

## بیواستراتیگرافی نهشته‌های سازند قم بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی در جنوب شرق کاشان

سعیده سنماری، استادیار، گروه معدن، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین، ایران\*

### چکیده

در این مطالعه نهشته‌های سازند قم در جنوب شرق کاشان مورد بررسی قرار گرفت. این سازند با ضخامتی در حدود ۳۳۹ متر شامل مارن، سنگ آهک و آهک مارنی است که با ناپیوستگی بر روی نهشته‌های سازند قرمز زیرین و در زیر کنگلومرای پلیوسن قرار گرفته است. مطالعه ۱۱۳ نمونه برداشت شده از این برش به شناسایی ۳۴ گونه و ۱۲ جنس از نانوفسیل‌های آهکی منجر شد. در این مطالعه از بیوزوناسیون مارتینی برای تعیین سن نسبی و بیواستراتیگرافی نهشته‌های سازند قم استفاده شد. در این برش مطابق با گسترش گونه‌های شاخص، چهار زون زیستی به نام‌های *Triquetrorhabdulus carinatus* zone (NN1)، *Discoaster druggii* zone (NN2)، *Sphenolithus belemnus* zone (NN3)، *Helicosphaera ampliaperta* zone (NN4) شناسایی شد. در نتیجه این مطالعه و بر اساس زون‌های تعیین شده بازه زمانی این رسوبات در جنوب شرق کاشان از اواخر شاتین تا بوردیگالین/لانگین پیشنهاد می‌شود. کلیدواژه‌ها: سازند قم، بیواستراتیگرافی، نانوفسیل‌های آهکی، کاشان.

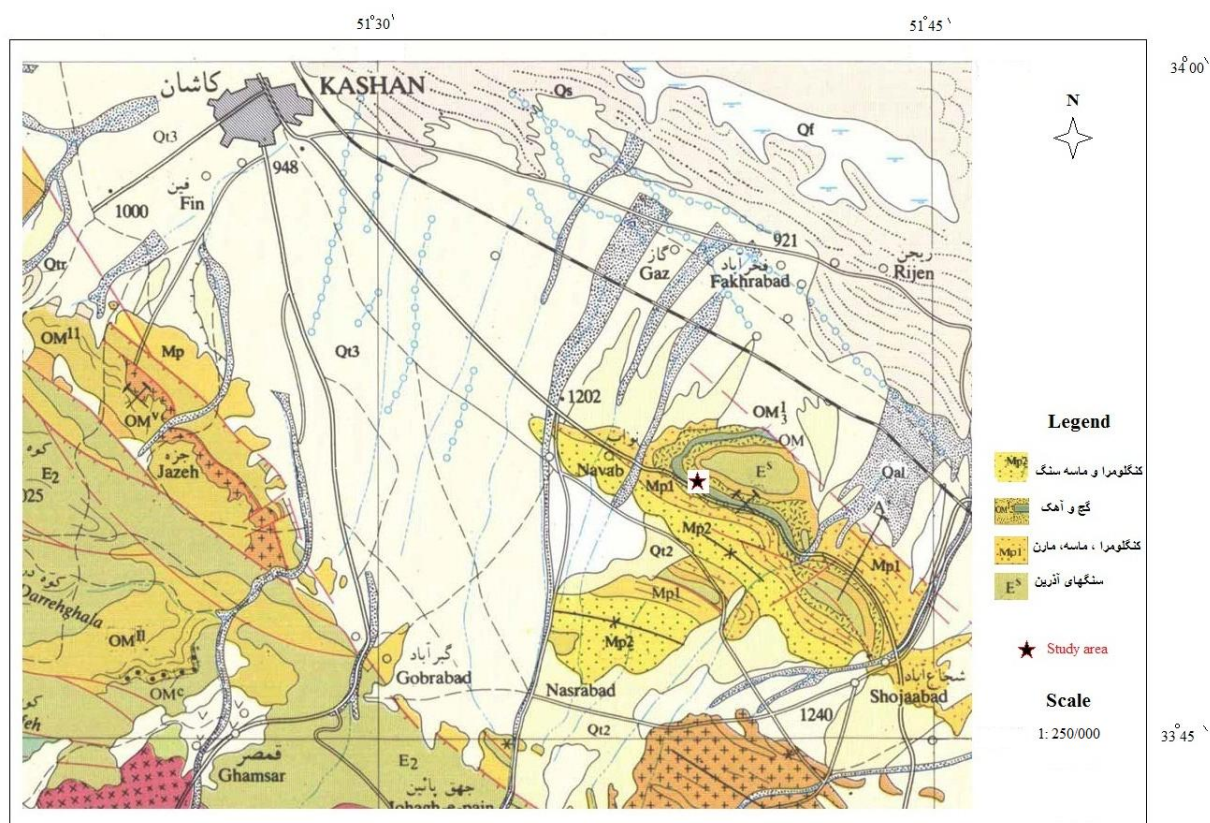
## مقدمه

یکی از گسترده‌ترین نهشته‌های ترشیری در ایران مرکزی، رسوبات دریایی سازند قم است که اولین بار در نواحی اطراف قم توسط Stahl (1911) بر اساس مطالعات چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی خصوصاً بررسی ماکروفسیل‌ها مورد شناسایی قرار گرفت (خسرو تهرانی ۱۳۸۶). بررسی پیشینه تحقیق بیانگر آن است که افراد زیادی بر روی سازند قم کار کرده و نتایج خود را به صورت انتشار گزارش‌های مختلف و یا مقالات معتبر ارائه نموده‌اند. بزرگ‌نیا در سال‌های ۱۹۶۱ و ۱۹۶۵ به مطالعه عضوهای a, b, c1, c2, c3 از نهشته‌های ناحیه الگو و بررسی این سازند در سایر مناطق ایران پرداخته است. همچنین از بین مطالعات انجام شده درباره سازند قم که به تعیین سن، بررسی محیط رسوبی و فاسیس سازند قم می‌پردازد می‌توان به برخی از مقالات و کتب منتشر شده نظیر Stocklin and Setudehnia 1971; Furrer and Soder 1955; Kalantari 1964; Rahaghi 1980; Seyrafian and Toraby 2005; Khaksar and Maghfouri-Moghadam 2007; Daneshian and Dana 2007; باغبانی ۱۳۷۵؛ دانشیان و بختیاری ۱۳۸۱؛ لاسمی و امین رسولی ۱۳۸۲؛ آقانباتی ۱۳۸۳؛ دانشیان و درخشانی ۱۳۸۷؛ هادوی و الماسی‌نیا ۱۳۸۷؛ دانشیان و قنبری ۱۳۸۸ اشاره نمود. در تمامی این مطالعات به رسوبات (آهکی و مارنی) سازند قم به عنوان آخرین نشانه‌های پیشروی دریا در ایران مرکزی اشاره شده که البته غالباً با ناپیوستگی‌هایی بین سازندهای قرمز قاره‌ای تحتانی و فوقانی قرار گرفته است. برش نمونه این سازند نیز در نواحی مختلف در اطراف قم مطالعه شده است (Bozorgnia 1965; Seyrafian and Toraby 2005; Khaksar and Maghfouri-Moghadam 2007). سازند قم در ایران مرکزی سنگ مخزن نفت و گاز است و به همین علت از اهمیت زیادی برخوردار است (رضایی ۱۳۹۲). این سازند از نظر لیتولوژی به سرعت تغییر رخساره داده به طوری که تمامی واحدهای آن در بسیاری از نواحی وابسته مشاهده نمی‌شود. البته در برش مورد مطالعه واقع در جنوب

شرق کاشان تمامی واحدهای a تا f شناسایی شده است. لذا از مهم‌ترین مسائلی که می‌توان با توجه به گسترش وسیع این سازند در ایران، خصوصاً در حوضه رسوبی ایران مرکزی بررسی نمود تعیین سن دقیق واحدهای تشکیل‌دهنده آن توسط گروه‌های مختلف فسیلی (خاکسار و بهرام‌منش تهرانی ۱۳۹۰؛ کام بخش و همکاران ۱۳۹۳) از جمله نانوفسیل‌های آهکی است. به همین جهت این مسأله سبب شد تا ویژگی‌های چینه‌شناسی زیستی آن بر اساس این گروه فسیلی مورد بررسی دقیق‌تر قرار گیرد.

## موقعیت منطقه و روش مطالعه

برش مورد مطالعه در جنوب شرق کاشان- شرق نواب با مختصات ناحیه‌ای به طول جغرافیایی شرقی  $38^{\circ} 51'$  و عرض جغرافیایی شمالی  $50^{\circ} 33'$  واقع شده است (شکل ۱). دسترسی به برش مورد مطالعه از طریق مسیر جاده کاشان به نطنز و مسیر فرعی روستای شادیان امکان‌پذیر است. ضخامت سازند قم در برش مورد نظر در حدود ۳۳۹ متر است که از نظر رسوب‌شناسی عمدتاً از مارن، سنگ آهک و آهک مارنی تشکیل شده است. سازند قم با ناپیوستگی بر روی نهشته‌های Lower Red Formation (L.R.F) و در رأس در زیر کنگلومرای پلیوسن قرار داشته و واجد تمامی عضوهای a تا f است. لذا بعد از انتخاب رخنمون، برداشت ۱۱۳ نمونه به طور سیستماتیک از قاعده تا راس برش انجام گرفت. آماده‌سازی نمونه‌های حاوی نانوفسیل‌های آهکی به روش اسمیر اسلاید انجام شد (Bown & Young 1998). به منظور شناسایی نانوفسیل‌ها و نیز مطالعات زیست چینه‌ای از مقالات و کتب مختلفی نظیر Perch-Nielsen 1985 استفاده شده است. اسلایدها توسط میکروسکوپ، هم در نور معمولی (PPL) و هم در نور پلاریزه (XPL) مطالعه و از گونه‌های مختلف آن عکس‌برداری به عمل آمد.



شکل ۱- بخشی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ و موقعیت منطقه مورد مطالعه در جنوب شرق کاشان (اقتباس از زاهدی و عمیدی ۱۳۵۹)

## بحث

### بیواستراتیگرافی نانوفسیل‌های آهکی

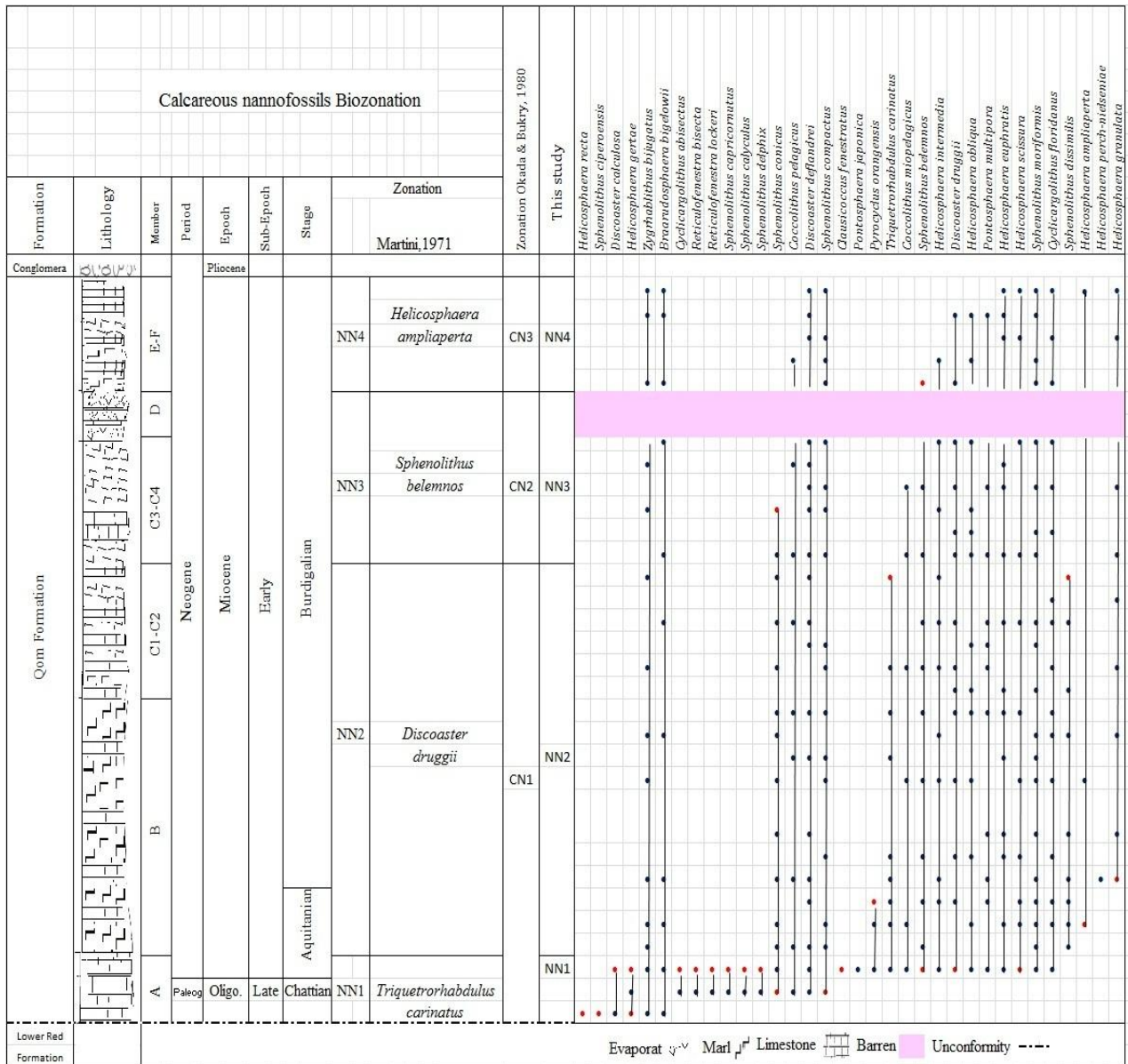
الگوی تکاملی نانوفسیل‌های آهکی، شاخص زیست‌چینه‌نگاری دقیقی برای مطالعات بیواستراتیگرافی محسوب می‌شود. تنوع، فراوانی و پراکندگی وسیع این گروه فسیلی در نواحی جغرافیایی مختلف بویژه عرض‌های جغرافیایی پایین از یکسو و بازه زمانی کوتاه از سوی دیگر به سودمندی آنها به عنوان ابزاری دقیق در مطالعات جامع فسیل‌شناسی می‌افزاید (Perch-Nielsen 1985). لذا در این زمینه تحقیقات فراوانی توسط دانشمندان بر روی تاکسون‌های مختلف نانوفسیل‌های آهکی در زمان‌های مزوزوئیک و سنوزوئیک انجام شده است. افرادی نظیر (Martini 1971) و (Okada & Bukry 1980) و (Perch-Nielsen 1985) به توصیف

تاکسونومی و بررسی عوامل پالئوآکولوژیکی نانوفسیل‌ها در سنوزوئیک پرداخته‌اند که تحقیقات آنها زیر بنای مطالعات امروزی را تشکیل می‌دهد. در مطالعه حاضر از حضور نانوفسیل‌های آهکی جهت مطالعات چینه‌شناسی زیستی استفاده شده است. در این برش، فراوانی گونه‌ها و جنس‌های مختلف نانوفسیل‌های آهکی خوب و در این مطالعه ۳۴ گونه و ۱۲ جنس از این گروه فسیلی شناسایی گردید. تصاویر برخی از مهم‌ترین گونه‌ها در پلیت مربوط به شکل ۲ آورده شده است. با استفاده از گونه‌های شاخص و جامعه فسیلی همراه، زون‌بندی مورد نظر انجام و در نهایت با زون‌بندی‌های استاندارد جهانی (Martini 1971; Okada & Bukry 1980) مقایسه گردید. مطابق زون‌بندی ارائه شده، چهار بیوزون NN1، NN2، NN3، NN4 مشخص شد. بر این اساس می‌توان

نئوژن (Nannoplankton Neogene) از زون‌بندی مارتینی (۱۹۷۱) و CP بیانگر کوکولیت‌های پالئوژن (Coccoliths) و CN بیانگر کوکولیت‌های نئوژن (Coccoliths) (Paleogene) و NN بیانگر کوکولیت‌های نئوژن (Neogene) از زون‌بندی اکادا و بوکری (۱۹۸۰) است. شرح بیوزون‌ها و تعیین اشکوب‌های متعلق به آن‌ها بقرار زیر است (جدول ۱).

با توجه به فسیل‌های شاخص، اشکوب‌های متعلق به زمان‌های الیگوسن و میوسن را از یکدیگر تفکیک نمود. در این مطالعه تعیین زون‌های مذکور بر اساس اولین ظهور و نیز آخرین حضور گونه‌های شاخص صورت گرفت. در شرح بیوزون‌ها حروف NP بیانگر نانوپلانکتون‌های پالئوژن (Nannoplankton Paleogene) و NN بیانگر نانوپلانکتون‌های

جدول ۱- جدول پراکندگی نانوفسیل‌های آهکی و زیست زون‌بندی بر مبنای گونه‌های شاخص نانوفسیلی در برش نواب در جنوب شرق کاشان



*perch-nielseniae*, *Helicosphaera euphratis*, *Helicosphaera intermedia*, *Helicosphaera scissura*, *Pontosphaera multipora*, *Pyrocyclus orangensis*, *Sphenolithus belemnus*, *Sphenolithus conicus*, *Sphenolithus compactus*, *Sphenolithus dissimilis*, *Sphenolithus moriformis*, *Triquetrorhabdulus carinatus*, *Zygrhablithus bijugatus*.

#### ***Sphenolithus belemnus* zone (NN3)**

این زون زیستی از آخرین حضور گونه *Triquetrorhabdulus carinatus* تا آخرین حضور گونه *Sphenolithus belemnus* ادامه دارد. این زون معادل با زون CN2 از زون‌بندی Okada (1980) است. ضخامت این زون ۹۱ متر و سن آن بر اساس آخرین حضور گونه‌های شاخص ذکر شده، اشکوب بوردیگالین متعلق به زمان اوایل میوسن است. در انتهای زون به علت وجود لایه‌های تبخیری ژپس و گچ، هیچ یک از گونه‌های نانوفسیلی مشاهده نشد. به نظر می‌رسد که لایه‌های تبخیری بخش انتهایی زون را تشکیل داده چرا که آخرین حضور گونه *S. belemnus* بعد از اتمام لایه‌های تبخیری است. مجموعه نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شده در این زون زیستی شامل گونه‌های زیر است:

*Braarudosphaera bigelowii*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Coccolithus pelagicus*, *Coccolithus miopelagicus*, *Discoaster druggii*, *Discoaster deflandrei*, *Helicosphaera ampliaperta*, *Helicosphaera granulata*, *Helicosphaera obliqua*, *Helicosphaera euphratis*, *Helicosphaera intermedia*, *Helicosphaera scissura*, *Pontosphaera multipora*, *Sphenolithus belemnus*, *Sphenolithus conicus*, *Sphenolithus compactus*, *Sphenolithus moriformis*, *Zygrhablithus bijugatus*.

#### ***Helicosphaera ampliaperta* zone (NN4)**

آخرین زون زیستی شناسایی شده از برش چینه‌شناسی قم، زون NN4 است. این زون از آخرین حضور گونه *Sphenolithus belemnus* تا آخرین حضور گونه *Helicosphaera ampliaperta* تعریف می‌شود. زون NN4 معادل با زون CN3 از زون‌بندی Okada & Bukry (1980) است. ضخامت این زون ۵۵ متر و مرز تحتانی این زون توسط آخرین حضور گونه *S. belemnus* و بخش بالایی برش مورد

#### ***Triquetrorhabdulus carinatus* zone (NN1)**

اولین زون زیستی در این مطالعه زون NN1 است که بر روی نهشته‌های قرمز تحتانی (L.R.F) قرار دارد. این بیوزون از آخرین حضور گونه *Helicosphaera recta* یا *Sphenolithus ciproensis* تا اولین ظهور گونه *Discoaster druggii* ادامه دارد. این زون معادل با زون CN1 از زون‌بندی Okada & Bukry (1980) است. ضخامت این زون ۱۴ متر و سن آن بر اساس حضور گونه‌های مذکور، اواخر الیگوسن (شاتین)- اوایل میوسن (آکیتانین) تعیین شد. مجموعه نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شده در این زون زیستی شامل گونه‌های زیر است:

*Braarudosphaera bigelowii*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Cyclicargolithus abisectus*, *Clausicoccus fenestratus*, *Coccolithus pelagicus*, *Coccolithus miopelagicus*, *Discoaster calculosa*, *Discoaster deflandrei*, *Discoaster druggii*, *Helicosphaera gertae*, *Helicosphaera obliqua*, *Helicosphaera euphratis*, *Helicosphaera intermedia*, *Helicosphaera recta*, *Helicosphaera scissura*, *Reticulofenestra bisecta*, *Reticulofenestra locker*, *Pontosphaera japonica*, *Pontosphaera multipora*, *Pyrocyclus orangensis*, *Sphenolithus belemnus*, *Sphenolithus capricornutus*, *Sphenolithus calyculus*, *Sphenolithus delphix*, *Sphenolithus conicus*, *Sphenolithus compactus*, *Sphenolithus ciproensis*, *Sphenolithus moriformis*, *Triquetrorhabdulus carinatus*, *Zygrhablithus bijugatus*.

#### ***Discoaster druggii* zone (NN2)**

دومین زون زیستی شناسایی شده زون NN2 است. این زون زیستی از اولین ظهور گونه *Discoaster druggii* تا آخرین حضور گونه *Triquetrorhabdulus carinatus* تعریف می‌شود. این زون معادل با زون CN1c از زون‌بندی Okada & Bukry (1980) است. ضخامت این زون ۱۸۱ متر و سن آن بر اساس حضور گونه‌های شاخص، اوایل میوسن (آکیتانین)- بوردیگالین) تعیین شد. نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شده در این زون زیستی عبارتند از:

*Braarudosphaera bigelowii*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Coccolithus pelagicus*, *Coccolithus miopelagicus*, *Discoaster druggii*, *Discoaster deflandrei*, *Helicosphaera ampliaperta*, *Helicosphaera granulata*, *Helicosphaera obliqua*, *Helicosphaera*

*druggii zone (NN2)*, *Sphenolithus belemnus zone (NN3)* و *Helicosphaera ampliaperta zone (NN4)* است.

۲- در این مطالعه ۳۴ گونه متعلق به ۱۲ جنس از گروه نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شد.

۳- بر اساس حضور گونه‌های شاخص عرض‌های جغرافیایی پایین و تجمعات فسیلی همراه از گروه نانو فسیل‌های آهکی می‌توان پیشنهاد کرد که حوضه از شرایط آب و هوایی گرمی در زمان رسوب‌گذاری خود برخوردار بوده است.

۴- بر مبنای این تحقیق، سن رسوبات سازند قم در برش مورد مطالعه از اواخر شاتین تا بوردیگالین / لانگین پیشنهاد می‌گردد.

#### Taxonomic index

- Braarudosphaera bigelowii* (Gran and Braarud, 1935)  
 Deflandre, 1947  
*Clausicoccus fenestratus* (Deflandre and Fert, 1954)  
 Prins, 1979  
*Coccolithus miopelagicus* Bukry, 1971  
*Coccolithus pelagicus* (Wallich, 1877) Schiller, 1930  
*Cyclicargolithus abisectus* (Muller, 1970) Wise, 1973  
*Cyclicargolithus floridanus* (Roth and Hay in Hay et al., 1967) Bukry, 1971  
*Discoaster callosa* Bukry, 1971  
*Discoaster deflandrei* Bramlette and Riedel, 1954  
*Discoaster druggii* Bramlette and Wilcoxon, 1967  
*Helicosphaera ampliaperta* Bramlette and Wilcoxon, 1967  
*Helicosphaera euphratis* Haq, 1966  
*Helicosphaera gertae* Bukry, 1981  
*Helicosphaera granulate* Burky and Percival, 1971  
*Helicosphaera intermedia* Martini, 1965  
*Helicosphaera oblique* Bramlette and Wilcoxon, 1967  
*Helicosphaera perch-nielseniae* Haq, 1971  
*Helicosphaera recta* Haq, 1966  
*Helicosphaera scissura* Miller, 1981  
*Pontosphaera japonica*  
*Pontosphaera multipora* (Kamptner, 1948) Roth, 1970  
*Pyrocyclus orangensis* (Bukry, 1971) Backman, 1980  
*Reticulofenestra bisecta* (Hay, Mohler, and Wade, 1966) Roth, 1970  
*Reticulofenestra locker* Muller, 1970  
*Sphenolithus belemnus* Bramlette and Wilcoxon, 1967  
*Sphenolithus calyculus* Bukry, 1985  
*Sphenolithus capricornutus* Bukry and Percival, 1971  
*Sphenolithus ciproensis* Bramlette and Wilcoxon, 1967  
*Sphenolithus compactus* Backman, 1980  
*Sphenolithus conicus* Bukry, 1971

مطالعه توسط آخرین حضور گونه *Helicosphaera ampliaperta* شناسایی شد. سایر تجمعات فسیلی همراه در این زون شامل گونه‌های زیر است:

*Braarudosphaera bigelowii*, *Cyclicargolithus floridanus*, *Coccolithus pelagicus*, *Discoaster druggii*, *Discoaster deflandrei*, *Helicosphaera granulata*, *Helicosphaera obliqua*, *Helicosphaera euphratis*, *Helicosphaera intermedia*, *Helicosphaera scissura*, *Pontosphaera multipora*, *Sphenolithus belemnus*, *Sphenolithus compactus*, *Sphenolithus moriformis*, *Zygrhablithus bijugatus*.

بر این اساس سن بخش فوقانی برش مورد مطالعه به

علت آخرین حضور گونه *Helicosphaera ampliaperta*

بوردیگالین/لانگین پیشنهاد می‌شود. با توجه به زون‌های

مطالعه شده (NN1- NN4) و بر اساس حضور گونه‌های

شاخص متعلق به آب و هوای گرم، همچنین می‌توان به

بررسی وضعیت آب و هوایی در زمان نهشته شدن رسوبات

بر مبنای نانو فسیل‌های آهکی پرداخت. فراوانی و حضور

گونه‌هایی مانند *Sphenolithus dissimilis*, *Sphenolithus*

*ciproensis*, *Sphenolithus moriformis*, *Sphenolithus*

*compactus*, *Sphenolithus belemnus*, *Sphenolithus*

*capricornutus*, *Sphenolithus delphix*, *Discoaster*

*deflandrei*, *Sphenolithus calyculus*, *Helicosphaera*

*euphratis*, *Helicosphaera obliqua*, *Helicosphaera*

*intermedia*, *Discoaster druggii*, *Pontosphaera*

*multipora*, *Triquetrorhabdulus carinatus* که از گونه‌های

شاخص دریایی و متعلق به عرض‌های جغرافیایی پایین هستند

(Perch-Nielsen 1985; Villa and Persico 2006; Bown et al. )

در برش مورد مطالعه، می‌تواند بیانگر

وجود شرایط آب و هوای گرم در زمان ته‌نشینی حوضه مورد

نظر است.

#### نتیجه

در مطالعه سازند قم در جنوب شرق کاشان نتایج زیر به‌دست

آمد:

۱- بر مبنای مطالعات انجام گرفته بر روی نانوفسیل‌های

آهکی زون‌های شناسایی شده در این برش شامل بیوزون‌های

*Triquetrorhabdulus carinatus zone (NN1)*, *Discoaster*

عضوهای a و b سازند قم بر مبنای فرامینفرا پلانکتیک در ناحیه الگو، برش چینه‌شناسی کوه دوبرادر، جنوب شرق قم: فصلنامه زمین‌شناسی ایران، سال سوم، شماره دوازدهم، ۱۱-۳.

رضایی، م. ر.، ۱۳۹۲، زمین‌شناسی نفت: انتشارات علوی، ۵۵۲ ص.

کام بخش، ن.، ک. خاکسار، ب. غلامی و ع. حبیبی، ۱۳۹۳، بررسی چینه‌شناسی و ماکروفسیل‌های سازند قم در منطقه نيزار (شمال دلیجان): هشتمین همایش ملی تخصصی زمین‌شناسی دانشگاه پیام نور، اراک، دانشگاه پیام نور اراک، [http://www.civilica.com/Paper-PNUGEO08-PNUGEO08\\_021.html](http://www.civilica.com/Paper-PNUGEO08-PNUGEO08_021.html)

لاسمی، ی.، و ه. امین رسولی، ۱۳۸۲، چینه‌نگاری سکانشی سازند قم در جنوب بخش مرکزی حوضه رسوبی ایران مرکزی: بیست و دومین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۸ ص.

هادوی، ف.، و ب. الماسی‌نیا، ۱۳۸۷، بیواستراتیگرافی سازند قم بر اساس نانوپلانکتون‌های آهکی در مقطع پاسنگان: هجدهمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۷ ص.

Bozorgnia, F., 1961, A micropaleontological study on Oligocene – Miocene, Qom Formation of the Qom region: National Iranian Oil Company. Report No. 107.

Bozorgnia, F., 1965, Qom Formation stratigraphy of the Central Basin of Iran and its intercontinental position: Bulletin of the Iranian Petroleum Institute, v. 24, p. 69-75.

Bown, P.R., T. Dunkley Jones, J.A. Lees, P.N. Pearson, J.R. Young, R. Randell, H.K. Coxall, J. Mizzi, C.J. Nicholas, A. Karega, J. Singano, & B.S. Wade, (2008) A Paleogene calcareous microfossil Konservat-Lagerstätte from the Kilwa Group of coastal Tanzania: Geological Society of America Bulletin, v. 120, p. 3-12.

Bown, P.R., and J.R. Young, 1998, Techniques In: Bown, P.R., (Ed.) Calcareous Nannofossil Biostratigraphy: Chapman and Hall, Kluwer Academic Publishers, p. 16-28.

*Sphenolithus delphix* Bukry, 1973  
*Sphenolithus dissimilis* Bukry and Percival, 1971  
*Sphenolithus moriformis* (Bronnimann and Stradner, 1960) Bramlette and Wilcoxon, 1967  
*Triquetrorhabdulus carinatus* Martini, 1965  
*Zygrhablithus bijugatus* (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Deflandre, 1959

## منابع

آقاباتی، س. ع.، ۱۳۸۳، زمین‌شناسی ایران: سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۲ ص.

باغبانی، د.، ۱۳۷۵، بررسی حوضه رسوبی قم و ارزیابی توان هیدروکربوری آن (ایران مرکزی). شرکت ملی نفت ایران، گزارش شماره ۱۸۳۸.

زاهدی، م. و س. م. عمیدی، ۱۳۵۹، چهارگوش زمین‌شناسی ۱:۲۵۰،۰۰۰ کاشان.

خاکسار، ک. و م. بهرام‌منش تهرانی، ۱۳۹۰، بررسی سنگ‌شناسی و فسیل‌شناسی سازند قم به منظور شناخت اقلیم دیرینه: دومین همایش علوم زمین، آشتیان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آشتیان، [http://www.civilica.com/Paper-GEOSYMAIAU02-GEOSYMAIAU02\\_082.html](http://www.civilica.com/Paper-GEOSYMAIAU02-GEOSYMAIAU02_082.html)

خسرو تهرانی، خ.، ۱۳۸۶، چینه‌شناسی ایران: انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۱۹۷۷، ۵۸۲ ص.

دانشیان، ج. و ف. بختیاری، ۱۳۸۱، بیواستراتیگرافی فرامینفراهای بنتیک سازند قم در شمال غرب ساوه: مجموعه مقالات ششمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، ۷-۵ شهریور، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۲۶ ص.

دانشیان، ج. و م. درخشانی، ۱۳۸۷، پالئواکولوژی فرامینفرا سازند قم در برش قصر بهرام، دامنه‌های شمال غربی سیاه کوه، واقع در جنوب گرمسار: مجله پژوهشی علوم پایه دانشگاه اصفهان، جلد ۲۵ شماره ۳، ۲۸-۱۳.

دانشیان، ج. و م. قنبری، ۱۳۸۸، بیواستراتیگرافی نهشته‌های



- Stratigraphy: Cambridge University Press, p. 427-554.
- Rahaghi, A., 1980, Tertiary faunal assemblage of Qom, Kashan, Sabzewar and Jahrum area publication. No. 8. N.I.O.C
- Seyrafian, A., and H. Toraby, 2005, Petrofacies and sequence stratigraphy of the Qom Formation (Late Oligocene-Early Miocene), North of Nain, Southern trend of Central Iranian Basin: Carbonates and Evaporites, v. 20(1), p. 82-90.
- Stahl, A. F., 1911, Persian; in Handbuch der regionalen Geologie: Heidelberg (Winter), Hft 8, v. 24(2), p. 275 – 279.
- Stocklin, J., and A. Setudehnia, 1971, Statigraphic Lexicon of Iran: Ministry of industry and mines, Geological Survey of Iran, 376 p.
- Villa, G., and D. Persico, 2006, Late Oligocene climatic changes: Evidence from calcareous nannofossils at Kerguelen Plateau Site 748 (Southern Ocean): Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 231, p. 110–119
- Villa, G., C. Fioroni, L. Pea, S.M. Bohaty and D. Persico, 2008, Middle Eocene–late Oligocene climate variability: Calcareous nannofossil response at Kerguelen plateau, Site748: Marine Micropaleontology, v. 69, p. 173–192.
- [http://www.tebyan-zn.ir/science\\_technology.html](http://www.tebyan-zn.ir/science_technology.html)  
<http://geoblog.blogfa.com/post-3.aspx>
- Daneshian, J., and L.R., Dana, 2007, Early Miocene benthic foraminifera and biostratigraphy of the Qom Formation, Dehnamak, central Iran: Journal of Asian Earth Sciences, v. 29, p. 844-858.
- Furrer, M. A., and P. A., Soder, 1955, The Oligo-Miocene marine formation in the Qom region (central Iran): National Iranian Oil Company. Report No. 25.
- Kalantari, A., 1964, Paleontological studies on samples collected from the Kuh–e-Yazdan anticline: National Iranian Oil Company. Report No. 131.
- Khaksar, K., and I. Maghfouri-Moghadam, 2007, Paleontological study of the echinoderms in the Qom Formation (Central Iran): Islamic Azad University, Earth Sci. Res. v. 11(1), p. 57-79.
- Martini, E., 1971, Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplankton Zonation. In: Farniacci, A. (Ed.), Proceedings, 2th International Conference on Planktonic Microfossils. Rome, Italy. Edizioni Tecnoscienza, v. 2, p. 739-785.
- Okada, H., and D. Bukry, 1980, Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation: Marine Micropaleontology, v. 5(3), p. 321-325.
- Perch-Nielsen, K., 1985, Cenozoic Calcareous Nannofossils. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., Perch-Nielsen, K. (Eds.), Plankton



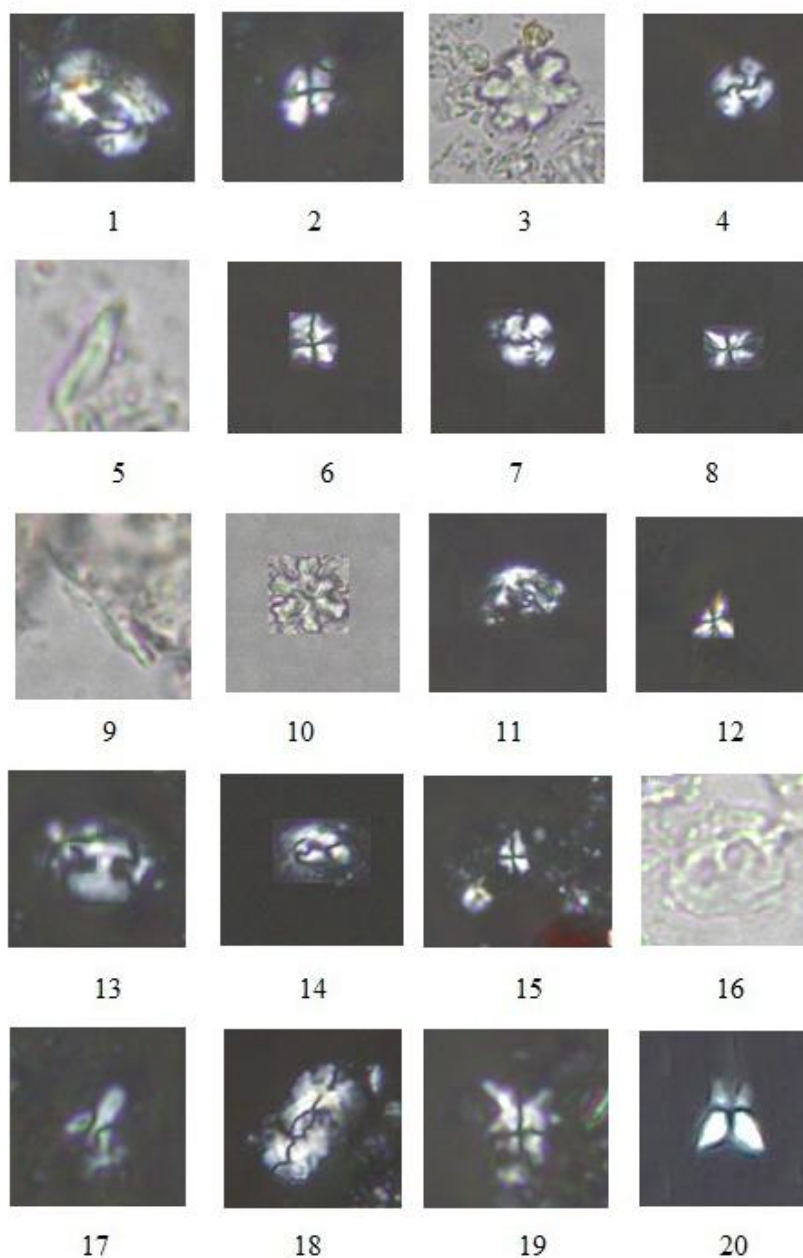


Figure 2. Plate: All figures light micrographs  $\times 2000$  to  $\times 2500$ ; the taxa considered in the present figure are referenced in Perch-Nielsen (1985). 1: *Helicosphaera ampliaperta* Bramlette and Wilcoxon, 1967, XPL, sample no. 13 ; 2: *Sphenolithus compactus* Backman, 1980, XPL, sample no. 22; 3: *Discoaster druggii* Bramlette and Wilcoxon, 1967, PPL, sample no. 30; 4: *Cyclicargolithus floridanus* (Roth and Hay in Hay et al., 1967) Bukry, 1971, XPL, sample no. 8; 6: *Sphenolithus dissimilis* Bukry and Percival, 1971, XPL, sample no. 40; 7: *Cyclicargolithus abisectus* (Muller, 1970) Wise, 1973, XPL, sample no. 4; 8: *Sphenolithus calyculus* Bukry, 1985, XPL, sample no. 7; 5, 9: *Triquetrorhabdulus carinatus* Martini, 1965, PPL, sample no. 31; 10: *Discoaster deflandrei* Bramlette and Riedel, 1954, PPL, sample no. 46; 11: *Helicosphaera granulata* (Bukry and Percival, 1971) Jafar and Martini, 1975, XPL, sample no. 67; 12: *Sphenolithus delphix* Bukry 1973, XPL, sample no. 6; 13, 16: *Helicosphaera recta* (Haq, 1966) Jafar & Martini, 1975, XPL, PPL (respectively) , sample no. 2; 14: *Helicosphaera scissura* Miller, 1981, XPL, sample no. 89; 15: *Sphenolithus conicus* Bukry, 1971, XPL, sample no. 49; 17: *Sphenolithus ciperensis* Bramlette and Wilcoxon, 1967, XPL, sample no. 3; 18: *Helicosphaera euphratis* Haq, 1966, XPL, sample no. 70; 19: *Sphenolithus capricornutus* Bukry & Percival 1971, XPL, sample no. 8; 20: *Sphenolithus belemnos* Bramlette and Wilcoxon, 1967, XPL, sample no. 69.