌گیرد و سنی معادل با انتهای بارمین پیشین - بارمین پسین دارد.

۵- زیر زون NC 5E: این زیر زون از اولین حضور گونه *Flabellites oblongus* تا نخستین حضور گونه *Rucinolithus irregularis* می‌باشد و سنی معادل با بارمین پسین دارد.

زیست زون نانوفسیلی (*Chiastozygus litterarius* Zone (NC6)
از نخستین حضور گونه *Chiastozygus litterarius* تا اولین حضور گونه (= *Parhabdolithus angustus* Roth, 1978) *Rhagodiscus angustus* تعریف شده است (Roth, 1978). Thierstein (1971) این زیست زون را از اولین حضور گونه *Rucinolithus irregularis* تا اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* تعریف کرده که توسط Wiegand (1984)؛ Erba & Quadrio (1987) و Erba (1988) تصحیحاتی در آن ایجاد شده است. سن این زیست زون آپتین پیشین در نظر گرفته شده است.

بر اساس تصحیحات Bralower et al. (1993) این زیست زون به زیر زون‌های فرعی NC 6A و NC 6B تقسیم شده است که عبارتند از:

۱- زیر زون فرعی (*Conusphaera* Subzone (NC6A)
این زیر زون از اولین حضور گونه *Rucinolithus irregularis* تا آخرین حضور گونه *Conusphaera rothii* تعریف می‌شود.

۲- زیر زون فرعی (*Grantarhabdus coronadventis* subzone)
از آخرین حضور گونه

می‌باشد (Roth, 1978). بر اساس تعریف و تصحیحات Thierstein (1971, 1973) می‌توان از اولین حضور گونه *Hayesites irregularis* یا آخرین حضور گونه *Nannoconus colomii* به جای اولین حضور گونه *Chiastozygus litterarius* استفاده نمود. بر اساس تصحیحات Bralower et al. (1993, 1995, 1997) اولین حضور گونه *Rucinolithus irregularis* به جای اولین حضور گونه *Chiastozygus litterarius* استفاده شده است. در برش مورد مطالعه حضور گونه *Cruciellipsis cuvillieri* ثبت نشده و اولین حضور گونه *Hayesites irregularis* در فاصله ۲۸۷ متری از قاعده برش ثبت شده است. این زیست زون توسط Roth (1978) به دو زیر زون فرعی NC5a (*Nannoconus bucheri* Subzone) و NC5b (*Micrantholithus obtusus* Subzones) تقسیم شده است که زیر زون فرعی NC5a از آخرین حضور گونه *Cruciellipsis cuvillieri* تا آخرین حضور گونه *Lithraphidites bollii* و زیست زون فرعی NC5b از آخرین حضور گونه *Lithraphidites bollii* تا اولین حضور گونه *Chiastozygus litterarius* تعریف شده است. بر اساس تصحیحات Bralower et al. (1995) این زیست زون به ۵ زیر زون فرعی NC5A تا NC5E تقسیم شده است که به شرح زیر می‌باشند.

۱- زیر زون NC5A: بازه بین آخرین حضور گونه *Assipetra terebrodentarius* تا اولین حضور گونه *Cruciellipsis cuvillieri* را دربرمی‌گیرد و سنی معادل با هاتریوین پسین دارد.

۲- زیر زون NC 5B: این زیر زون بازه بین اولین حضور گونه *Assipetra terebrodentarius* تا آخرین حضور گونه *Lithraphidites bollii* را دربرمی‌گیرد و سنی معادل با هاتریوین پسین دارد.

۱- زیر زون فرعی NC7A: این زیر زون از اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* تا آخرین حضور گونه *Micrantholithus hoschulzii* تعریف شده است.

۲- زیر زون فرعی NC7B: این زیر زون از آخرین حضور گونه *Micrantholithus hoschulzii* تا اولین حضور گونه *Parhabdolithus achlyostaurion* (= *Rhagodiscus achlyostaurion*) تعریف می شود.

۳- زیر زون NC7C: این زیر زون از اولین حضور گونه *Parhabdolithus achlyostaurion* (= *Rhagodiscus achlyostaurion*) تا آخرین حضور گونه *Prediscosphaera columnata* تعریف می شود.

در برش مورد مطالعه از اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* برای قاعده این زیست زون استفاده شده است و گونه‌های *Prediscosphaera columnata* و آخرین حضور گونه *Micrantholithus hoschulzii* در فاصله ۵۸۲ متری از قاعده برش ثبت شده که بیانگر حضور زیر زون فرعی NC7A از ضخامت ۳۳۴ متری تا ضخامت ۵۸۲ متری می باشد و از ضخامت ۵۸۲ متری تا انتهای برش متعلق به زیست زون NC7B است. لازم به ذکر است که در برش مورد مطالعه گونه *Rhagodiscus achlyostaurion* در ضخامت ۳۸۲ متری از قاعده برش و قبل از آخرین حضور گونه *Micrantholithus hoschulzii* ثبت شده است.

بحث

از ابتدای محدوده مورد مطالعه گونه *Calcicalathina oblongata* در نمونه‌ها حضور داشته و آخرین حضور این گونه در ضخامت ۲۴۰ متری ثبت شده است. بنابراین از ابتدای محدوده تا ضخامت ۲۴۰ متری مربوط به قسمت‌های بالایی زیست زون نانوفسیلی CC5 از پهنه‌بندی Sissingh (1977) و قسمت‌های بالایی زیست زون نانوفسیلی NC5 و

Conusphaera rothii تا اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* تعریف می شود.

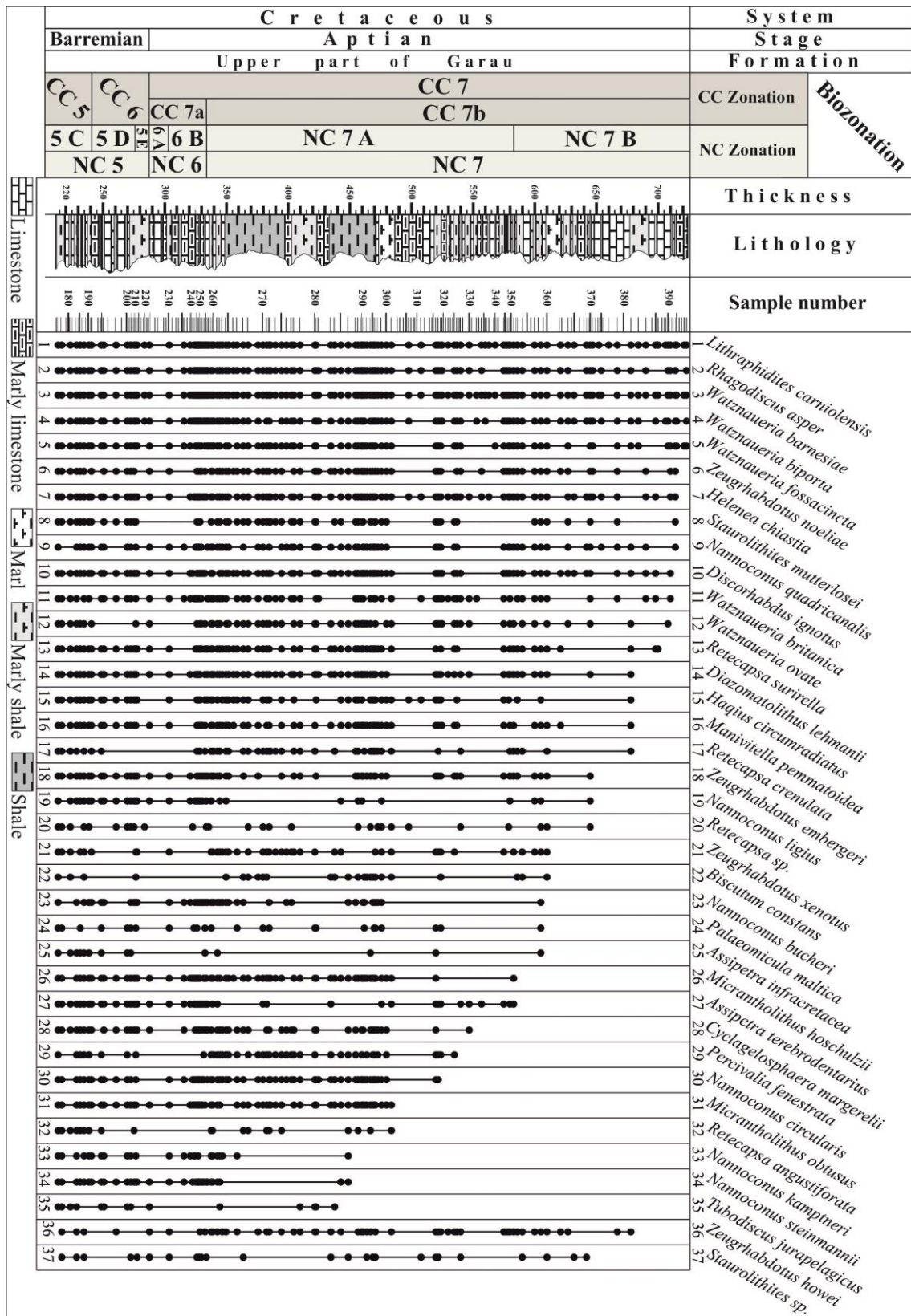
در برش مورد مطالعه اولین حضور گونه *Hayesites irregularis* در فاصله ۲۸۷ متری از قاعده برش ثبت شده است. برای بالای زیست زون تحت بررسی نیز اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* در نظر گرفته شده که در ضخامت ۳۳۴ متری از قاعده برش تحت بررسی مشاهده شده است. در این مطالعه آخرین حضور گونه *Conusphaera rothii* قبل از اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* و در ضخامت ۳۰۳ متری ثبت شده است.

زیست زون نانوفسیلی *Parhabdolithus angustus* Zone (NC7): این زیست زون از نخستین حضور گونه *Parhabdolithus angustus* (= *Rhagodiscus Prediscosphaera angustus*) تا اولین حضور گونه *cretacea* تعریف شده است (Roth, 1978). Bralower et al. (1993) معتقدند که به دلیل نزدیکی اولین حضور گونه *Rhagodiscus angustus* به اولین حضور گونه *Rucinolithus irregularis* یا ثبت آن قبل از *Rhagodiscus angustus*، اولین حضور گونه *Rhagodiscus angustus* شاخص مناسبی برای تعیین قاعده این زیست زون نیست. Thierstein (1971, 1973) این زیست زون را از اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* تا اولین حضور گونه *Prediscosphaera columnata* تعریف کرده است. Erba (1988) و Applegate & Bergen (1988) نیز اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* را برای تعیین حد پایینی زیست زون NC7 پیشنهاد داده‌اند. سن زیست زون NC7 انتهای آپتین پیشین - ابتدای آلبین در نظر گرفته شده است.

بر اساس تصحیحات Bralower et al. (1993) زیست زون NC7 به ۳ زیر زون فرعی NC7A، NC7B و NC7C تقسیم شده است.

۳۰۳ متری ثبت شده است که بر اساس تصحیحات Bralower *et al.* (1993, 1995) می‌توان با استفاده از این شاخص زیست‌زون NC6 را به زیست‌زون‌های فرعی NC6A و NC6B تقسیم کرد. آخرین حضور گونه *Nannoconus truitti* نیز قبل از اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* و در ضخامت ۳۲۶ متری برش و اولین حضور گونه *Rhagodiscus angustus* بعد از اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* در ضخامت ۳۴۲ متری ثبت شده است. این در حالی است که در برش تکل کوه در حوضه کپه‌داغ در ایران، اولین حضور گونه *Rhagodiscus angustus* قبل از اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* به ثبت رسیده است (Mahanipour *et al.*, 2011). یکی دیگر از گونه‌های شاخص در برش تحت بررسی آخرین حضور گونه *Micrantholithus hoschulzii* است که در ضخامت ۵۸۲ متری از قاعده برش تحت بررسی ثبت شده و شاخص بالای زون فرعی NC7A از پهنه‌بندی Roth (1978) تصحیح شده توسط Bralower *et al.* (1993, 1995) می‌باشد. از آخرین حضور گونه *Micrantholithus hoschulzii* در ضخامت ۵۸۲ متری تا انتهای برش ادامه زیست‌زون NC7 و زیر زون NC7B در نظر گرفته شده است. پراکندگی جنس و گونه‌های نانوفسیلی ثبت شده در طول برش مورد مطالعه در شکل ۳ و تصویر تعدادی از جنس و گونه‌های نانوفسیلی در پلیت‌های ۱ و ۲ نمایش داده شده است.

زیست‌زون فرعی NC5C از پهنه‌بندی Roth (1978) تصحیح شده توسط Bralower *et al.* (1993, 1995) می‌باشد. بعد از این حادثه زیستی، اولین حضور گونه *Hayesites irregularis* در ضخامت ۲۸۷ متری از قاعده برش ثبت شده است که به عنوان یک گونه شاخص برای تعیین بالای CC6 از پهنه‌بندی Sissingh (1977) تصحیح شده توسط Applegate & Bergen (1988) و همین‌طور برای تعیین قسمت بالایی زیست‌زون NC5 و قاعده NC6 در پهنه‌بندی Roth (1978) تصحیح شده توسط Bralower *et al.* (1993, 1995) در غیاب و یا حضور نادر گونه *Chiastozygus litterarius* به کار می‌رود. لازم به ذکر است که اولین حضور گونه‌های *Hayesites irregularis* و *Rucinolithus irregularis* به عنوان گونه‌های شاخص، جهت تعیین مرز بارمین - آپتین استفاده شده‌اند (Bralower *et al.*, 1993, 1995؛ Applegate *et al.*, 1988؛ Applegate & Bergen, 1988). در حد فاصل آخرین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* و اولین حضور گونه *Hayesites irregularis* اولین حضور گونه *Flabellites oblongus* در ضخامت ۲۷۶ متری از قاعده برش ثبت شده که جهت تقسیم دو زیر زون NC5D و NC5E در پهنه‌بندی Roth (1978) تصحیح شده توسط Bralower *et al.* (1993, 1995) استفاده شده است. یکی دیگر از حوادث زیستی مهم در برش تحت بررسی اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* می‌باشد که در ضخامت ۳۳۴ متری از قاعده برش ثبت شده است. این گونه بر اساس تصحیحات Applegate & Bergen (1988) به عنوان شاخص بالای زیست‌زون فرعی CC7a در پهنه‌بندی Sissingh (1977) و نیز به عنوان یک شاخص جهت تعیین بالای زیست‌زون NC6 استفاده شده است. قبل از ثبت اولین حضور گونه *Eprolithus floralis*، آخرین حضور گونه *Conusphaera rothii* در ضخامت



شکل ۳: جدول پراکندگی نانوفسیل‌های آهکی و زیست پهنه‌بندی قسمت‌های بالایی سازند گرو در یال جنوب غربی تاقدیس کبیرکوه بر مبنای گونه‌های شاخص نانوفسیلی.

نتیجه گیری

بررسی نانوفسیل های آهکی در قسمت های بالایی سازند گرو (۵۱۰ متر بالایی) در برش مورد مطالعه به ثبت آخرین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* در قاعده برش و در ضخامت ۲۴۰ متری منجر شد که بر این اساس سن قاعده محدوده مورد مطالعه بارمین پیشین است. سایر شاخص های نانوفسیلی ثبت شده در این برش عبارتند از اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* و آخرین حضور گونه *Micrantholithus hoschulzii*. بر این اساس زیست زون های CC5 تا CC7 از پهنه بندی (1977) Sissingh،

تصحیح شده توسط Applegate & Bergen (1988) و قسمت های بالایی زیر زون NC5C تا NC7B از پهنه بندی Bralower et al. (1978) Roth، تصحیح شده توسط Flabellites oblongus و زیست زون های فرعی NC5D، NC5E، NC6A و NC6B از یکدیگر تفکیک شدند. به طور کلی شاخص های نانوفسیلی موجود بیانگر سن بارمین - آپتین پسین برای محدوده تحت بررسی می باشند.

منابع

- اختری، م.، قویدل سیوکی، م.، ۱۳۸۵. بررسی پتانسیل هیدرو کربوری سازند گرو به عنوان سنگ منشأ نفت خام بر اساس ترمال مجوریتی پالینومورف ها. دهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس.
- آقناباتی، س. ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- تولایی، م.، افتخاری، ن.، کسای، م.، ۱۳۸۶. مطالعه و ارزیابی سازند گرو در مقطع کوه سفید مرز لرستان - کرمانشاه از نظر سنگ منشأ. پژوهش نفت، ۲-۵۶: ۱۲۹-۱۲۱.
- جمالیان، م.، آدابی، م. ح.، موسوی، م. ر.، صادقی، ع.، ۱۳۹۰. ژئوشیمی و پتروگرافی سازند گرو (نئوکومین - آپسین) در برش نمونه (کبیر کوه، استان ایلام). پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی، ۲-۴۳: ۲۶-۱.
- حسین پور، م.، رفیعی، ب.، مصدق، ح.، رحمانی، ع.، چهارده چریک، ع.، ۱۳۸۶. بررسی میکروفاسیس ها و محیط رسوبی سازند گرو در برش نمونه. بیست و ششمین گردهمایی علوم زمین.
- عظام پناه، ی.، صادقی، ع.، آدابی، م. ح.، ۱۳۹۰. میکروفاسیس و محیط رسوبی سازند گرو در تاقدیس های دایار و نفت، در شمال زون لرستان. پانزدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه تربیت معلم تهران.
- عظام پناه، ی.، صادقی، ع.، آدابی، م. ح.، جمالی، ا. م.، ۱۳۹۱. بایوستراتیگرافی سازند گرو در برش تحت الارضی چاه نفت، جنوب کرمانشاه. پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی، ۲-۴۷: ۸۲-۶۹.
- کنی، ا.، حکمتی نیا، س.، ۱۳۸۳. نانوستراتیگرافی سازند گرو در برش نمونه (کبیر کوه، ایلام). هشتمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، دانشگاه صنعتی شاهرود.
- مطیعی، ه.، ۱۳۷۲. زمین شناسی ایران: زمین شناسی زاگرس. انتشارات سازمان زمین شناسی کشور، ۵۴۰ ص.
- نظری بدیع، ا.، قاسمی نژاد رائینی، ا.، صرفی، م.، 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.

- Ala, M., Kinghorn, R., & Rahman, M.t., 1980. Organic geochemistry and source rock characteristics of the Zagros petroleum province, southwest Iran. *Journal of Petroleum Geology*, 3: 61-89.
- Alavi, M., 2004. Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution. *American journal of Science*, 304: 1-20.
- Applegate, J., & Bergen, J., 1988. Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy of sediments recovered from the Galicia Margin, ODP Leg 103. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, 103: 293-348.
- Applegate, J.L., Bergen, J.A., Covington, J.M., & Wise, S., 1988. Lower Cretaceous calcareous nannofossils from continental margin drill sites of North Carolina (DSDP Leg 93) and Portugal (ODP Leg 103): a comparison. In: Crux, J.A., & van Heck, S.E. (eds.), *Nannofossils and Their Applications*, Ellis Horwood Limited, The British Micropalaeontological Society, 212-222.
- Berberian, M. & King, G., 1981. Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran. *Canadian journal of earth sciences*, 18: 210-265.
- Bralower, T., Fullagar, P., Paull, C., Dwyer, G., & Leckie, R., 1997. Mid-Cretaceous strontium-isotope stratigraphy of deep-sea sections. *Geological Society of America Bulletin*, 109: 1421-1442.
- Bralower, T.J., Leckie, R.M., Sliter, W.V., & Thierstein, H.R., 1995. An integrated Cretaceous microfossil biostratigraphy. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists*, Special Publications, 54: 65-79.
- Bralower, T.J., Sliter, W.V., Arthur, M.A., Leckie, R.M., Allard, D.J., & Schlanger, S.O., 1993. Dysoxic/anoxic episodes in the Aptian-Albian (Early Cretaceous). In: Pringle, M.S., Sager, W.W., Sliter, W.V., & Stein, S. (eds.), *The Mesozoic Pacific: Geology, Tectonics and Volcanism*. Geophysical Monograph, *American Geophysical Union*, 77: 5-37.
- Erba, E., & Quadrio, B., 1987. Biostratigrafia a nannofossili calcarei, calpionellidi e foraminiferi planctonici della Maiolica (Titoniano superiore-Aptiano) nelle Prealpi bresciane (Italia settentrionale). *Rivista Italiana di Paleontologia e di Stratigrafia*, 93: 3-108.
- Erba, E., 1988. Aptian-Albian calcareous nannofossil biostratigraphy of the Scisti a Fucoidi cored at Piobbico (central Italy). *Rivista Italiana Paleontologia e Stratigrafia*, 94: 249-284.
- Mahanipour, A., Mutterlose, J., Kani, A.L., & Adabi, M.H., 2011. Palaeoecology and biostratigraphy of early Cretaceous (Aptian) calcareous nannofossils and the $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ isotope record from NE Iran. *Cretaceous Research*, 32: 331-356.
- Manivit, H., 1971. Les Nannofossiles calcaires du Crétacé français (de l'Aptien au Danien): essai de biozonation appuyée sur les stratotypes. *Thesis, Universite de Paris*, 187 p.
- Manivit, H., Perch-Nielsen, K., Prins, B., & Verbeek, J., 1977. Mid Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy. Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen B, 80: 169-181.
- Perch-Nielsen, K., 1979. Calcareous nannofossils from the Cretaceous between the North Sea and the Mediterranean. *International Union of Geological Sciences, Series A*, 6: 223-272.
- Perch-Nielsen, K., 1985. Mesozoic Calcareous Nannofossils. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., Perch-Nielsen, K., (eds.), *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University, Press. 329-426.
- Roth, P.H., 1978. Cretaceous nannoplankton biostratigraphy and oceanography of the northwestern Atlantic ocean. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 44: 731-759.
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of calcareous Nannoplankton. *Geologie en Mijnbouw*, 56: 37-65.
- Stocklin, J., 1968. Structural history and tectonics of Iran: a review. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 52: 1229-1258.
- Takin, M., 1972. Iranian geology and continental drift in the Middle East. *Nature*, 235: 147-150.
- Taylor, R., 1982. Lower Cretaceous (Ryazanian to Albian) calcareous nannofossils. In: Lord, A., R., (ed.), *A stratigraphic index of calcareous nannofossils*. Chichester, United Kingdom, Ellis Horwood, 40-80.
- Thierstein, H.R., 1971. Foraminiferen und Nannoplankton aus einem Profil durch santone Amdenerschichten in den östlichen Churfürsten. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 64: 29-45.
- Thierstein, H.R., 1973. Lower Cretaceous calcareous nannoplankton biostratigraphy. *Geologische Bundesanstalt*, 29: 1-59.
- Thierstein, H.R., 1976. Mesozoic calcareous nannoplankton biostratigraphy of marine sediments. *Marine Micropaleontology*, 1: 325-362.

- Vincent, B., van Buchem, F.S., Bulot, L.G., Immenhauser, A., Caron, M., Baghbani, D., & Huc, A.Y., 2010. Carbon-isotope stratigraphy, biostratigraphy and organic matter distribution in the Aptian–Lower Albian successions of southwest Iran (Dariyan and Kazhdumi formations). *GeoArabia Special Publication*, 4: 139-197.
- Wiegand, G.E., 1984. Calcareous nannofossils from northwest African margin, Deep Sea Drilling Project Leg 79. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 79: 563-578.

Plate 1

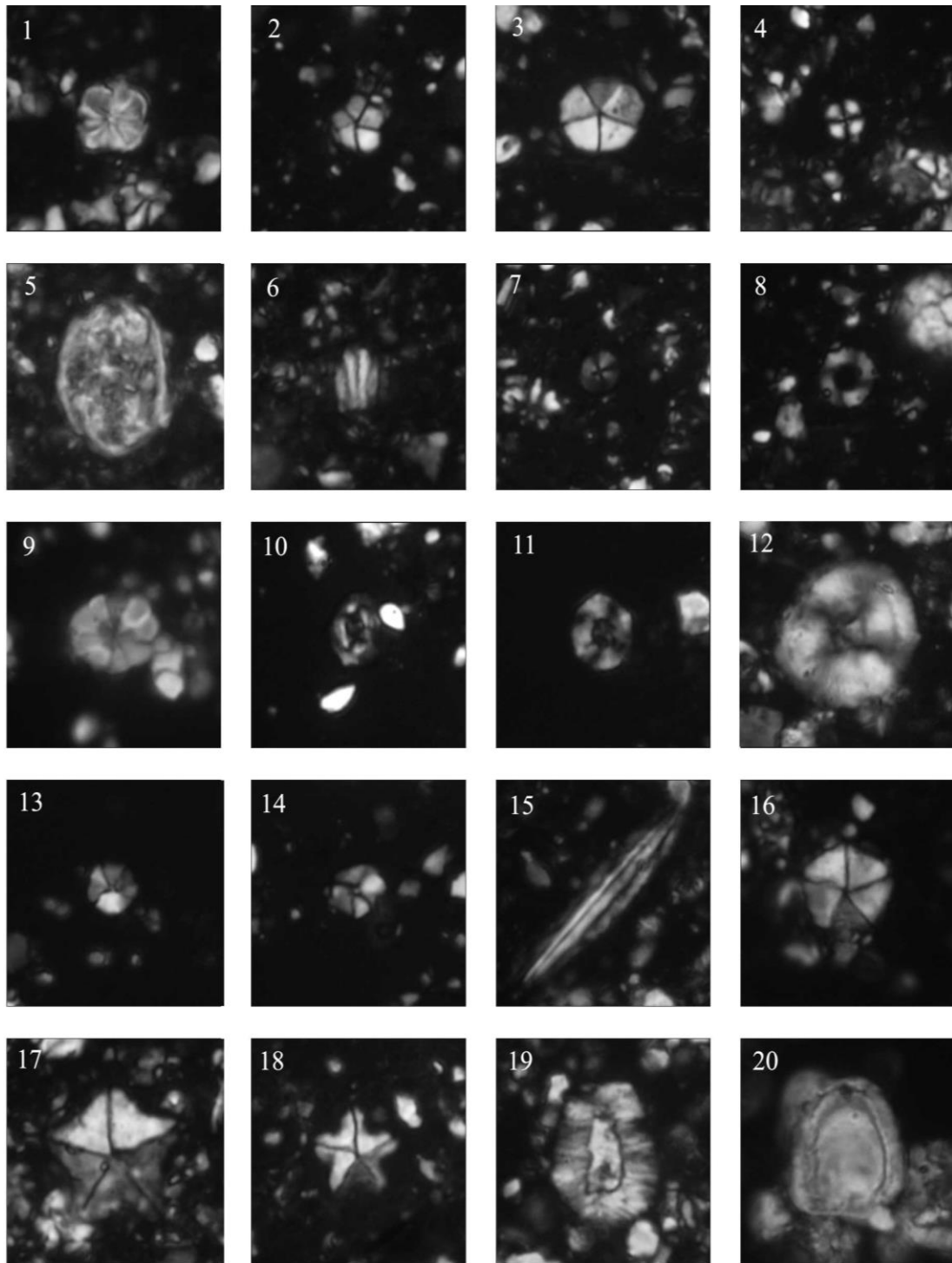


Plate 1: 1) *Assipetra terebrodentarius* (Applegate *et al.* in Covington & Wise, 1987) Rutledge & Bergen in Bergen, 1994; 2) *Braarudosphaera africana* (Stradner, 1961); 3) *Braarudosphaera hockwoldensis* (Black, 1973); 4) *Cyclagelosphaera margerelii* (Noël, 1965); 5) *Calcicalathina oblongata* (Worsley, 1971) Thierstein, 1971; 6) *Conusphaera rothii* (Thierstein, 1971) Jakubowski, 1986; 7) *Discorhabdus ignotus* (Górka, 1957) Perch-Nielsen, 1968; 8) *Diazomatolithus lehmanii* (Noël, 1965); 9) *Eprolithus floralis* (Stradner, 1962) Stover, 1966; 10) *Flabellites oblongus* (Bukry, 1969) Crux in Crux *et al.*, 1982; 11) *Helena chiesta* (Worsley, 1971); 12) *Haqius circumradiatus* (Stover, 1966) Roth, 1978; 13-14) *Hayesites irregularis* (Thierstein in Roth and Thierstein, 1972) Applegate *et al.* in Covington and Wise, 1987; 15) *Lithraphidites carniolensis* (Deflandre, 1963); 16) *Micrantholithus hoschulzii* (Reinhardt, 1966) Thierstein, 1971; 17) *Micrantholithus obtusus* (Stradner, 1963); 18) *Micrantholithus stellatus* (Aguado in Aguado *et al.* 1997); 19) *Nannoconus bucheri* (Brönnimann, 1955); 20) *Nannoconus circularis* (Deres & Achéritéguy, 1980); (XPL), 2000×.

Plate 2

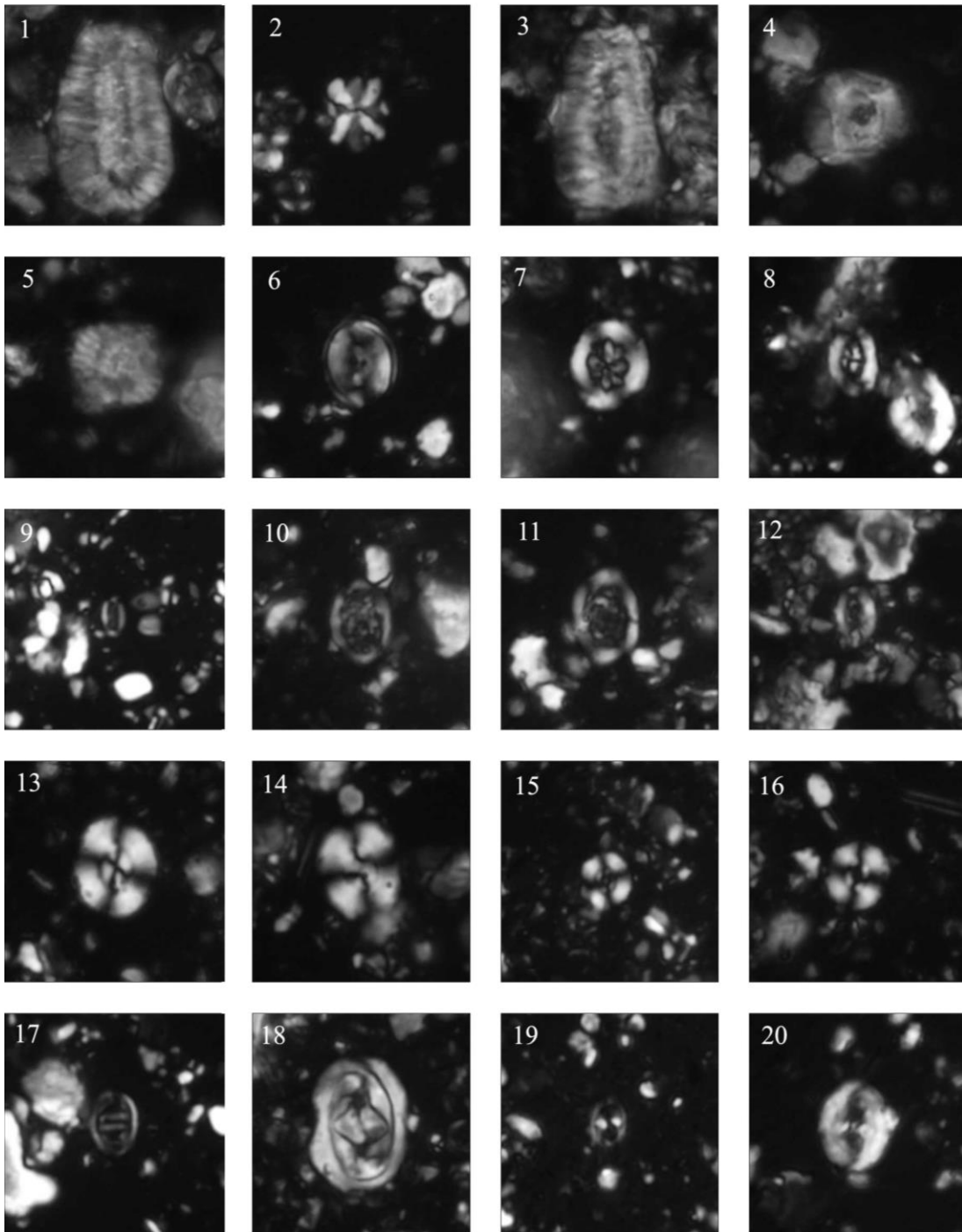


Plate 2: 1) *Nannoconus kamptneri* (Brönnimann, 1955); 2) *Nannoconus ligius* (Applegate & Bergen, 1988); 3) *Nannoconus steinmannii* (Kamptner, 1931); 4-5) *Nannoconus truitii* (Brönnimann, 1955); 6) *Percivalia fenestrata* (Worsley, 1971) Wise, 1983; 7) *Retecapsa angustiforata* (Black, 1971); 8) *Rhagodiscus achlyostaurion* (Hill, 1976) Doeven, 1983; 9) *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1971; 10-11) *Rhagodiscus asper* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1967); 12) *Rhagodiscus gallagheri* (Rutledge & Bown 1996); 13) *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968; 14) *Watznaueria biporta* (Bukry, 1969); 15) *Watznaueria britannica* (Stradner, 1963) Reinhardt, 1964; 16) *Watznaueria fossacincta* (Black, 1971) Bown in Bown & Cooper, 1989; 17) *Zeugrhabdotus diplogrammus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Burnett in Gale *et al.*, 1996; 18) *Zeugrhabdotus embergeri* (Noël, 1959) Perch-Nielsen, 1984; 19) *Zeugrhabdotus erectus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965; 20) *Zeugrhabdotus scutula* (Bergen, 1994) Rutledge & Bown, 1996; (XPL), 2000×.

Calcareous nannofossil biostratigraphy of the upper part of the Garau Formation at the south west of Kabir-Kuh anticline

Eftekhari, M.¹, Mahanipour, A.^{2*}, Dastanpour, M.³

1- M.Sc. student in Stratigraphy & Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

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

3- Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

*E-mail: a_mahanipour@uk.ac.ir

Introduction

Garau Formation has a good distribution and outcrops at the Zagros sedimentary basin in Iran. This formation has been studied from different aspects of sedimentology and paleontology (e.g., Vincent et al. 2010; Jamalian et al., 2011; Ezampanah et al., 2012). In the present study, 510 m from the upper part of the Garau Formation at the south west of the Kabir-Kuh anticline has been investigated. The Kabir-Kuh anticline is located at the south east of Ilam and north east of Qaleh-Darreh village. The studied interval consists mainly of green to gray marls, marly limestone, limestone, shale and marly shale. This formation overlies the Gotnia Formation and is overlain by Sarvak Formation disconformably at the studied interval. The studied interval is investigated with regard to the calcareous nannofossils for determining the exact age the studied interval.

Materials and Methods

A total of 226 samples with a sampling resolution of 1 to 4 m were collected from the upper part of the Garau Formation and were processed using the simple smear slide technique described in Perch-Nielsen (1985). The prepared slides were examined using an Olympus BH2 transmitting light microscope at x1000 magnification.

Discussion

In the present study, the standard calcareous nannofossil zonation in low-latitude sections of Sissingh (1977) emended by Perch-Nielsen (1979, 1985) and Applegate and Bergen (1988) and Roth (1978) emended by Bralower (1987) and Bralower et al. (1993, 1995) were applied. The studied interval spans from CC5 to CC7 biozone of Sissingh (1977) and from NC5C to NC7B biozone of Roth (1978). Regarding to calcareous nannofossils, ninety species from 43 genus and 15 families have been recognized at the studied interval. Six important calcareous nannofossil bioevents were identified within the studied interval. *Calcicalathina oblongata* is recorded from the first part of the studied interval and its last occurrence (LO) is the lowermost nannofossil datum observed at 28 m of the studied interval, which defines the top of CC5 and NC5C. The first occurrence (FO) of *H. irregularis* (75 m) is recorded after the FO of *Braarudosphaera africana* (48 m) and *Flabellites oblongus* (64 m) at the studied interval and marks the top of CC6 zone of Sissingh (1977) and NC5 zone of Roth (1978) emended by Bralower et al. (1993, 1995). At low latitudes, the FO of *R. irregularis* and *H. irregularis* are the most reliable bio-events for defining the Barremian/Aptian boundary (e.g., Applegate and Bergen, 1988). The next important bio-event at the studied interval is the FO of *E. floralis* (122 m), defining the top of NC6 and CC7a (Early Aptian). The other important bio-event at the studied interval is the last occurrence of *Micrantholithus hoschulzii* (370 m) defines the top of NC7A biozone of Roth (1978) emended by Bralower et al. (1993, 1995).

Keywords: Biostratigraphy; calcareous nannofossils; Garau Formation; Kabir-Kuh; Zagros.

References

- Applegate, J., & Bergen, J., 1988. Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy of sediments recovered from the Galicia Margin, ODP Leg 103. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 103: 293-348.
- Bralower, T.J. 1987. Valanginian to Aptian calcareous nannofossil stratigraphy and correlation with the upper M-sequence magnetic anomalies. *Marine Micropaleontology*, 11, 293-310.
- Bralower, T.J., Leckie, R.M., Sliter, W.V., & Thierstein, H.R., 1995. An integrated Cretaceous microfossil biostratigraphy. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publications*, 54: 65-79.
- Bralower, T.J., Sliter, W.V., Arthur, M.A., Leckie, R.M., Allard, D.J., & Schlanger, S.O., 1993. Dysoxic/anoxic episodes in the Aptian-Albian (Early Cretaceous). *In: Pringle, M.S., Sager, W.W., Sliter, W.V., & Stein, S. (eds.), The Mesozoic Pacific: Geology, Tectonics and Volcanism. Geophysical Monograph, American Geophysical Union*, 77: 5-37.
- Ezampannah, Y. , Sadeghi, A., Adabi, M.H., & Jamali, A.M., 2012. Biostratigraphy of the Garau Formation in Naft well subsurface stratigraphic section, South Kermanshah. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 28 (2) :69-82
- Jamalian, M., Adabi, M.H., Moosavi, M.R., & Sadeghi, A., 2011. Geochemistry and petrography of Garau Formation with Neocomian-Aptian age in type section (Kabir Kuh, Ilam province). *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 27 (2): 1-26
- Perch-Nielsen, K., 1979. Calcareous nannofossils from the Cretaceous between the North Sea and the Mediterranean. *International Union of Geological Sciences, Series A*, 6: 223-272.
- Perch-Nielsen, K., 1985. Mesozoic Calcareous Nannofossils. *In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., Perch-Nielsen, K., (eds.), Plankton Stratigraphy. Cambridge University, Press*. 329-426.
- Roth, P.H., 1978. Cretaceous nannoplankton biostratigraphy and oceanography of the northwestern Atlantic ocean. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, 44: 731-759.
- Vincent, B., van Buchem, F.S., Bulot, L.G., Immenhauser, A., Caron, M., Baghbani, D., & Huc, A.Y., 2010. Carbon-isotope stratigraphy, biostratigraphy and organic matter distribution in the Aptian–Lower Albian successions of southwest Iran (Dariyan and Kazhdumi formations). *GeoArabia Special Publication*, 4: 139-197.