

بیوستراتیگرافی سازندهای سرچشمه و سنگانه در برش‌های قلعه‌جق و یزدان‌آباد (غرب حوضه کپه داغ) بر اساس نانوفسیل‌های آهکی

اعظم غلامی فرد، دانشجوی دکتری چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، دانشگاه شهیدبهبشتی تهران، ایران*

انوشیروان لطفعلی کنی، دانشیار، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهیدبهبشتی تهران، ایران

اعظم ماهانی پور، استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران

چکیده

این مطالعه به بررسی بیوستراتیگرافی توالی رسوبات کرتاسه زیرین، شامل سازندهای سرچشمه و سنگانه در غرب حوضه کپه داغ (در برش‌های قلعه‌جق و یزدان‌آباد)، از نقطه نظر نانوفسیل‌های آهکی می‌پردازد. ضخامت این دو سازند در برش قلعه‌جق، در مجموع 4060 متر و در برش یزدان‌آباد 1140 متر است. بر اساس مطالعات انجام شده، در مجموع 58 گونه از 29 جنس متعلق به 17 خانواده، در این دو برش شناسایی شدند و پراکندگی آن‌ها ثبت گردید. بر اساس الگوی پراکندگی نانوفسیل‌های آهکی شاخص، حضور قسمت فوقانی بیوزون نانوفسیلی NC6، زون NC7A، NC7(B&C) و قسمت‌های تحتانی بیوزون NC8 در برش قلعه‌جق و قسمت فوقانی بیوزون نانوفسیلی NC5، زون NC6، NC7A و قسمت‌های تحتانی بیوزون NC7B در برش یزدان‌آباد، محرز شده است. بنابر نانوفسیل‌های آهکی شاخص، سن آپسین پیشین تا ابتدای آپسین پسین برای سازند سرچشمه و آپسین پسین تا آلین پیشین برای سازند سنگانه، در برش قلعه‌جق و سن بامرین پسین تا ابتدای آپسین پیشین برای سازند سرچشمه و آپسین پیشین تا ابتدای آپسین پسین برای سازند سنگانه، در برش یزدان‌آباد پیشنهاد می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: نانوفسیل‌های آهکی، بیوستراتیگرافی، سازندهای سرچشمه و سنگانه، قلعه‌جق و یزدان‌آباد

Email:

*نویسنده مسؤل: 09124048703

a_gholamifard@sbu.ac.ir

Copyright©2017, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they can't change it in any way or use it commercially.

مقدمه

سرچشمه و سنگانه، در غرب حوضه کپه داغ و به منظور تعیین سن برش‌های مذکور، مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش‌های مورد مطالعه

قاعده برش قلعه جق در حدود 35 کیلومتری شمال بجنورد، در کوه بابابلند و با مختصات طول جغرافیایی شرقی "53° 16' 57" و عرض جغرافیایی شمالی "37° 47' 57" قرار دارد. قاعده برش یزدان‌آباد در بالای روستای یزدان‌آباد و با مختصات طول جغرافیایی شرقی "57° 35' 10" و عرض جغرافیایی شمالی "37° 55' 34" قرار دارد. دسترسی به این برش‌ها از طریق جاده آسفالت‌شیروان - بجنورد امکان‌پذیر است. این دو برش به فاصله 30 کیلومتری از هم قرار دارند (شکل 1).

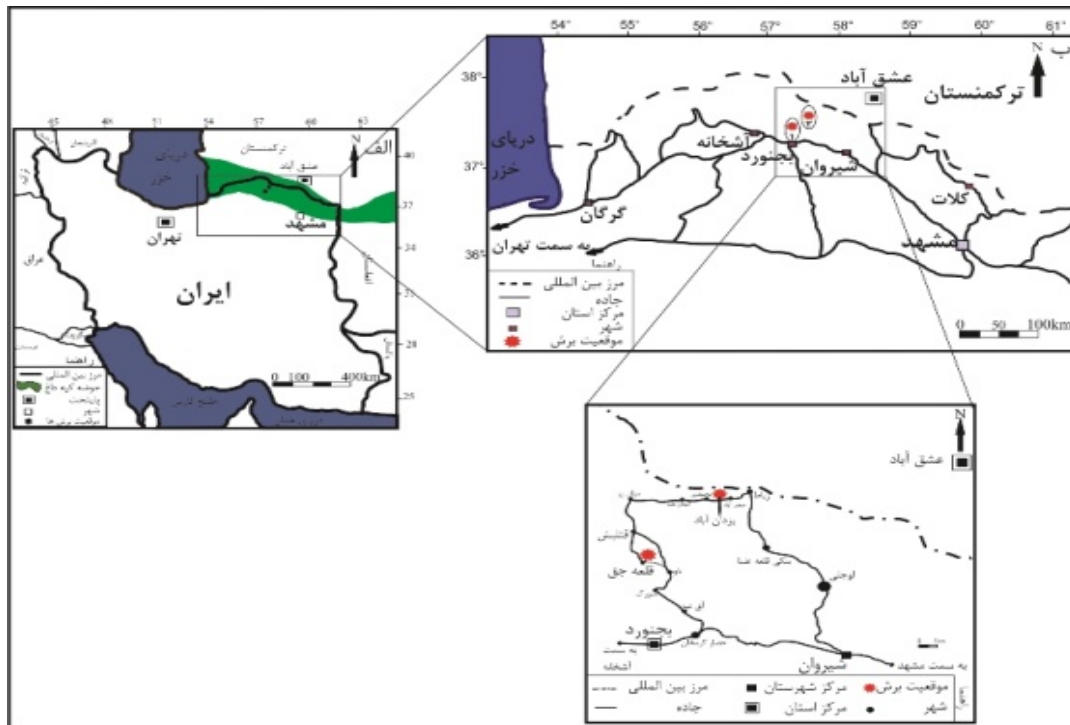
چینه‌شناسی برش‌های مورد مطالعه

ضخامت برونزد سازندهای سرچشمه و سنگانه برش قلعه جق در مجموع 4060 متر است که ضخامت سازند سرچشمه در آن 2460 متر و ضخامت سازند سنگانه 1400 متر است. سازند سرچشمه در این برش به صورت هم‌شیب بر روی آهک‌های سازند تیرگان قرار دارد. بخش‌های ابتدایی سازند عموماً متشکل از آهک‌های رسی است که میان‌لایه‌هایی از آهک در آن قرار دارند. در ادامه تا انتهای سازند، شیل با میان‌لایه‌هایی از آهک وجود دارند. آخرین لایه آهکی پرفسیل لایه جداکننده سازند سرچشمه از سنگانه است (لایه مذکور بدن رعایت مقیاس و به صورت اغراق‌آمیز برای نمایش محل جدایش سازندها، در شکل 3 آمده است). سازند سنگانه با ضخامت 1400 متر و به صورت هم‌شیب بر روی سازند سرچشمه قرار گرفته است که بخش‌های ابتدایی آن همچنان از شیل با میان‌لایه‌های آهکی تشکیل شده است. بر روی این شیل‌ها، سیلتستون با میان‌لایه‌های ماسه سنگ، شیل یا سنگ آهک قرار دارد. سپس تا انتهای برش شیل‌های حاوی

حوضه رسوبی کپه داغ، با وسعتی حدود 55000 کیلومتر مربع علاوه بر شمال شرق ایران، در بخش‌های وسیعی از ترکمنستان و شمال افغانستان گسترش دارد. این حوضه معادل 3/3 درصد مساحت کل کشور و در بین عرض‌های جغرافیایی 35 درجه و 38 دقیقه تا 38 درجه و 15 دقیقه شمالی و طول‌های جغرافیایی 54 درجه و 0 دقیقه تا 61 درجه و 41 دقیقه شرقی قرار گرفته است. رسوب‌گذاری در این حوضه از ژوراسیک تا الیگوسن به طور نسبتاً مداوم صورت گرفته است. ضخامت زیاد سنگ‌های رسوبی و نبود فعالیت‌های آذرین، کپه داغ را پس از زاگرس مناسب‌ترین حوضه برای تشکیل و تجمع هیدروکربن ساخته است. در این حوضه، سنگ‌های رسوبی کرتاسه از گسترش و ضخامت بالایی برخوردار هستند و جزء کامل‌ترین و سستبرترین نهشته‌های ایران هستند (افشارحرب 1979 و 1373). رسوبات کرتاسه این حوضه شامل سازندهای شوربیچه، تیرگان، سرچشمه، سنگانه، آیتامیر، آبدراز، آب‌تلخ، نیزار و کلات است که در این مطالعه، سازندهای سرچشمه و سنگانه از دیدگاه نانوفسیلی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. تا کنون بر اساس سایر گونه‌های فسیلی، مطالعاتی بر روی این دو سازند انجام شده است (برای مثال داوطلب و همکاران 1389، موسوی‌زاده و همکاران 1389، شریفی و همکاران 1392 و کشمیری و همکاران 1393). از آنجایی که نانوفسیل‌های آهکی یکی از دقیق‌ترین ابزارهای بیوستراتیگرافی جهت تعیین سن و تطابق لایه‌های رسوبی هستند (Bown and Young 1998)، بررسی سازندها به لحاظ محتوای نانوفسیلی در دهه‌های اخیر، در ایران نیز مورد توجه قرار گرفته است. از مطالعات نانوفسیلی انجام شده بر روی سازندهای سرچشمه و سنگانه می‌توان به مطالعات انجام شده توسط دهقان (1381)، هادوی و شکری (1385)، هادوی و بدافی (1385، 1388)، ماهانی‌پور و همکاران (1390، 1391)، ماهانی‌پور و لطفعلی‌کنی (1394) و Mahanipour et al. 2011 اشاره کرد. در این مطالعه سازندهای

قسمت دیده می‌شوند. سازند سنگانه نیز به صورت هم‌شیب توسط ماسه‌سنگ‌های ضخیم لایه سازند آیتامیر پوشیده شده است.

ندول‌های چرتی، با میان‌لایه‌هایی از سیلتستون حضور دارند که به سمت بالای برش از ضخامت سیلتستون کاسته می‌شود. بعضاً میان‌لایه‌هایی از ماسه سنگ یا سنگ آهک نیز در این



شکل 1- الف) موقعیت جغرافیایی حوضه رسوبی کپه داغ در ایران و کشورهای همسایه (برگرفته از Berberian and King 1981 با اندکی تغییرات؛ ب و ج) موقعیت برش قلعه جق (1) و برش یزدان‌آباد (2) در منطقه کپه داغ (برگرفته از افشارحرب 1373، با اندکی تغییرات).

شکل 4 آمده است). سازند سنگانه با ضخامت 485 متر و به صورت هم‌شیب بر روی سازند سرچشمه قرار گرفته است که از سیلتستون با میان‌لایه‌هایی از آهک رسی، مارن، ماسه‌سنگ و سنگ آهک تشکیل شده است. سازند سنگانه نیز به صورت هم‌شیب توسط ماسه‌سنگ‌های ضخیم لایه سازند آیتامیر پوشیده شده است.

بررسی تغییرات رخساره‌ای و ضخامت واحدهای سنگی مختلف، نشان‌دهنده نقش اساسی گسل‌های پی‌سنگی با روند تقریباً خاوری-باختری و گاه شمال‌خاوری-جنوب‌باختری، در کنترل رسوب‌گذاری حوضه کپه داغ است. گسل‌های پی‌سنگی در زمان رسوب‌گذاری فعال بوده و با ایجاد

ضخامت برونزد سازندهای سرچشمه و سنگانه برش یزدان‌آباد در مجموع 1140 متر است که ضخامت سازند سرچشمه در آن 655 متر و ضخامت سازند سنگانه 485 متر است. سازند سرچشمه در این برش نیز به صورت هم‌شیب بر روی آهک‌های سازند تیرگان قرار دارد. در این برش بخش ابتدایی سازند سرچشمه از تناوبی از سنگ آهک و شیل آهکی تشکیل شده است که به سمت بالا از ضخامت سنگ آهک کاسته می‌شود. در ادامه تا انتهای سازند مارن‌های آهکی، مارن و آهک‌رسی و قرار دارند. انتهای سازند را یک لایه آهکی پرفسیل تشکیل می‌دهد (لایه مذکور بدن رعایت مقیاس و به صورت اغراق‌آمیز برای نمایش محل جدایش سازندها، در

اسلاید، در اسلایدهای کم‌فسیل مورد بررسی قرار گرفت.

بیوزوناسیون

حفظ شدگی نانوفسیل‌های آهکی در سازندهای سرچشمه و سنگانه از ضعیف تا خوب در نوسان است که آثار انحلال غالباً در نمونه‌های فسیلی قابل مشاهده است. در بسیاری از نمونه‌ها (به خصوص در سازند سنگانه)، تنها گونه‌های بسیار مقاوم در برابر دیاژنز (*Watznaueria barnesiae* & (*Watznaueria fossacincta*) در اسلاید‌ها دیده می‌شود. در این مطالعه، تعداد 56 گونه نانوفسیلی از 28 جنس و متعلق به 14 خانواده در برش قلعه‌جق و تعداد 45 گونه از 26 جنس متعلق به 13 خانواده در برش یزدان آباد، شناسایی گردید (تصویر تعدادی از این گونه‌ها در پلیت 1 و 2 به نمایش در آمده است). تعداد 43 گونه در هر دو برش مشترک هستند. شناسایی‌ها بر اساس Perch-Nielsen 1985 و Bown et al. 1998 انجام شده است. بیوزوناسیون نانوفسیل‌های آهکی برای زمان آپسین - آلبین در حوضه تنیس توسط Thierstein 1971 & 1973, Manivit 1971, Sissingh 1977, Roth 1978, Perch-Nielsen 1979 و Bralower et al. 1993 & 1995 پیشنهاد شده است. در برش‌های مورد مطالعه، بیوزوناسیون روث (Roth 1978) که توسط برالوئر و همکاران (Bralower et al. 1993) در آن تغییراتی داده شده، مورد استفاده قرار گرفته است و با زیست‌زون‌بندی جهانی سیسینگ (Sissingh 1977) مقایسه شده است (شکل 2). بیوزون‌های ارائه شده بر اساس اولین حضور (FO) و آخرین حضور (LO) تکاملی گونه‌ها و از نوع Interval Zone است.

هورست و گرابن موجب تغییرات رخساره‌ای و نبوده‌های رسوبی شده و گاه حوضه‌های دریایی نسبتاً عمیقی در برخی بلوک‌های این حوضه به وجود آورده‌اند. یکی از گسل‌های پی‌سنگی مهم در شمال این حوضه، گسل مراوه‌تپه است. عملکرد این گسل پی‌سنگی موجب تشکیل گرابن مراوه‌تپه شده است که بیشینه رسوب‌گذاری در این ناحیه از کپه‌داغ، مشاهده می‌شود (افشار حرب 1373). مقطع قلعه‌جق تقریباً در مجاورت گسل پی‌سنگی مراوه‌تپه در حاشیه شمالی بلوک مراوه‌تپه قرار دارد. افزایش ضخامت قابل‌توجه سازندهای سرچشمه و سنگانه در برش قلعه‌جق، احتمالاً در ارتباط با این مسأله است.

روش آماده‌سازی و مطالعه

به منظور مطالعات بیوستراتیگرافی بر اساس نانوفسیل‌های آهکی در برش قلعه‌جق، تعداد کل 1006 نمونه و در برش یزدان آباد، تعداد 280 نمونه با فاصله تقریبی 4 متر و از نمونه‌های تازه و فاقد هوازدگی برداشت شد. در این مطالعه از روش ته‌نشست ثقلی (Gravity Settling) که یکی از روش‌های استاندارد تهیه مقاطع نانوفسیلی است (Bown and Young 1998)، استفاده شده است. برای مطالعات میکروسکوپی، تعداد 1286 اسلاید از نمونه‌های برداشت شده از برش‌های مورد مطالعه، با استفاده از این روش آماده و مطالعه گردید. اسلایدهای تهیه شده با میکروسکوپ نوری پلاریزان Leica مدل DMLP با عدسی شیئی 63 و عدسی چشمی 16 مورد مطالعه قرار گرفت. اسلایدها بر اساس میزان فراوانی جنس و گونه‌ها، از رویت 3 تا 5 ردیف (در حدود 150 تا 250 میدان دید) در اسلایدهای پرفسیل تا تقریباً کل

Age	Roth (1978)		Sissingh (1977)		Ghaleh jegh Section		Formation	Yazdan abad Section		Formation
	N. zones	Nannofossil event	N. zones	Nannofossil event	Nannofossil zones	Nannofossil event		Nannofossil zones	Nannofossil event	
Albian	Middle Albian	NC9B	↑ <i>Eiffelithus monechiae</i>	CC 9	↑ <i>Eiffelithus turriseiffeli</i>	Not Zone	Atamir Fm.	Not Zone	Atamir Fm.	
		NC9A	↑ <i>Axopodorhabdus albianus</i>	CC 8b						
		NC8C	↑ <i>Tranolithus orionatus</i>							
	NC8B	↑ <i>Hayesites albiensis</i>	CC 8a	↑ <i>Tranolithus orionatus</i>						
	NC8A	↑ <i>Prediscosphaera columnata</i>		↑ <i>Prediscosphaera columnata</i>						
Aptian	Late Aptian	NC7C	↑ <i>Ragodiscus achylotastrion</i>			Sanganeh Fm. (1460 m)	Sanganeh Fm. (1460 m)	Sanganeh Fm. (485 m)	Sanganeh Fm. (485 m)	
		NC7B	↓ <i>Micrantholithus spp.</i>	CC 7 b	↓ <i>Micrantholithus spp.</i>					
		NC7A	↑ <i>Eprolithus floralis</i>		↑ <i>Eprolithus floralis</i>					
	NC 6	↑ <i>Nannoconus steinmannii</i>	CC 7 a	↑ <i>Eprolithus floralis</i>						
	NC 5 e,d	↑ <i>Rucinolithus irregularis</i>		↑ <i>Chiastozygus litterarius</i>						
Early Aptian	NC 5 a,b,c	↓ <i>Calcicalathina oblongata</i>				Sarcheshmeh Fm. (2660 m)	Sarcheshmeh Fm. (2660 m)	Sarcheshmeh Fm. (655 m)	Sarcheshmeh Fm. (655 m)	
	NC 4	↓ <i>Calcicalathina cuvillieri</i>	CC 6							
Hutervian-Barremian	Late Barremian	NC 5				Tirgan Fm.	Tirgan Fm.	Not Zone	Tirgan Fm.	
		NC 4								

شکل 2- بیوزون‌های نانوفسیلی موجود در سازندهای سرچشمه و سنگانه برش‌های مورد مطالعه و مقایسه آن‌ها با بیوزون‌های استاندارد جهانی نانوفسیل‌های آهکی در عرض‌های جغرافیایی پایین تا متوسط (مقیاس در تصویر رعایت نشده است).

یزدان‌آباد و در ضخامت 613 متری سازند سرچشمه تعیین گردیده است. بنابراین قسمت‌های فوقانی بیوزون NC5 در 613 متر ابتدایی سازند سرچشمه واقع است.

بیوزون نانوفسیلی : NC6 زون *Chiastozygus litterarius*
این بیوزون از اولین حضور *Rucinolithus irregularis* تا اولین حضور *Eprolithus floralis* را شامل و محدوده زمانی آن آپسین پیشین است. گونه *Rucinolithus irregularis* (شاخص مرز زیرین) در برش قلعه جق رویت نشده و موقعیت مرز پایینی این زون در این برش محرز نشده است و احتمالاً پایین‌تر از سازند سرچشمه است. مرز بالایی این زون در برش قلعه جق، در ضخامت 1124 متری سازند سرچشمه و با اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* تعیین گردیده

بیوزون‌های نانوفسیلی، به ترتیب از قاعده تا راس برش عبارتند از:

بیوزون نانوفسیلی : NC5 زون *Watznaueria oblonga*
این بیوزون از آخرین حضور *Cruciellipsis cuvillieri* تا اولین حضور *Rucinolithus irregularis* را شامل و محدوده زمانی آن بarmین پسین است. به دلیل نبود هیچ یک از گونه‌های شاخص مرزهای بالا و پایین این زون، در برش قلعه جق، این زون ثبت نشد و احتمالاً پایین‌تر از مرز زیرین سازند سرچشمه قرار دارد. گونه *Cruciellipsis cuvillieri* (شاخص مرز زیرین) در برش یزدان‌آباد رویت نشده و موقعیت مرز پایینی این زون در برش یزدان‌آباد محرز نشده است و احتمالاً پایین‌تر از سازند سرچشمه است. مرز بالایی این زون با اولین حضور *Rucinolithus irregularis* در برش

بیوزون فرعی NC7B معرف میانه آپسین پسین است و آخرین حضور *Micrantholithus spp.* تا اولین حضور گونه *Ragodiscus achlyostaurion* را شامل می‌شود. بیوزون فرعی NC7C نیز محدوده اولین حضور *Ragodiscus achlyostaurion* تا اولین حضور *Prediscosphaera columnata* را شامل می‌شود. مرز پایینی بیوزون فرعی NC7A در برش قلعه جق در ضخامت 1124 متری سازند سرچشمه با اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* تعیین گردیده است. مرز بالایی این زون فرعی در برش قلعه جق، در ضخامت 2486 متری سازند سرچشمه و با آخرین حضور گونه‌های جنس *Micrantholithus* تعیین گردیده است. در برش قلعه جق، به دلیل عدم حضور گونه *Ragodiscus achlyostaurion* از ضخامت 2486 متری سازند سرچشمه تا ضخامت 1050 متری سازند سنگانه (اولین حضور *Prediscosphaera columnata*) به عنوان محدوده تفکیک‌نشده زیر زون‌های (NC7(B & C) مشخص شده است. مرز پایینی بیوزون فرعی NC7A در برش یزدان آباد، در ضخامت 169 متری سازند سنگانه با اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* تعیین گردیده است. مرز بالایی این زون فرعی در برش یزدان آباد، در ضخامت 324 متری سازند سنگانه و با آخرین حضور گونه‌های جنس *Micrantholithus* تعیین گردیده است. بنابراین محدوده این بیوزون فرعی در مجموع با ضخامت 155 متر، در سازند سنگانه واقع است.

بیوزون نانوفسیلی : NC8 زون *Prediscosphaera columnata*

این بیوزون از اولین حضور *Prediscosphaera columnata* تا اولین حضور *Axipodorhabdus albianus* را شامل و محدوده زمانی آن آلبین پیشین است. مرز پایینی این بیوزون در برش قلعه جق، در ضخامت 1050 متری سازند سنگانه و با اولین حضور گونه *Prediscosphaera columnata* تعیین گردیده است. مرز بالایی این زون در این برش به دلیل عدم حضور *Axipodorhabdus albianus* مشخص نیست. بنابراین

است. بنابراین قسمت‌های فوقانی بیوزون NC6 در 1124 متر ابتدایی سازند سرچشمه در برش قلعه جق، واقع است. در برش یزدان آباد، مرز پایینی این زون با اولین حضور *Rucinolithus irregularis* و در ضخامت 613 متری سازند سرچشمه تعیین گردیده است. مرز بالایی این زون در این برش، در ضخامت 169 متری سازند سنگانه و با اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* تعیین شده است. بنابراین این زون نانوفسیلی، 42 متر انتهایی سازند سرچشمه به همراه 169 متر ابتدایی سازند سنگانه در برش یزدان آباد (مجموعاً 211 متر) را شامل می‌شود.

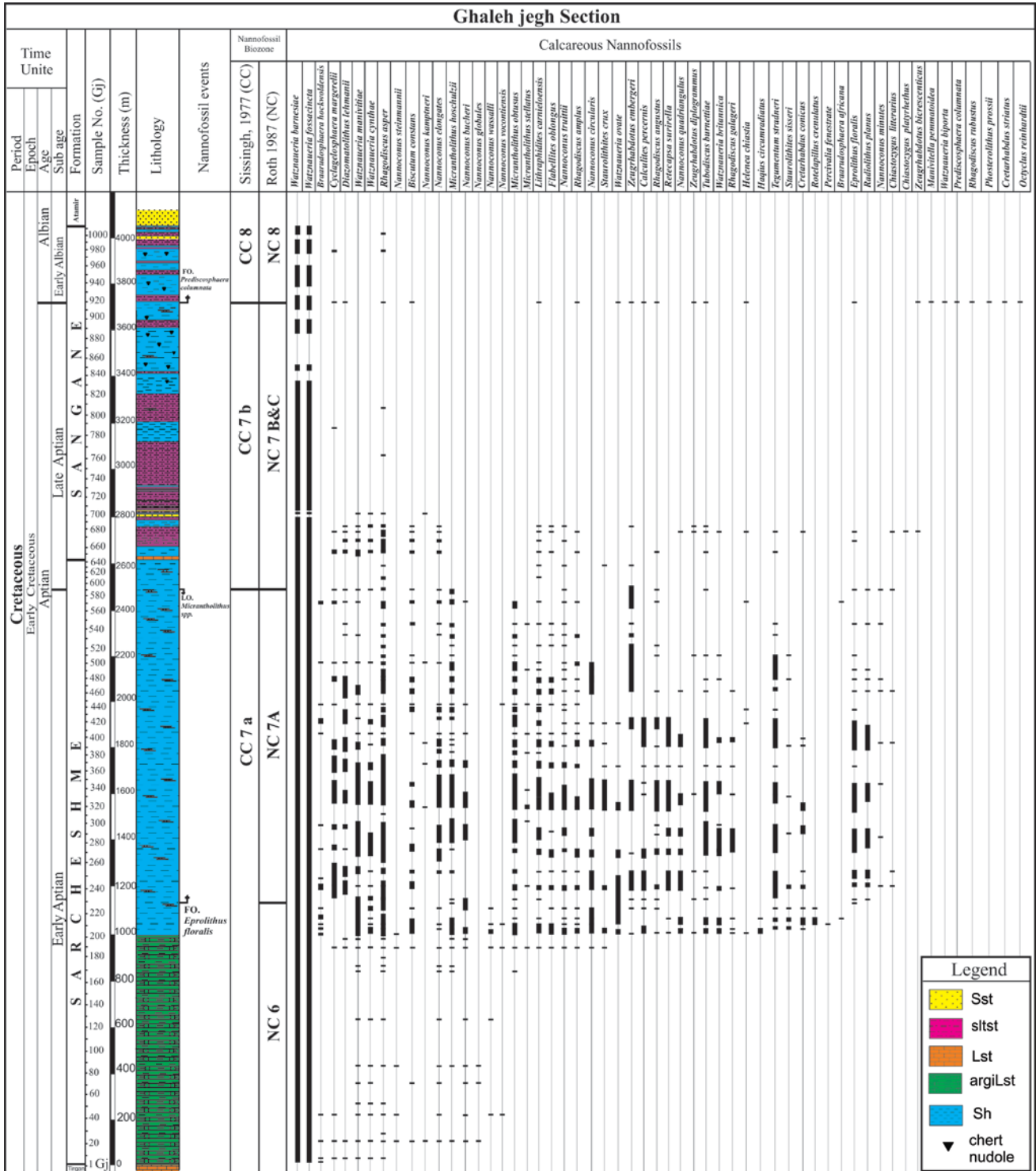
بیوزون نانوفسیلی : NC7 زون *Ragodiscus angustus*

این بیوزون از اولین حضور *Eprolithus floralis* تا اولین حضور *Prediscosphaera columnata* را شامل و محدوده زمانی آن آپسین پسین است. مرز پایینی این زون در برش قلعه جق در ضخامت 1124 متری سازند سرچشمه با اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* و مرز بالایی این زون در این برش، در ضخامت 1050 متری سازند سنگانه و با اولین حضور گونه *Prediscosphaera columnata* تعیین گردیده است. بنابراین این زون در 1538 متر انتهایی سازند سرچشمه به همراه 1050 متر ابتدایی سازند سنگانه در این برش (مجموعاً به ضخامت 2586 متر)، واقع شده است. مرز پایینی این زون در برش یزدان آباد، در ضخامت 169 متری سازند سنگانه و با اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* تعیین گردیده است. مرز بالایی این زون در برش یزدان آباد به دلیل نبود گونه *Prediscosphaera columnata* محرز نشده و احتمالاً در بالاتر از سازند سنگانه است. بنابراین ثبت قسمت‌های ابتدایی بیوزون NC7، در 316 متر انتهایی سازند سنگانه در برش یزدان آباد محرز شده است.

در این بیوزون سه زیرزون قرار دارد که اولین زیرزون، NC7A است. این بیوزون فرعی، اولین حضور *Eprolithus floralis* تا آخرین حضور *Micrantholithus spp.* را در بر می‌گیرد و محدوده زمانی آن ابتدای آپسین پسین است.

قسمت های ابتدایی بیوزون NC8 با ضخامت 350 متر در
 انتهای سازند سنگانه محرز شده است. این بیوزون در برش
 یزدان آباد به دلیل عدم رویت گونه *Prediscophaera*
columnata تعیین نشده و احتمالاً در بالاتر از سازند سنگانه
 قرار دارد (شکل 3 و 4).

قسمت های ابتدایی بیوزون NC8 با ضخامت 350 متر در
 انتهای سازند سنگانه محرز شده است. این بیوزون در برش
 یزدان آباد به دلیل عدم رویت گونه *Prediscophaera*



شکل 3 - جدول پراکندگی نانوفسیل های آهکی و بیوزوناسیون بر مبنای گونه های شاخص نانوفسیلی موجود در برش قلعه جق



شکل 4- جدول پراکندگی نانوفسیل‌های آهکی و بیوزوناسیون بر مبنای گونه‌های شاخص نانوفسیلی در برش یزدان‌آباد

بحث

همانگونه که در قسمت بیوزوناسیون ذکر شد؛ بررسی پراکندگی نانوفسیل‌ها در برش قلعه‌جق، بیانگر ثبت اولین حضورگونه *Eprolithus floralis* در ضخامت 1124 متری سرچشمه است که به عنوان حادثه معرف انتهای زون NC6 و ابتدای زون NC7 در نظر گرفته می‌شود. با توجه به عدم حضور گونه *Rucinolithus irregularis* (حادثه نانوفسیلی معرف ابتدای زون NC6) در این فاصله، از ابتدای سازند تا ضخامت 1124 متری به آپسین پیشین تعلق دارد. به دنبال حادثه نانوفسیلی فوق، آخرین حضور *Micrantholithus spp.* در ضخامت 2486 متری سازند سرچشمه واقع است که این حادثه معرف انتهای بیوزون فرعی NC7A و سن ابتدای آپسین پسین است و بنابراین از ضخامت 1124 متری سازند سرچشمه تا 2486 متری سازند سرچشمه متعلق به زمان ابتدای آپسین پسین است. حادثه نانوفسیلی بعد، اولین حضور *Prediscosphaera columnata* در ضخامت 1050 متری سازند سنگانه است. بنابراین از ضخامت 1050 متری سازند سنگانه تا انتهای سازند به زمان آلبن پیشین تعلق دارد.

بررسی پراکندگی نانوفسیل‌ها در برش یزدان‌آباد، بیانگر ثبت اولین حضورگونه *Rucinolithus irregularis* در ضخامت 613 متری سرچشمه است. با توجه به عدم حضور گونه *Cruciellopsis cuvillieri* (حادثه نانوفسیلی معرف ابتدای زون NC5) در این فاصله، از ابتدای سازند سرچشمه تا ضخامت 613 متری این برش، به بارمین پسین تعلق دارد. ثبت اولین حضورگونه *Eprolithus floralis* در ضخامت 169 متری سنگانه است. بنابراین از ضخامت 613 متری سازند سرچشمه تا 169 متری سازند سنگانه متعلق به آپسین پیشین است. به دنبال حادثه نانوفسیلی فوق، آخرین حضور *Micrantholithus spp.* در ضخامت 324 متری سازند سنگانه واقع است که این حادثه معرف انتهای بیوزون فرعی NC7A و بنابراین از ضخامت 169 متری سازند سنگانه تا 324 متری سازند سنگانه متعلق به زمان ابتدای آپسین پسین است. از ضخامت 324 متری سازند سنگانه تا انتهای سازند نیز حادثه نانوفسیلی ثبت نشده است و این محدوده به بخش پایینی زون فرعی NC7B و سن آپسین پسین نسبت داده شده است.

بر اساس مطالعات بیواستراتیگرافی که تا کنون بر روی سازندهای سرچشمه و سنگانه صورت گرفته است این سازندها در قسمت‌های مختلف حوضه کپه داغ، دارای ضخامت و سن‌های متفاوتی هستند. علاوه بر اختلاف عمق حوضه در نواحی مختلف، گسل‌هایی که همزمان با رسوب‌گذاری در حوضه فعال بوده‌اند (افشارحرب 1373) نیز در این اختلاف ضخامت (آن‌چنان که در برش قلعه‌جق و یزدان‌آباد مشاهده می‌شود)، تأثیر داشته‌اند. در مطالعات نانوفسیلی انجام شده بر روی سازند سرچشمه در مقطع تیپ که توسط هادوی (1381) انجام شد سن سازند، آپسین-آلبین تعیین گردید. در برش‌های مزدوران و امیرآباد توسط هادوی و بداقی (1385)، سن آلبن تا تورونین آغازی و میانی برای این سازند تعیین شده است. در مطالعات نانوفسیلی انجام شده بر روی سازند سنگانه در برش‌های آتشگان و امیرآباد توسط هادوی و شکری (1385)، سن آلبن، برای برش امیرآباد و سن آلبن تا آلبن پسین برای این سازند در برش آتشگان، تعیین شده است. از جمله مطالعات نانوفسیلی بر روی هر دو سازند سرچشمه و سنگانه، مطالعه ماهانی پور و همکاران (1390) در برش تکل‌کوه و ماهانی‌پور و کنی (1394) در برش شیخ است. سن سازند سرچشمه در برش تکل‌کوه، بارمین پسین تا آپسین پیشین و سن سازند سنگانه، که در این برش با ناپیوستگی فرسایشی در زیر سازند کلات واقع شده، آبتین پیشین تا ابتدای آپسین پسین تعیین شده است (ماهانی‌پور و همکاران 1390). در برش شیخ، سن سازند سرچشمه بارمین پسین تا ابتدای آپسین پسین و سن سازند سنگانه آپسین پسین تا آپسین پسین؟ تعیین شده است (ماهانی‌پور و کنی 1394).

بر اساس بیوزون‌های نانوفسیلی ثبت شده در برش‌های مورد مطالعه و برش شیخ، می‌توان آن‌ها را از نقطه‌نظر بیوستراتیگرافی با یکدیگر مقایسه کرد. تطابق این برش‌ها در شکل 5 نمایش داده شده است. همان‌طور که در این شکل مشخص است، قسمت‌های فوقانی بیوزون NC5 با سن بارمین پسین، بخش ابتدایی سازند سرچشمه در برش شیخ (291 متر از قاعده) و یزدان‌آباد (613 متر از قاعده) را شامل می‌شود. این بیوزون در برش قلعه‌جق احتمالاً قبل از

ضخامت 324 متری سازند سنگانه (جمعاً به ضخامت 155 متر) را در برش یزدان آباد تشکیل می‌دهد. در برش قلعه جق این بیوزون فرعی با ضخامت 1362 متر، ضخامت 1124 متری تا 2486 متری سازند سرچشمه را شامل می‌شود. بررسی روند تغییر ضخامت این بیوزون فرعی حاکی از آن است که نرخ رسوب‌گذاری در زمان آپسین پسین در محل برش قلعه جق بالاتر از دو برش دیگر بوده و همچنین این بیوزون فرعی در برش یزدان آباد کاملاً در سازند سنگانه قرار می‌گیرد در حالی که در برش شیخ در مرز سازندهای سرچشمه و سنگانه (ضخامت بیشتر در سازند سرچشمه) واقع است. این بیوزون فرعی در برش قلعه جق کاملاً در سازند سرچشمه واقع شده است از آن جایی که رخساره سازند سرچشمه به نسبت سازند سنگانه از عمق رسوب‌گذاری کمتری برخوردار است (کشمیری و همکاران 1393) بنابراین در مدت زمان معرفی شده توسط زیست زون NC7A، احتمالاً خط ساحلی به موقعیت برش قلعه جق نزدیک‌تر بوده است.

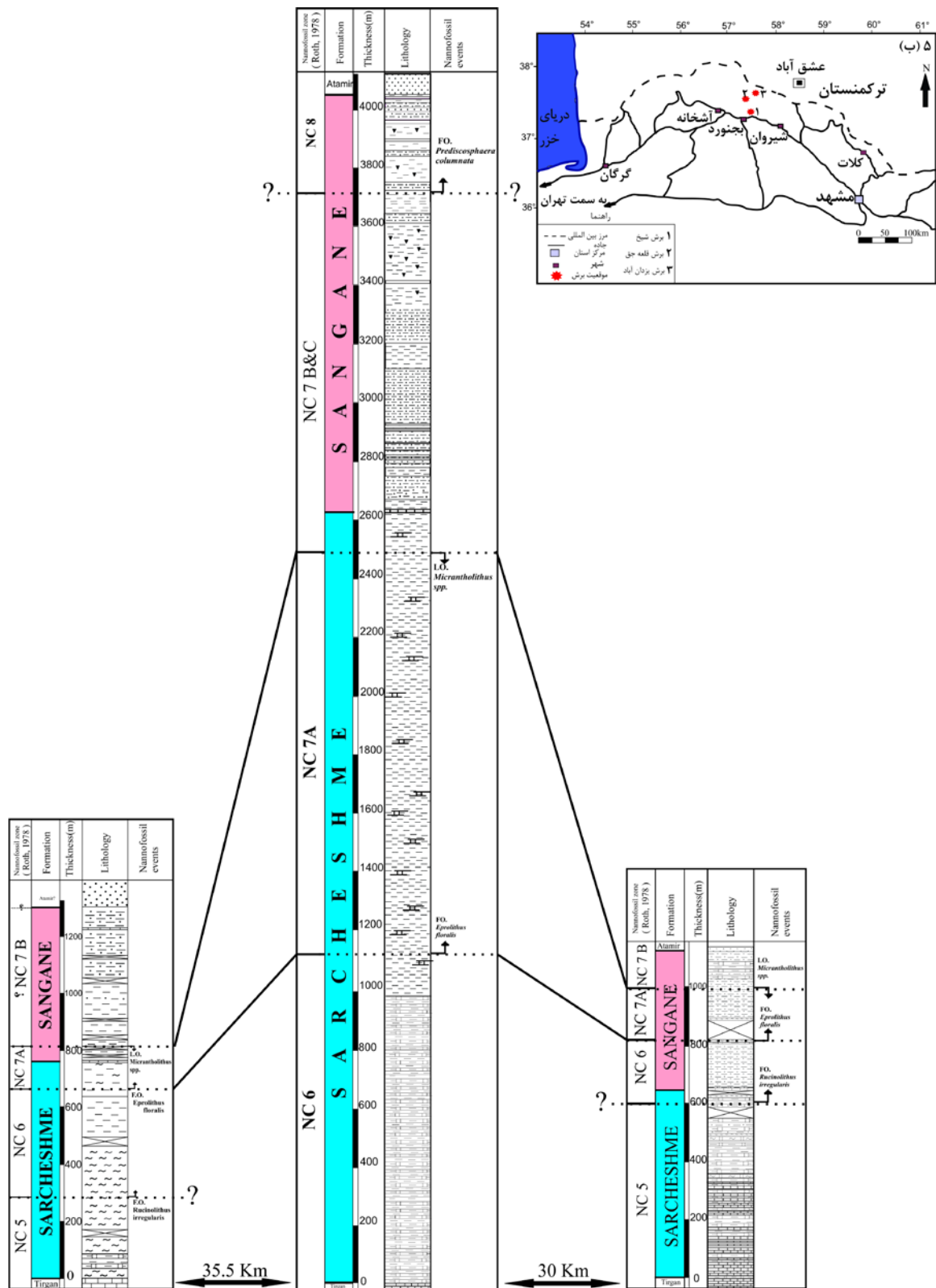
قسمت‌های ابتدایی بیوزون فرعی NC7B، در برش شیخ (از ضخامت 52 متری سازند سنگانه تا انتهای برش و با ضخامت 450 متر) و یزدان آباد (از ضخامت 324 متری سازند سنگانه تا انتهای برش و با ضخامت 126 متر)، ثبت شده است. بیوزون NC7(B & C) به طور تفکیک نشده و با ضخامت 1224 متر (از ضخامت 2486 متری سازند سرچشمه تا 1050 متری سازند سنگانه) در برش قلعه جق اندازه‌گیری شده است. بنابراین با توجه به عدم ثبت رخداد زیستی مشخص‌کننده بخش انتهایی این زیست زون در برش شیخ و یزدان آباد و عدم دسترسی به ضخامت واقعی این زیست زون، نمی‌توان روند خاصی را برای این زیست‌زون در حوضه در نظر گرفت.

قسمت‌های ابتدایی بیوزون NC8 با سن آلبین پیشین، 350 متر انتهایی سازند سنگانه را در برش قلعه جق شامل می‌شود و در دو برش دیگر ثبت نشده است. بنابراین رسوب‌گذاری سازند سنگانه با توجه به ثبت قسمت‌های ابتدایی بیوزون NC8 در انتهای برش قلعه جق، دیرتر از برش‌های دیگر پایان یافته است.

رسوب‌گذاری سازند سرچشمه واقع است زیرا شروع این سازند در برش مذکور با زون NC6 (بخش انتهایی زون) مقارن است. بنابراین رسوب‌گذاری رخساره شیلی - مارنی سازند سرچشمه در موقعیت برش قلعه جق دیرتر از موقعیت برش‌های دیگر آغاز شده است زیرا اثری از رسوبات این سازند تا زمان آپسین پیشین (زون نانوفسیلی NC6) در برش مذکور به چشم نمی‌خورد.

بیوزون NC6 از ضخامت 291 متری تا 647 متری سازند سرچشمه در برش شیخ و در واقع 356 متر میانی این سازند را شامل می‌شود. همچنین این بیوزون با ضخامت 210 متر، از ضخامت 613 متری سازند سرچشمه تا 169 متر ابتدایی سازند سنگانه (شامل 42 متر انتهایی سازند سرچشمه و 169 متر ابتدایی سازند سنگانه) را در برش یزدان آباد شامل می‌شود در حالی که بخش‌های فوقانی این بیوزون 1124 متر ابتدایی سازند سرچشمه را در برش قلعه جق شامل شده است. با در نظرگیری ضخامت زیست زون NC6 در می‌یابیم که در مدت زمان معادل این بیوزون، نرخ رسوب‌گذاری در برش شیخ (356 متر) از یزدان آباد (211 متر) بیشتر بوده در برش قلعه جق (1124 متر و تنها شامل بخش فوقانی این زون) از هر دوی آن‌ها بیشتر است. همچنین این بیوزون در برش‌های شیخ و قلعه جق کاملاً در سازند سرچشمه قرار می‌گیرد در حالی که در برش یزدان آباد سازندهای سرچشمه و سنگانه را شامل شده است رخساره سازند سرچشمه به نسبت سازند سنگانه از عمق رسوب‌گذاری کمتری برخوردار است (کشمیری و همکاران 93). از آن جایی که زیست زون NC6، در برش یزدان آباد در سازند سنگانه و در برش قلعه جق و شیخ در سازند سرچشمه واقع شده است می‌توان چنین نتیجه گرفت که، در مدت زمان معرفی شده توسط زیست زون NC6، احتمالاً خط ساحلی به موقعیت برش قلعه جق و شیخ نزدیک‌تر بوده است.

بیوزون فرعی NC7A با سن ابتدای آپسین پسین از ضخامت 647 متری تا ضخامت 816 متری (یعنی 117 متر انتهایی سازند سرچشمه و 52 متر ابتدایی سازند سنگانه؛ جمعاً به ضخامت 169 متر) را در برش شیخ تشکیل می‌دهد. همچنین این بیوزون فرعی از ضخامت 169 متری تا



۱. برش شیخ: ماهانی پور و کنی ۱۳۹۴
 ۲. برش قلعه جق
 ۳. برش یزدان آباد

شکل ۵- تطابق بیوستراتیگرافی برش‌های مورد مطالعه (قلعه‌جق و یزدان‌آباد) با برش شیخ

نتیجه

بررسی نانوفسیل‌های آهکی در سازندهای سرچشمه و سنگانه در برش‌های مورد مطالعه، که بخشی از قلمرو حوضه تتیس است، بیانگر ثبت بیوزون‌های جهانی روث (Roth 1978) در این رسوبات است. بر اساس مطالعات نانوفسیلی صورت گرفته، حضور قسمت فوقانی زون NC6، زون NC7A، NC7(B & C) و قسمت‌های تحتانی زون NC8 در سازندهای سرچشمه و سنگانه برش قلعه جق، محرز شده است. با توجه به نانوفسیل‌های موجود در این برش، سن آپسین پیشین تا ابتدای آپسین پسین برای سازند سرچشمه و آپسین پسین تا آلبین پیشین برای سازند سنگانه پیشنهاد می‌شود. همچنین حضور قسمت فوقانی بیوزون نانوفسیلی NC5، زون NC6 و قسمت‌های تحتانی بیوزون NC7B در برش یزدان آباد، محرز شده است. با توجه به نانوفسیل‌های موجود، سن بارمین پسین تا ابتدای آپسین پیشین برای سازند سرچشمه و آپسین پیشین تا ابتدای آپسین پسین برای سازند سنگانه، در برش یزدان آباد پیشنهاد می‌شود.

در مطالعات پیشین، این دو سازند به لحاظ بیوستراتیگرافی و بر اساس نانوفسیل‌های آهکی، در برش شیخ مورد مطالعه قرار گرفته بودند. در مقایسه برش‌های مورد مطالعه با برش مذکور و زیست‌زون‌های نانوفسیلی ثبت شده در آنها، مشخص شده است که رسوب‌گذاری سازند سرچشمه در دو برش شیخ و یزدان آباد با توجه به ثبت زیست‌زون NC5 در آنها، زودتر از برش قلعه جق آغاز گشته است. رسوب‌گذاری سازند سنگانه با توجه به ثبت زیست‌زون NC8(A & B) در انتهای برش قلعه جق، دیرتر از دو برش دیگر پایان یافته است. با مقایسه ضخامت زیست‌زون‌های نانوفسیلی موجود (شکل 5)، چنین دریافت می‌شود که در مدت زمان معرفی شده توسط زیست‌زون NC6 و NC7A (آپسین پیشین و ابتدای آپسین پسین)، نرخ رسوب‌گذاری در محل برش قلعه جق از میزان بالاتری نسبت به محل برش‌های یزدان آباد و شیخ برخوردار بوده است.

منابع

- افشار حرب ع. 1373. زمین‌شناسی ایران، زمین‌شناسی کپه داغ. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، 275 ص.
- داوطلب ا. قاسمی‌نژاد ا. عاشوری ع. وحیدی نیام. 1389. پالینواستراتیگرافی و محیط دیرینه سازند سرچشمه در برش چینه‌شناسی انجیربلاغ، شرق حوضه رسوبی کپه داغ. مجله پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ش 41، ص 1-20.
- دهقان ف. 1381. بایوستراتیگرافی سازند سرچشمه بر اساس نانوپلانکتون‌های آهکی در مقطع تیپ (کپه داغ)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، 142 ص.
- شریفی م. قاسمی‌نژاد ا. اختری م. 1392. پالینواستراتیگرافی، پالینوفاسیس و پالئوآکولوژی سازند سرچشمه در چاه توس 1، شرق کپه داغ. مجله دیرینه‌شناسی، سال اول، ش 2، ص 175-186.
- کشمیری م. قاسمی‌نژاد ا. عاشوری ع. یزدی مقدم م. جمالی ا. 1393. پالینولوژی و پالئوآکولوژی سازندهای سرچشمه و سنگانه در برش چینه‌شناسی باغک واقع در شرق کپه داغ. مجله پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ش 56، ص 17-33.
- ماهانی پور ا. لطفعلی‌کنی ا. آدابی م. ح. و رئیس‌السادات ن. 1390. نانو استراتیگرافی سازندهای سرچشمه و سنگانه در باختر منطقه کپه داغ (برش تکل کوه). فصلنامه علمی پژوهشی علوم زمین ش 79، ص 83-94.
- ماهانی پور ا. ن. رئیس‌السادات و لطفعلی‌کنی ا. 1391. بررسی رخداد غیر هوازی اقیانوسی آبتین پیشین بر اساس نانوفسیل‌های آهکی و آمونیت‌ها در غرب منطقه کپه داغ. مجله پژوهش‌های چینه‌نگاری و

- Nannofossil Biostratigraphy; Chapman and Hall, London, 86-102 p.
- Bown P.R. and J.R. Young 1998. Techniques. In: Bown, P.R., (Eds.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*: Chapman and Hall, London, p. 16-28.
- 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., Hardenbol, J. (Eds.), *Geochronology, time scales and global stratigraphic correlations: SEPM Special Publication*, 54:65-79.
- Bralower T.J. Sliter W.V. Arthur M.A. Leckie R.M. Allard D.J. and Schlanger S.O. 1993. Dysoxic/anoxic episodes in the Aptian – Albian (Early Cretaceous). In: Pringle, M. et al. (Eds.), *The Mesozoic Pacific: Geology, Tectonics and Volcanism: AGU Geophysical Monograph*, 77:5-37.
- Mahanipour A. Mutterlose J. Kani A.L. and Adabi M.H. 2011. biostratigraphy of early Cretaceous (Aptian) calcareous nannofossils and the δ^{13} Ccarb isotope record from NE Iran: *Cretaceous Research*, 32:331-356.
- Manivit H. 1971. *Nannofossiles calcaires du Crétacé français (Aptien –Masetrichtien). Essai de Biozonation appuyée sur les stratotypes*: Ph.D. Thesis, Université de Paris, France.
- Perch-Nielsen K. 1985. Mesozoic calcareous nannofossils; In: *Plankton stratigraphy*: Cambridge Earth Science Series, New York, p. 329-435.
- Perch-Nielsen K. 1979. Calcareous Nannofossils from the Cretaceous between the North Sea and the Mediterranean. In: Wiedmann, J. (Ed.), *Aspekte der Kreide Europas: IUGS Series A*, 6:223-272.
- Roth P.H. 1978. Cretaceous nannoplankton biostratigraphy and oceanography of the northwestern Atlantic Ocean. In: Benson, W.E., Sheridan, R.E., et al. (Eds.), *Initial Reports of Deep Sea Drilling Project*, 44: 731-759.
- Sissingh W. 1977. "Biostratigraphy of Cretaceous Calcareous Nannoplankton": *Geologie Mijnbouw*, 56:37-49.
- Thierstein H.R. 1971. Tentative Lower Cretaceous calcareous nannoplankton zonation: *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 64:459-488.
- Thierstein H.R. 1971. Tentative Lower Cretaceous calcareous nannoplankton zonation: *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 64: 459-488.
- Thierstein H.R. 1973. Lower Cretaceous Calcareous Nannoplankton Biostratigraphy: *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 29:1-52.
- رسوب‌شناسی، ش 47، ص 83 – 96.
- ماهانی پورا. و لطفعلی کنی. ا. 1394. بررسی بیواستراتیگرافی نانوفسیل‌های آهکی سازندهای سرچشمه و سنگانه در غرب حوضه کپه داغ، برش چینه‌شناسی شیخ. مجله پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ش 58، ص 57 – 66.
- موسوی‌زاده س. م. محبوبی ا. موسوی حرمی س. ر. محمودی قرائی م. ح. و نجفی م. 1389. اثر فسیل‌های سازند سرچشمه (آپسین) در برش ناودیس خور (شمال مشهد) و کاربرد آن‌ها در تفسیر شرایط رسوبی. نشریه علمی- پژوهشی رخساره‌های رسوبی، دانشگاه فردوسی مشهد، سال 3، ش 2، ص 99-109.
- هادوی ف. و بدایغی ف. 1385. بایوستراتیگرافی سازند سنگانه بر مبنای نانوپلانکتون‌های آهکی در مقطع امیرآباد و مزدوران. دهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس، ص 206.
- هادوی ف. و بدایغی ف. 1388. نانوستراتیگرافی سازند سنگانه در برش مزدوران (کپه داغ). نشریه علمی- پژوهشی رخساره‌های رسوبی، جلد 2، ص 115-127.
- هادوی ف. و شکری م. 1385. بایواستراتیگرافی سازند سرچشمه بر مبنای نانوپلانکتون‌های آهکی در برش آتشگان و امیرآباد (رشته کوه کپه داغ). دهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس، ص 219.
- Afshar-Harb A. 1979. The stratigraphy, tectonics and petroleum geology of the Kopet Dagh region, Northern Iran. PhD thesis, Imperial College of Science and Technology, London, 316 p. (Unpublished).
- Aubry M.P. 1986. Paleogene calcareous nannoplankton biostratigraphy of northwestern Europe: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 55(2-4):267-334.
- Bown P.R. Rutledge D.C. Crux J.A. Gallagher L.A. 1998. Lower Cretaceous In: *Calcareous*

Archive of SID

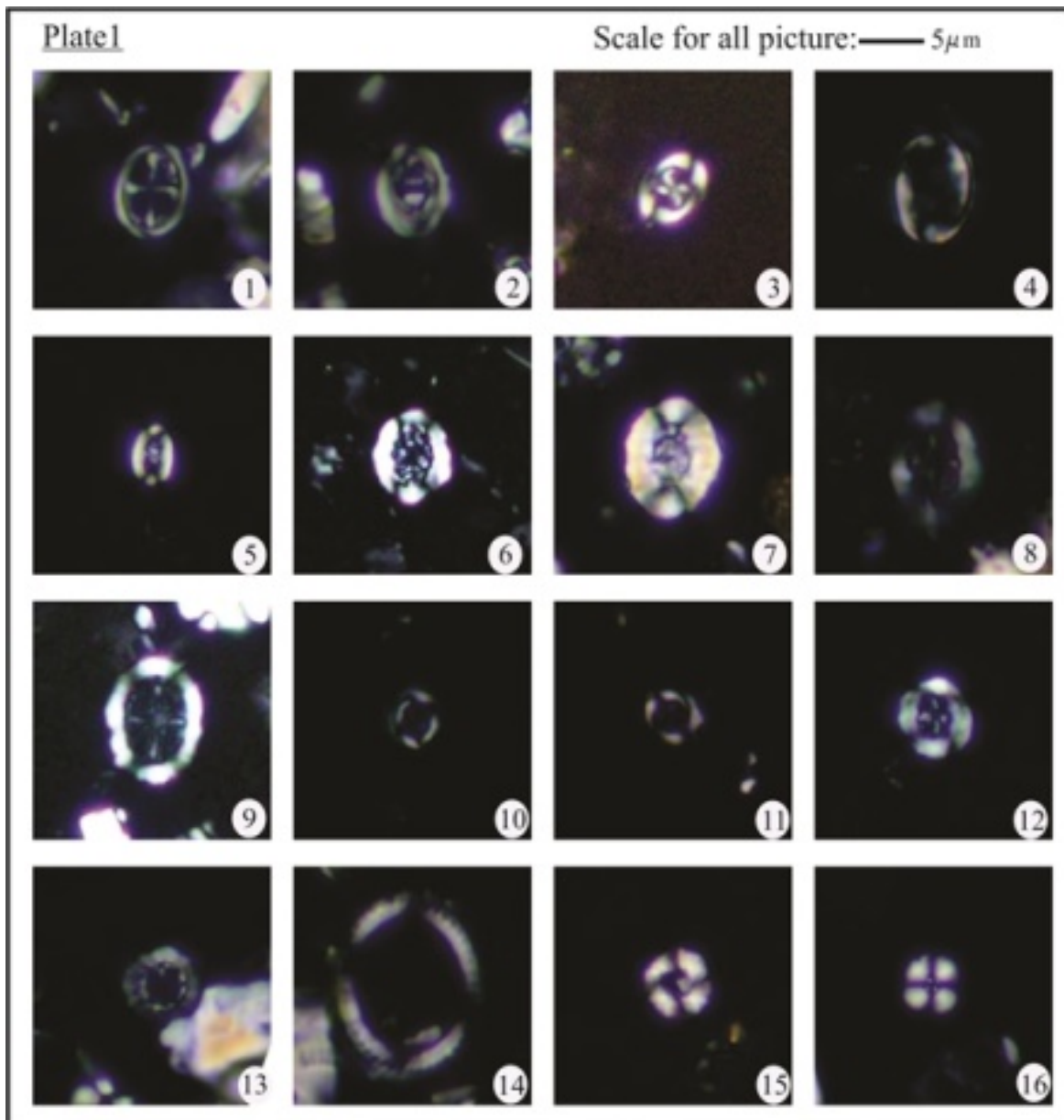


Plate 1, XPL: Cross Polarised Light, PPL: Plane Polarised Light, Sr: Sangane Formation, Sn: Sangane Formation, Gz: Galeh jeh section, Ya: Yazdanabad section; 1- *Staurolithites siesseri* (XPL, Sr, 211 Gj) Bown in Kennedy et al. 2000; 2- *Zeughrabdotos bicrescenticus* (XPL, Sn, 676 Gj) (Stover 1966) Burnett in Gale et al. 1996; 3- *Tegumentum stradneri* (45° rotated, XPL, Sr, 139 Ya) Thierstein in Roth & Thierstein, 1972; 4- *Percivalia fenestrata* (XPL, Sr, 211 Gj) (Worsley 1971) Wise, 1983; 5- *Rhagodiscus angustus* (XPL, Sr, 139 Ya) (Stradner 1963) Reinhardt, 1971; 6- *Rhagodiscus asper* (XPL, Sn, 197 Ya) (Stradner 1963) Reinhardt, 1967; 7- *Rhagodiscus robustus* (XPL, Sn, 925 Gj) Bown, 2005; 8- *Cretarhabdus conicus* (XPL, Sr, 140 Ya) Bramlette & Martini, 1964; 9- *Cretarhabdus striatus* (XPL, Sn, 925 Gj) (Stradner 1963) Black, 1973 ; 10- *Flabellites oblongus* (XPL, Sr, 205 Gj) (Bukry 1969) Crux in Crux et al. 1982; 11- *Flabellites oblongus* (45° rotated, XPL, Sr, 205 Gj) (Bukry 1969) Crux in Crux et al. 1982; 12- *Helenea chiastia* (XPL, Sr, 139 Ya) Worsley, 1971; 13- *Prediscosphaera columnata* (XPL, Sn, 925 Gj) (Stover 1966) Perch-Nielsen, 1984; 14- *Manivitella pemmatoidea* (XPL, Sn, 925 Gj) (Deflandre in Manivit 1965) Thierstein, 1971; 15- *Diazomatolithus lehmanii* (XPL, Sn, 194 Ya) Noël, 1965; 16- *Cyclagelosphaera margerelii* (XPL, Sr, 217 Gj) Noël, 1965.

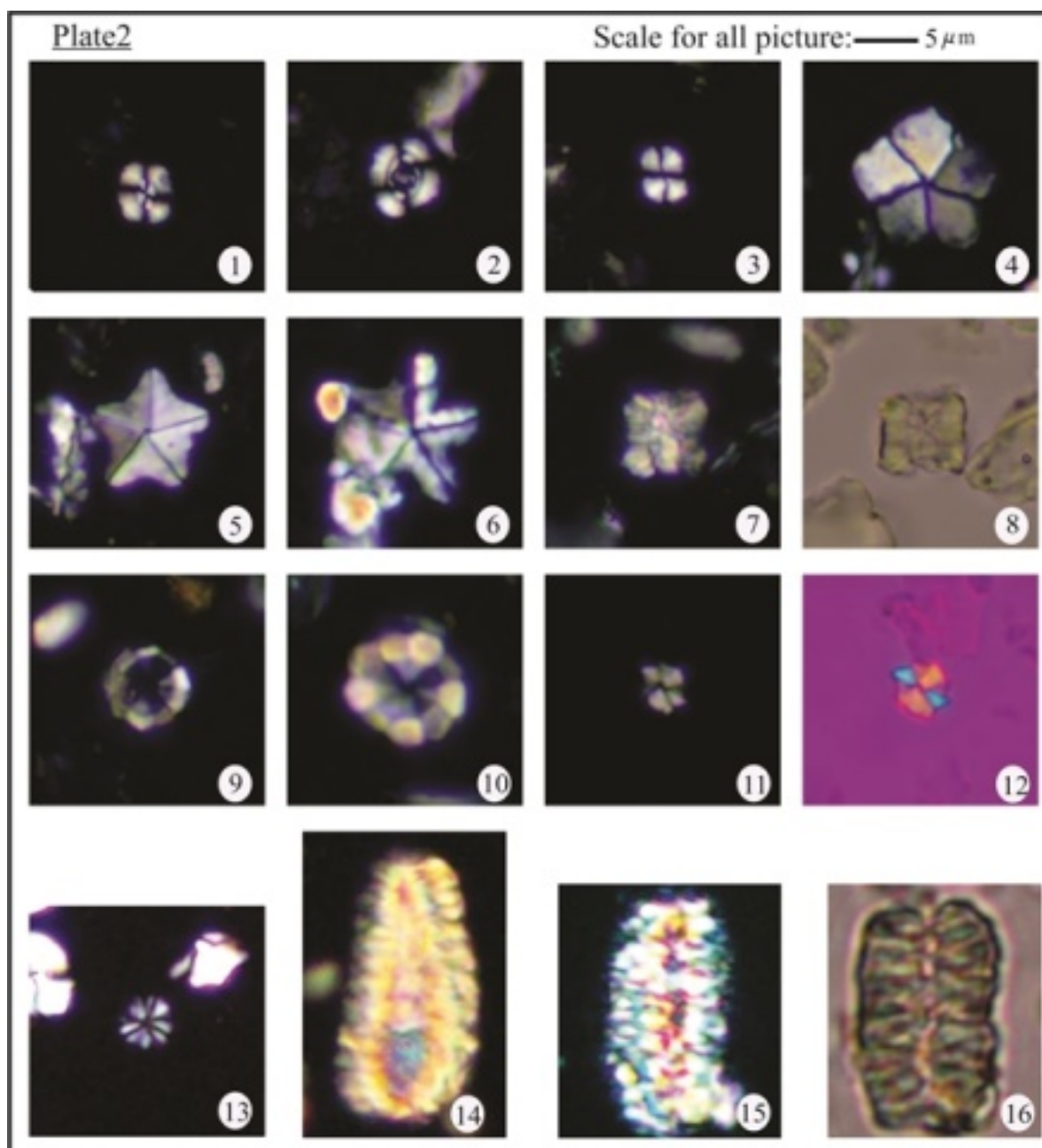


Plate 2, XPL: Cross Polarised Light , PPL: Plane Polarised Light, Sr: Sangane Formation, Sn: Sangane Formation, Gz: Galeh jekh section, Ya: Yazdanabad section; 1- Watznaueria barnesiae (XPL, Sn, 195 Ya) (Black in Black & Barnes 1959) Perch-Nielsen, 1968; 2- Watznaueria britannica (XPL, Sn, 689 Gj) (Stradner 1963) Reinhardt, 1964; 3- Calculites percernis (XPL, Sr, 140 Ya) Jeremiah, 1996; 4- Braarudosphaera africana (XPL, Sr, 217 Gj) Stradner, 1961; 5- Micrantholithus obtusus (XPL, Sn, 195 Ya) Stradner, 1963; 6- Micrantholithus stellatus (XPL, Sr, 398 Gj) Aguado in Aguado et al. 1997; 7- Nannoconus quadriangulus (XPL, Sr, 242 Gj) Deflandre & Deflandre-Rigaud, 1962; 8- Nannoconus quadriangulus (PPL, Sr, 242 Gj) Deflandre & Deflandre-Rigaud, 1962; 9- Radiolithus planus (XPL, Sn, 197 Ya) Stover, 1966; 10- Eproolithus floralis (XPL, Sr, 345 Gj) (Stradner 1962) Stover, 1966; 11- Rucinolithus irregularis (XPL, Sr, 135 Ya) Thierstein, in Roth & Thierstein 1972; 12- Rucinolithus irregularis (PPL with $\frac{1}{4}$ AP, Sr, 135 Ya) Thierstein, in Roth & Thierstein (1972); 13- Phosterolithus prossii (XPL, Sn, 925 Gj) (Herrle & Mutterlose 2003) Aguado 2014; 14- Nannoconus kamptneri Brönnimann, 1955; (XPL, Sr, 119 Ya); 15- Nannoconus steinmannii Kamptner, 1931 (XPL, Sr, 22 Gj); 16- Nannoconus steinmannii (PPL, Sr, 22 Gj) Kamptner, 1931.

Archive of SID