

بررسی بیواستراتیگرافی نانوفسیل‌های آهکی سازندهای سرچشمه و سنگانه در غرب حوضه کپه‌داغ، برش چینه‌شناسی شیخ

اعظم ماهانی پور، استادیار، گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان*
انوشیروان لطفعلی کنی، استادیار، گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی

چکیده

حوضه رسوبی کپه‌داغ در شمال و شمال شرق ایران و در حدفاصل مرز ایران، ترکمنستان و افغانستان قرار دارد. در این حوضه، توالی‌های دریایی کرتاسه از گسترش و پراکندگی خوبی برخوردار هستند. سازندهای سرچشمه و سنگانه جز واحدهای رسوبی کرتاسه این حوضه هستند که بیشترین ضخامت این سازندها مربوط به قسمت‌های غربی حوضه کپه‌داغ می‌باشد. بررسی نانوفسیل‌های آهکی در برش شیخ (قسمت‌های غربی منطقه) به تشخیص ۸۴ گونه متعلق به ۳۵ جنس از ۱۶ خانواده منجر شد. بر اساس نانوفسیل‌های آهکی شاخص در برش مورد مطالعه، قسمت‌های فوقانی بیوزون *Watznaueria oblonga* Zone (NC5)، بیوزون *Chiastozygus litterarius* Zone (NC6) و قسمت‌های ابتدایی بیوزون *Rhagodiscus angustus* Zone (NC7A) در سازند سرچشمه و بیوزون *Rhagodiscus angustus* Zone (NC7A) در قسمت‌های ابتدایی سازند سنگانه تشخیص داده شده است. بر این اساس سن سازند سرچشمه در برش مورد مطالعه بازمین پسین - ابتدای آپتین پسین و سن سازند سنگانه ابتدای آپتین پسین - آپتین پسین پیشنهاد می‌شود.

کلید واژه‌ها: نانوفسیل‌های آهکی، حوضه رسوبی کپه‌داغ، سازند سرچشمه، سازند سنگانه، کرتاسه

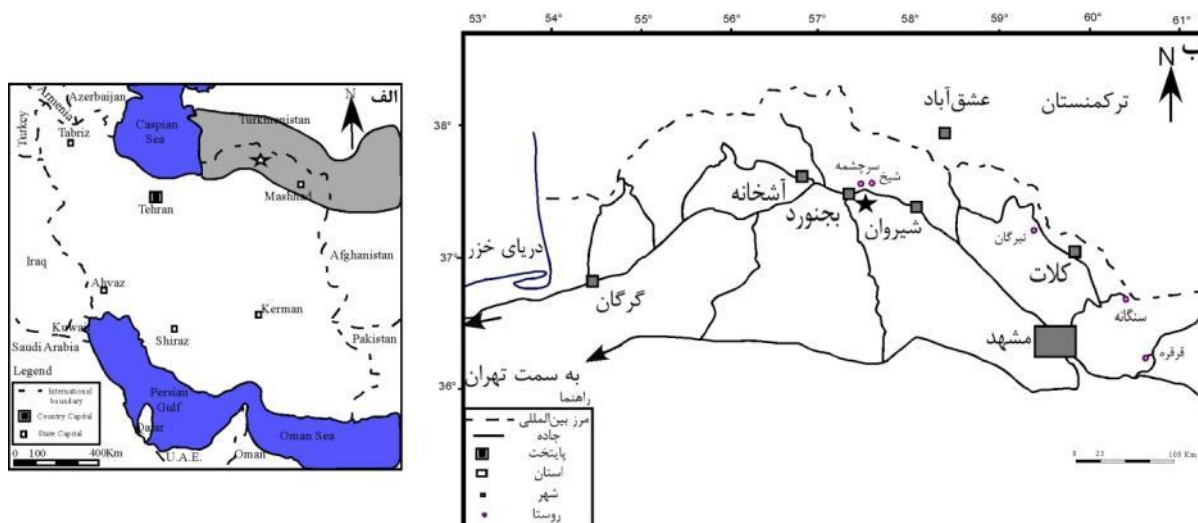
مقدمه

حوضه رسوبی کپه‌داغ در شمال و شمال خاوری ایران قرار دارد. در این حوضه رسوبات دوران‌های مزوزوئیک و سنوزوئیک ضخامتی بالغ بر هشت هزار متر دارند. نهشته‌های دوره کرتاسه این حوضه نیز از ضخامت نسبتاً بالایی برخوردار هستند و جز یکی از کامل‌ترین توالی‌های کرتاسه در ایران محسوب می‌شوند (افشارحرب ۱۳۷۳). نهشته‌های کرتاسه پایینی این حوضه شامل سازندهای شوربجه، تیرگان، سرچشمه، سنگانه و آیتامیر و نهشته‌های کرتاسه بالایی شامل سازندهای آبدراز، آب‌تلخ، نیزار و کلات می‌باشند. تاکنون مطالعات متعددی بر روی رسوبات کرتاسه این حوضه در ایران صورت گرفته است (برای مثال، افشار حرب ۱۳۷۱؛ رئیس‌السادات ۱۳۸۸؛ هادوی و بدافی ۱۳۸۵؛ رحمتی فاروجی و موسوی‌نیا ۱۳۹۰). در این مطالعه سازندهای سرچشمه و سنگانه از نقطه نظر نانوفسیل‌های آهکی مورد بررسی قرار گرفته است. نانوفسیل‌های آهکی یکی از دقیق‌ترین ابزارهای بیوستراتیگرافی جهت تعیین سن و تطابق لایه‌های رسوبی هستند (Bown and Young 1998). از جمله مطالعاتی که بر روی نانوفسیل‌های آهکی سازندهای سرچشمه و سنگانه صورت گرفته است می‌توان به مطالعات انجام شده توسط هادوی و شگری (۱۳۸۵)، خدادی و هادوی (۱۳۹۱) بر روی سازند سرچشمه و مرز آن با سازند تیرگان، هادوی و بدافی (۱۳۸۸، ۱۳۸۵) بر روی سازند سنگانه و ماهانی‌پور و همکاران (۱۳۹۱، ۱۳۹۰) و همکاران (Mahanipour et al. 2011) بر روی سازندهای سرچشمه و سنگانه اشاره کرد، اما در قسمت‌های غربی این حوضه مطالعات کمتری بر روی این دو سازند صورت گرفته است. در این مطالعه سازندهای سرچشمه و سنگانه در غرب حوضه رسوبی کپه‌داغ (برش شیخ) مورد بررسی قرار گرفته تا بتوان سن دقیق این دو

سازند را در این برش مشخص کرد.

موقعیت و زمین‌شناسی ناحیه مورد مطالعه

برش مورد مطالعه در ۲۵ کیلومتری شمال شرقی بجنورد و در مجاورت روستای سرچشمه واقع شده است. دسترسی به برش چینه‌شناسی مورد مطالعه از طریق جاده آسفالتی بجنورد- شیروان امکان‌پذیر است. در این برش سازندهای سرچشمه و سنگانه از رخنمون خوبی برخوردار هستند. مختصات جغرافیایی قاعده برش چینه‌شناسی مورد مطالعه عبارتست از طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی. در این برش مجموع ضخامت سازندهای سرچشمه و سنگانه ۱۲۹۷ متر می‌باشد که ضخامت سازند سرچشمه ۷۶۴ متر و ضخامت سازند سنگانه ۵۳۳ متر است. در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه سازند سرچشمه به طور غالب از مارن‌های خاکستری تا کرم در قسمت‌های تحتانی و تناوب مارن خاکستری و شیل‌های خاکستری تیره در قسمت‌های فوقانی تشکیل شده است. سازند سنگانه نیز به طور غالب از شیل خاکستری تیره و شیل سیلتی خاکستری همراه با میان لایه‌هایی از سنگ‌آهک، سیلتستون و ماسه‌سنگ تشکیل شده است. سازند سرچشمه به صورت همساز بر روی سازند تیرگان قرار دارد و سازند سنگانه نیز به صورت همساز توسط سازند آیتامیر پوشیده شده است. مرز بین دو سازند سرچشمه و سنگانه نیز همساز می‌باشد که با یک لایه آهکی مشخص در راس سازند سرچشمه مشخص می‌شود. سازند سنگانه نیز با لیتولوژی شیلی خود به صورت شاخص بر روی سازند سرچشمه قرار گرفته است. موقعیت برش مورد مطالعه در شکل ۱ نمایش داده شده است.



شکل ۱- الف) موقعیت جغرافیایی حوضه رسوبی کپه‌داغ در ایران و کشورهای همسایه، برگرفته از بربریان و کینگ (Berberian and King 1981) با تغییرات؛ ب) موقعیت برش مورد مطالعه (برش شیخ) در منطقه کپه‌داغ در ایران (برگرفته از افشار حرب ۱۳۷۳، با تغییرات). ج

۲۰۰۰ استفاده شد. برای انجام مطالعه بیواستراتیگرافی نانوفسیل‌های آهکی در اسلایدهای مورد مطالعه نیز بر اساس میزان فراوانی جنس و گونه‌ها، ۳ تا ۵ ردیف مطالعه شد. در اسلایدهای کم فسیل کل اسلاید مورد بررسی قرار گرفت.

حفظ‌شدگی نانوفسیل‌های آهکی

جهت تعیین میزان حفظ‌شدگی نانوفسیل‌های آهکی، از الگوی معرفی شده توسط روث (Roth 1973) استفاده شد. بر اساس الگوی روث (Roth 1973) شواهد مربوط به میزان انحلال (Etching) و رشد ثانویه (Over growth) به خوبی در نمونه‌ها قابل مشاهده می‌باشد. به طور کلی میزان حفظ‌شدگی نانوفسیل‌های آهکی در سازند سرچشمه در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه ضعیف تا متوسط و در سازند سنگانه ضعیف است.

زیست‌چینه‌نگاری نانوفسیل‌های آهکی

بیوزوناسیون نانوفسیل‌های آهکی در محدوده زمانی بارمین-آپتین در حوضه تتیس توسط مانیویت (Manivit 1971)، تیرستین (Thierstein 1971; 1973)، سیسینگ (Sissingh 1977)،

روش‌های آماده‌سازی و مطالعه

جهت انجام مطالعه نانوفسیل‌های آهکی در برش مورد مطالعه تعداد کل ۲۵۵ نمونه از سازندهای سرچشمه (۱۴۱ نمونه) و سنگانه (۱۱۴ نمونه) با فاصله تقریبی ۵ متر برداشت شد. جهت برداشت نمونه‌های تازه و فاقد هوازدگی، نمونه‌برداری از عمق تقریبی ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متری صورت گرفت. نمونه‌های برداشت شده به دو روش ۱- ته‌نشست ثقلی بون و یانگ (Bown and Young 1998) و ۲- روش اسمیر اسلاید (Perch-Nielsen 1985) آماده‌سازی شد و سپس با میکروسکوپ نوری المپوس مدل BX51 با بزرگنمایی ۱۶۰۰ و ۲۰۰۰ مورد مطالعه قرار گرفت. لازم به ذکر است که نمونه‌های آماده شده به روش اسمیر اسلاید دارای تجمع دست نخورده‌ای از نانوفسیل‌های آهکی هستند بنابراین جهت انجام مطالعات بیواستراتیگرافی از دقت بالاتری برخوردار هستند. همچنین در نمونه‌هایی که به روش ثقلی آماده می‌شوند نانوفسیل‌های آهکی از پراکندگی بهتری برخوردار بوده و جهت انجام مطالعات پالئوآکولوژی بیشتر استفاده می‌شوند. جهت تهیه عکس از نمونه‌های مورد مطالعه نیز از دوربین دیجیتال المپوس مدل color view II و بزرگنمایی

آهکی موجود در برش مورد مطالعه در سازندهای سرچشمه و سنگانه و همخوانی آنها با الگوهای استاندارد جهانی در شکل ۲ نمایش داده شده است. بر اساس اولین و آخرین حضور گونه‌های نانوفسیلی ثبت شده در سازندهای سرچشمه و سنگانه برش مورد مطالعه، بیوزون‌های نانوفسیلی به ترتیب از قاعده تا رأس برش مورد مطالعه عبارتند از ۱- بیوزون نانوفسیلی *Watznaueria oblonga* Zone (NC5)، ۲- بیوزون نانوفسیلی *Chiastozygus litterarius* Zone (NC6) و ۳- بیوزون نانوفسیلی *Rhagodiscus angustus* Zone (NC7).

روث (Roth 1978)، پرک‌نیلسون (Perch-Nielsen 1979) و برالوئر و همکاران (Bralower et al. 1993; 1995) پیشنهاد شده است. با توجه به عدم حضور جنس و گونه‌های شاخص بیوزوناسیون جهانی سیسینگ (Sissingh 1977) در برش مورد مطالعه، بیوزوناسیون روث (Roth 1978) که توسط برالوئر و همکاران (Bralower et al. 1993, 1995) در آن تغییراتی داده شده، مورد استفاده قرار گرفت. برای تعیین بیوزون‌ها از اولین حضور (FO) و آخرین حضور (LO) گونه‌های شاخص نانوفسیلی استفاده شد. اولین و آخرین حضور نانوفسیل‌های

Age	Roth (1978)		Sissingh (1977)		Nannofossil zones	Nannofossil events	Formation	
						This study		
Albian		NC8		CC8		Not Zone	Aitamir Fm.	
Aptian	? Late Aptian	NC7C	↑ <i>Prediscosphaera columnata</i>		↑ <i>Prediscosphaera columnata</i>	?	Sanganeh Formation	
		NC7B	↑ <i>Rhagodiscus achylostaurion</i>	CC7B		? NC7B,C		
		NC7A	↓ <i>Micrantholithus</i> spp.		↓ <i>Micrantholithus</i> spp.			↓ <i>Micrantholithus</i> spp.
	Early Aptian	NC6	↑ <i>Eprolithus floralis</i>	CC7A	↑ <i>Eprolithus floralis</i>	NC7A	↑ <i>Eprolithus floralis</i>	Sarcheshmeh Fm.
				NC6	↑ <i>Rhagodiscus angustus</i>			
Hauterivian-Barremian	L. Barr emian	NC5e,d	↑ <i>Rucinolithus irregularis</i>	CC6	↑ <i>Chiastozygus litterarius</i>	NC5	↑ <i>Rucinolithus irregularis</i>	Sarcheshmeh Fm.
	L. Hauterivian	NC5a,b,c	↓ <i>Calcicalathina oblongata</i>	CC5	↓ <i>Calcicalathina oblongata</i>			
	E. Hauterivian	NC4	↓ <i>Crucellipsis cuvillieri</i>	CC4b	↓ <i>Speetonia colligata</i>		Not Zone	Tirgan Formation

شکل ۲- بیوزون‌های نانوفسیلی موجود در سازندهای سرچشمه و سنگانه برش مورد مطالعه و مقایسه آن با بیوزون‌های استاندارد جهانی نانوفسیل‌های آهکی در عرض‌های جغرافیایی پایین تا متوسط.

محدوده زمانی این بیوزون آپتین پسین است. در برش شیخ *Prediscosphaera columnata* ثبت نشده است، اما آخرین حضور گونه‌های *Micrantholithus spp.* تا ضخامت ۸۱۶ متری برش (ضخامت ۵۲ متری قاعده سازند سنگانه) ثبت شده است، لذا از ضخامت ۶۴۷ متری تا ضخامت ۸۱۶ متری برش به زیر زون NC7A تعلق دارد. از ضخامت ۸۱۶ تا ۱۲۳۰ متری برش (از ضخامت ۵۲ متری سازند سنگانه تا انتهای این سازند) هیچ حادثه نانوفسیلی شاخصی ثبت نشده است، لذا امکان تعیین سن بر اساس نانوفسیلی های آهکی در این قسمت وجود ندارد و تنها بر اساس موقعیت چینه‌شناسی ادامه زیر زون نانوفسیلی NC7 در نظر گرفته شده و سن؟ آپتین پسین برای آن پیشنهاد می‌شود. در شکل ۳ انتشار و پراکندگی نانوفسیلی های آهکی موجود در سازندهای سرچشمه و سنگانه برش شیخ نشان داده شده و تصویر تعدادی از جنس و گونه‌های نانوفسیلی نیز در تابلوهای ۱ و ۲ نمایش داده شده است.

بحث

سازندهای سرچشمه و سنگانه در حوضه رسوبی کپه‌داغ در ایران از گسترش و پراکندگی خوبی برخوردار هستند. تاکنون بر اساس گروه‌های مختلف فسیلی، مطالعاتی بر روی سازندهای سرچشمه و سنگانه صورت گرفته (برای مثال، خسروی‌قار و قاسمی‌نژاد ۱۳۸۵؛ هادوی و شگری ۱۳۸۵؛ رئیس‌السادات ۱۳۸۸؛ هادوی و بدافی ۱۳۸۸؛ رحمتی فاروجی و موسوی‌نیا ۱۳۹۰) که موید ضخامت و سن‌های متفاوت برای این سازند در قسمت‌های مختلف حوضه (از شرق به غرب) می‌باشد. با توجه به نحوه رسوب‌گذاری در قسمت‌های مختلف حوضه (نواحی کم‌عمق و عمیق حوضه) و تأثیر گسل‌هایی که همزمان با رسوب‌گذاری فعال بوده‌اند (افشار حرب ۱۳۷۳)، ضخامت‌های متفاوتی از این سازند در قسمت‌های مختلف برجای گذاشته شده است. در برش شیخ سازند سرچشمه ۷۶۴ متر و سازند سنگانه ۵۳۳ متر می‌باشد. با توجه به اینکه

بیوزون نانوفسیلی *Watznaueria oblonga* Zone (NC5)

این بیوزون از آخرین حضور گونه *Cruciolithus cuvillieri* تا اولین حضور گونه *Rucinolithus irregularis* تعریف شده است. این بیوزون توسط روث (Roth 1978) تعریف شده و پس از آن توسط برالوئر و همکاران (Bralower et al. 1993) در آن تغییراتی داده شده است و محدوده زمانی آن مربوط به بارمین پسین است. در برش مورد مطالعه آخرین حضور گونه *Cruciolithus cuvillieri* ثبت نشده، اما اولین حضور گونه *Rucinolithus irregularis* در ضخامت ۲۹۱ متری ثبت شده، لذا این بیوزون از ابتدای برش تا ضخامت ۲۹۱ متری تعریف شده که در شکل ۳ نمایش داده شده است.

بیوزون نانوفسیلی *Chiastozygus litterarius* Zone (NC6)

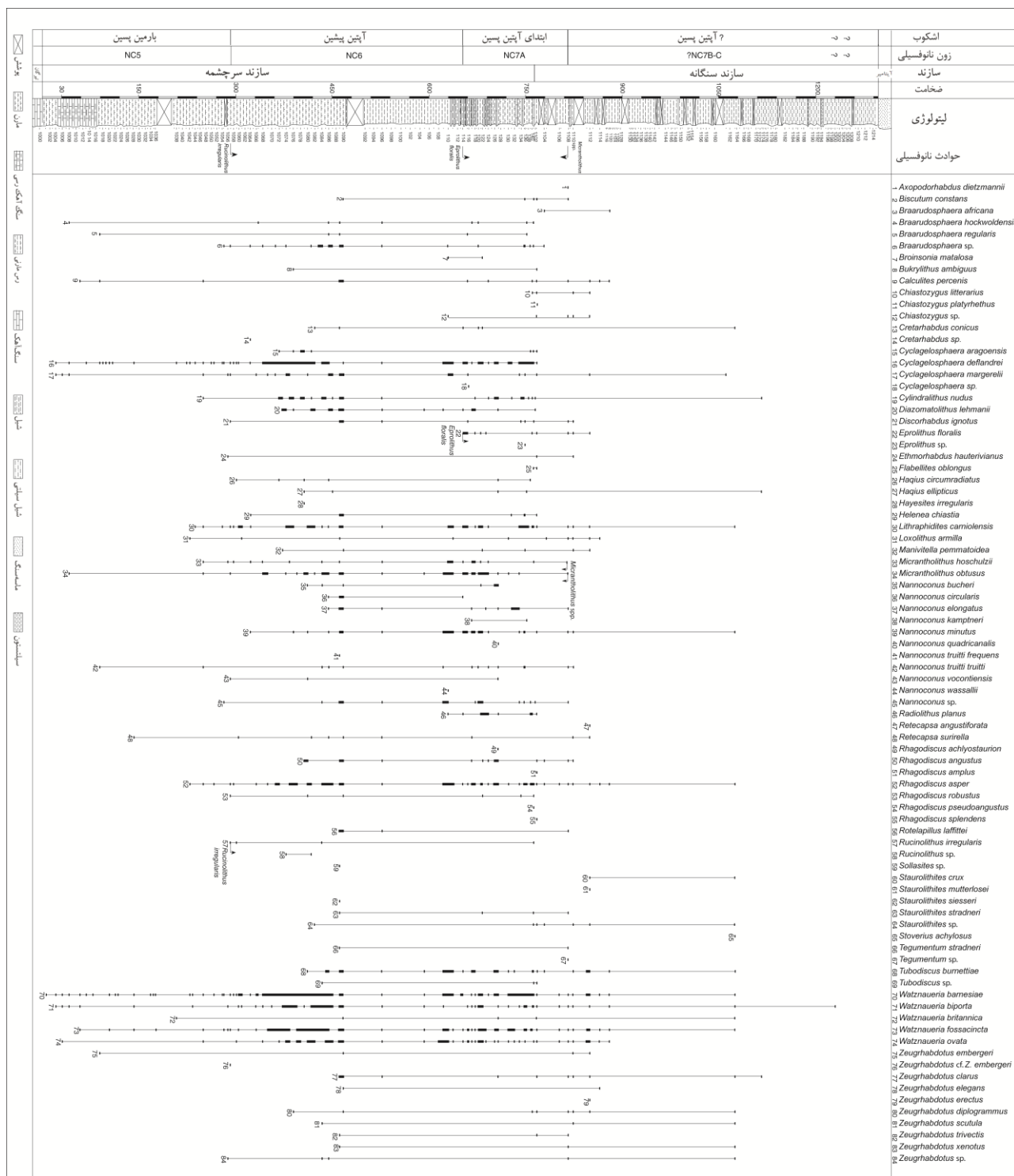
این بیوزون از اولین حضور گونه *Rucinolithus irregularis* تا اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* را شامل می‌شود. این بیوزون توسط روث (Roth 1973) تعریف شده است و سپس توسط برالوئر و همکاران (Bralower et al. 1993) در آن تغییراتی داده شده است. محدوده زمانی این بیوزون آپتین پیشین است. در برش مورد مطالعه اولین حضور گونه *Rucinolithus irregularis* در ضخامت ۲۹۱ متری و اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* در ضخامت ۶۴۷ متری برش ثبت شده است، لذا از ضخامت ۲۹۱ متری تا ۶۴۷ متری به زون NC6 تعلق دارد که در شکل ۳ قابل مشاهده است.

بیوزون نانوفسیلی *Rhagodiscus angustus* (NC7)

این بیوزون از اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* تا اولین حضور گونه *Prediscosphaera columnata* را شامل می‌شود. در این بیوزون، زیرزون NC7A قرار دارد که از اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* تا آخرین حضور گونه‌های *Micrantholithus spp.* می‌باشد. این بیوزون توسط روث (Roth 1978) تعریف شده و سپس توسط برالوئر و همکاران (Bralower et al. 1993) در آن تغییراتی داده شده است.

بررسی نانوفسیل‌های آهکی این دو سازند از این بیوزوناسیون استفاده شده است.

در سازندهای فوق شاخص‌های زونی مربوط به بیوزوناسیون جهانی روث (Roth 1978) بهتر قابل مشاهده هستند، لذا جهت



شکل ۳- جدول پراکندگی نانوپلانکتون‌های آهکی و زیست‌زون‌بندی بر مبنای گونه‌های شاخص نانوفسیلی در برش شیخ.

برش شیخ واقع در قسمت‌های غربی حوضه رسوبی کپه‌داغ که بخشی از قلمرو تیس بوده، بیانگر ثبت بیوزون‌های جهانی روث (Roth 1978) در این سازندها می‌باشد. بر اساس مطالعات نانوفسیلی صورت گرفته، قسمت‌های فوقانی بیوزون *Watznaueria oblonga* Zone (NC5)، *Chiastozygus litterarius* Zone (NC6) و قسمت‌های ابتدایی بیوزون *Rhagodiscus angustus* Zone (NC7A) در سازند سرچشمه و قسمت‌های انتهایی بیوزون *Rhagodiscus angustus* Zone (NC7A) در ۵۲ متر ابتدایی سازند سنگانه ثبت شده است. بر اساس بیوزون‌های نانوفسیلی موجود سن سازند سرچشمه بارمین پسین - ابتدای آپتین پسین و سن سازند سنگانه ابتدای آپتین پسین - ؟آپتین پسین در نظر گرفته شده است. با توجه به حفظ‌شدگی ضعیف نانوفسیل‌های آهکی و عدم حضور گونه‌های شاخص از ضخامت ۵۲ متری سازند سنگانه تا انتهای این سازند، سن این قسمت تنها با علامت سؤال به ؟آپتین پسین نسبت داده شده است.

منابع

افشارحرب، ع.، ۱۳۷۳، زمین‌شناسی ایران، زمین‌شناسی کپه‌داغ: سازمان زمین‌شناسی کشور، ۲۷۵ ص.

خدادی، ل. و ف. هادوی، ۱۳۹۱، نانوستراتیگرافی و پالئوآکولوژی گذر سازندهای تیرگان و سرچشمه در دو برش مزدوران و طاهرآباد (شرق حوضه کپه‌داغ): نشریه علمی-پژوهشی رخساره‌های رسوبی، جلد ۵ (۲)، ص ۱۹۶-۲۱۰.

خسروی‌القار، ا. و ا. قاسمی‌نژاد، ۱۳۸۵، بررسی شرایط محیطی در طی رسوب‌گذاری سازند سنگانه در برش قلعه‌نو (شرق کپه‌داغ) با استفاده از محتوای مواد ارگانیکی (ارگانوفاسیس): دهمین انجمن زمین‌شناسی ایران. ص ۱۵۸۶-۱۵۷۵.

رحمتی فاروجی، س. و ع. موسوی‌نیا، ۱۳۹۰، بیواستراتیگرافی بخش فوقانی سازند سنگانه بر مبنای آمونیت‌ها در برش شیخ، غرب کپه‌داغ:

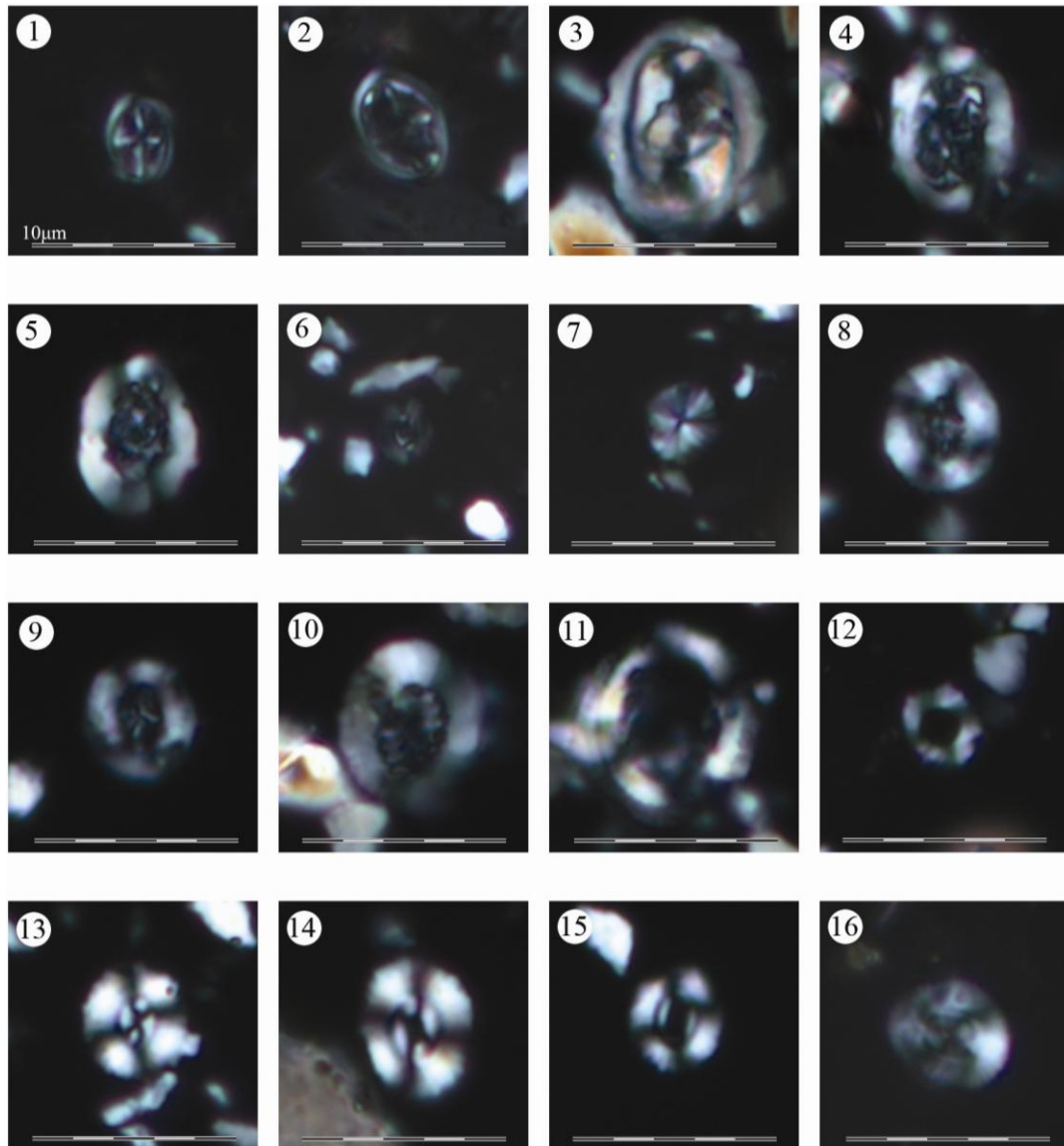
بررسی نانوفسیل‌های آهکی در برش مورد مطالعه بیانگر ثبت اولین حضور گونه *Rucinolithus irregularis* در ضخامت ۲۹۱ متری سازند سرچشمه می‌باشد. با توجه به حضور گونه‌های نانوفسیلی موجود از ابتدای برش مورد مطالعه و عدم ثبت گونه‌هایی از قبیل *Calcicalathina oblongata*، *Cruciellopsis* و *Lithraphidites bollii* و همچنین با توجه به اینکه اولین حضور گونه *Rucinolithus irregularis* که به عنوان شاخص مرز بارمین / آپتین در نظر گرفته شده، در ضخامت ۲۹۱ متری ثبت شد، لذا از ابتدای سازند سنگانه تا ضخامت ۲۹۱ متری به بارمین پسین تعلق دارد. در برش فوق به دنبال این حادثه نانوفسیلی، اولین حضور گونه *Eprolithus floralis* در ضخامت ۶۴۷ متری سازند سرچشمه ثبت شد، بنابراین از ضخامت ۲۹۱ متری تا ۶۴۷ متری سازند سرچشمه مربوط به زمان آپتین پیشین می‌باشد. در این برش در قسمت‌های فوقانی سازند سرچشمه و کل سازند سنگانه اولین حضور گونه *Prediscosphaera columnata* ثبت نشد و آخرین حضور گونه‌های *Micrantholithus* spp. در ۵۲ متری قاعده سازند سنگانه ثبت شده است، لذا در این برش ۱۱۷ متر فوقانی سازند سرچشمه و ۵۲ متر قاعده سازند سنگانه به ابتدای آپتین پسین نسبت داده شده است. از ضخامت ۵۲ متری سازند سنگانه تا انتهای این سازند هیچ حادثه نانوفسیلی شاخصی در نمونه‌ها ثبت نشده که به علت حفظ‌شدگی ضعیف نانوفسیل‌های آهکی می‌باشد. بنابراین تعیین سن دقیق این قسمت بر اساس نانوفسیل‌های آهکی امکان‌پذیر نمی‌باشد. با توجه به اینکه هیچ نوع ناپیوستگی در این قسمت از برش ثبت نشده لذا این قسمت از برش تنها بر اساس موقعیت چینه‌شناسی ادامه بیوزون نانوفسیلی NC7؟ در نظر گرفته شد و سن ؟آپتین پسین به آن داده شد. لازم به ذکر است که در ۶۷ متر فوقانی سازند سنگانه هیچ نانوفسیلی در اسلایدها دیده نشده است.

نتیجه

بررسی نانوفسیل‌های آهکی سازندهای سرچشمه و سنگانه در

- Biostratigraphy: Chapman and Hall, London, p. 16-28.
- Bralower, T.J., R.M. Leckie, W.V. Sliter, and H.R. Thierstein, 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*, v. 54, p. 65-79.
- Bralower, T.J., W.V. Sliter, M.A. Arthur, R.M. Leckie, D.J. Allard, and S.O. Schlanger, 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*, v. 77, p.5-37.
- Mahanipour, A., J. Mutterlose, A.L. Kani and M.H. Adabi, 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*, v. 32, p. 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*, v. 6, p. 223-272.
- Roth, P.H., 1973, Calcareous nannofossils - LEG 17 Deep Sea Drilling Project: Deep Sea Drilling Project, v. 17, p. 695-795.
- 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*, v. 44, p. 731-759.
- Sissingh, W., 1977, "Biostratigraphy of Cretaceous Calcareous Nannoplankton": *Geologie Mijnbouw*, v. 56, p. 37-49.
- Thierstein, H.R., 1971, Tentative Lower Cretaceous calcareous nannoplankton zonation: *Eclogae Geologicae Helveticae*, v. 64, p. 459-488.
- Thierstein, H.R., 1973, Lower Cretaceous Calcareous Nannoplankton Biostratigraphy: *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, v. 29, p. 1-52.
- پنجمین همایش تخصصی زمین‌شناسی، دانشگاه پیام‌نور مرکز ابهر.
- رئیس‌السادات، ن.، ۱۳۸۸، *بایوزوناسیون توالی بارمین بالای-آلبین پایینی بر مبنای آمونیت‌ها در حوضه کپه‌داغ، شمال شرق ایران: مجله علوم دانشگاه تهران، جلد ۳۵، ص ۸۷-۹۶.*
- ماهانی‌پور، ا.، ن. رئیس‌السادات، و ا. لطفعلی‌کنی، ۱۳۹۱، *بررسی رخداد غیرهوازی اقیانوسی آپتین پیشین بر اساس نانوفسیل‌های آهکی و آمونیت‌ها در غرب منطقه کپه‌داغ: مجله پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ش ۴۷، ص ۸۳-۹۶.*
- ماهانی‌پور، ا.، ا. لطفعلی‌کنی، م.ح. آدابی و ن. رئیس‌السادات، ۱۳۹۰، *نانوستراتیگرافی سازندهای سرچشمه و سنگانه در باختر منطقه کپه‌داغ (برش تکل‌کوه): فصلنامه علمی-پژوهشی علوم زمین ش ۷۹، ص ۸۳-۹۴.*
- هادوی، ف. و ف. بداقی، ۱۳۸۸، *نانواستراتیگرافی سازندهای سنگانه در برش مزدوران (کپه‌داغ): نشریه علمی-پژوهشی رخساره‌های رسوبی، جلد ۲ (۱)، ص ۱۱۵-۱۲۷.*
- هادوی، ف. و ف. بداقی، ۱۳۸۵، *بایوستراتیگرافی سازندهای سنگانه بر مبنای نانوپلانکتون‌های آهکی در مقطع امیرآباد و مزدوران: دهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس، ص ۲۰۶.*
- هادوی، ف. و م. شکری، ۱۳۸۵، *بایوستراتیگرافی سازندهای سرچشمه بر مبنای نانوپلانکتون‌های آهکی در برش آتسگان و امیرآباد (رشته کوه کپه‌داغ): دهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس، ص ۲۱۹.*
- Bown, P.R. and J.R. Young, 1998, Techniques. In: Bown, P.R., (Eds.), *Calcareous Nannofossil*

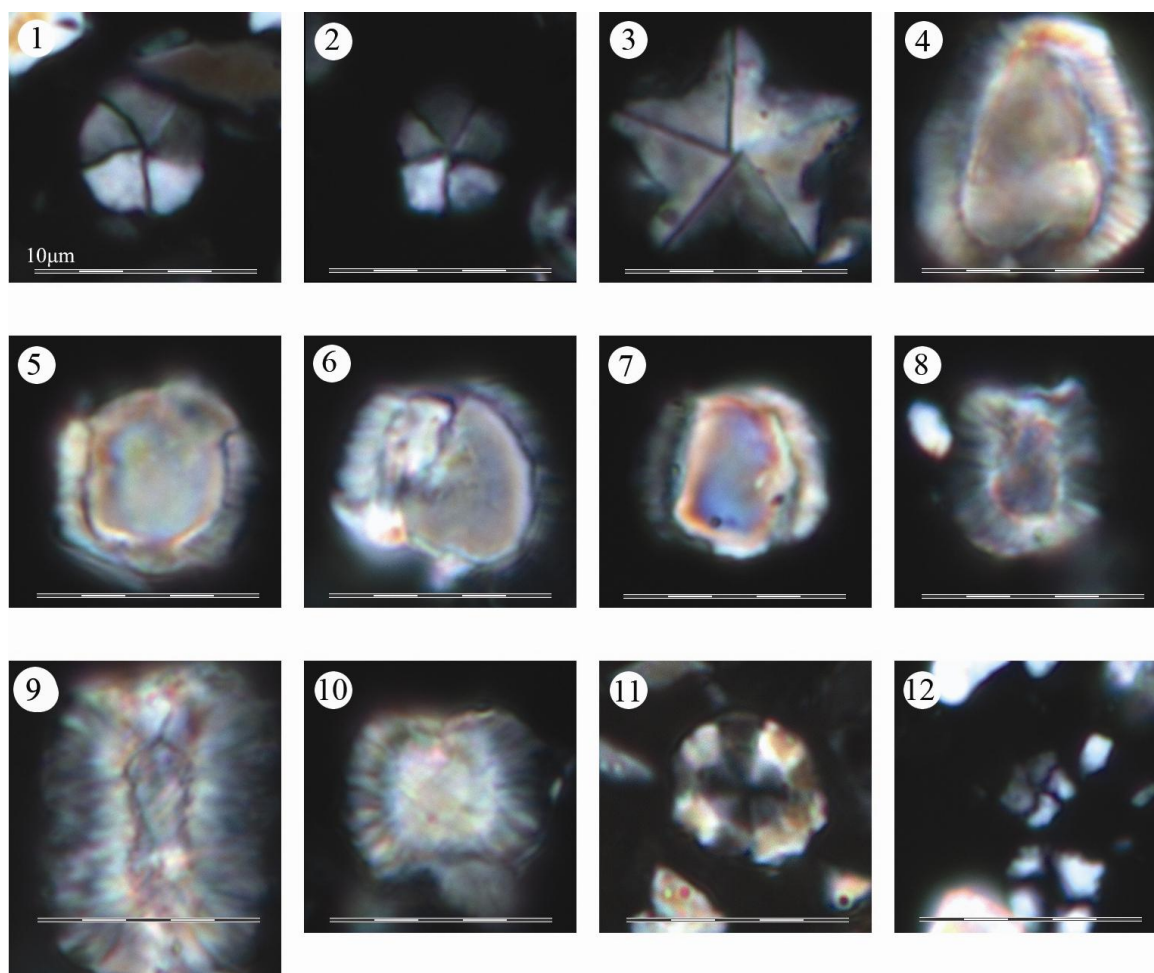
Plate 1



تابلو ۱- تصاویر میکروسکوپی از نانوفسیل‌های آهکی سازندهای سرچشمه و سنگانه در برش شیخ

Fig. 1- *Staurolithites stradneri* Rood et al. 1971 (SH1101, Sanganeh Formation) ; Fig. 2- (30° rotated) *Staurolithites stradneri* Rood et al. 1971 (SH 1108, Sanganeh Formation); Fig. 3- *Zeugrhabdotus embergeri* (Noël, 1958) Perch-Nielsen, 1984 (SH 1110, Sanganeh Formation); Figs. 4, 5- *Rhagodiscus asper* (Stradner, 1966) Reinhardt, 1967 (SH 126, Sarcheshmeh Formation); Fig. 6- *Biscutum constans* (Górka 1957) Black, 1959 (SH 1090, Sarcheshmeh Formation); Fig. 7- *Discorhabdus ignotus* (Gorka 1957) Perch-Nielsen, 1968 (SH 1089, Sarcheshmeh Formation); Fig. 8, 9- *Helenea chiasia* Worsley, 1971 (SH 1089, Sarcheshmeh Formation); Fig. 10- *Retecapsa surirella* (Deflandre and Fert 1954) Grün in Grün and Allemann, 1975 (SH 1086, Sarcheshmeh Formation); Fig. 11- *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre 1965) Thierstein, 1971 emend. Black, 1973 (SH 1073, Sarcheshmeh Formation); Fig. 12- *Diazomatolithus lehmanii* Noël, 1965 (SH 1074, Sarcheshmeh Formation); Fig. 13- *Watznaueria barnesae* (Black 1959) Perch-Nielsen, 1968 (SH 1112, Sanganeh Formation); Fig. 14- *Watznaueria fossacincta* (Black 1959) Perch-Nielsen, 1968 (SH 1114, sanganeh Formation); Fig. 15- *Watznaueria ovata* Bukry, 1969 (SH 1114, Sanganeh Formation); Fig. 16- *Haqius circumradiatus* (Stover 1966) Roth, 1978 (SH 127, Sarcheshmeh Formation); 2000X.

Plate 2



تابلو ۲- تصاویر میکروسکوپی از نانوفسیل‌های آهکی سازندهای سرچشمه و سنگانه در برش شیخ

Fig. 1- *Braarudosphaera hockwoldensis* Black, 1973 (SH 120, Sarcheshmeh Formation); Fig. 2- *Braarudosphaera* sp. (SH 1090, Sarcheshmeh Formation); Fig. 3- *Micrantholithus obtusus* Stradner, 1963 (SH 1090, Sarcheshmeh Formation); Fig. 4- *Nannoconus bucheri* Brönnimann, 1955 (SH 1080, Sarcheshmeh Formation); Fig. 5- *Nannoconus circularis* Deres and Achéritéguy, 1980 (SH 1086, Sarcheshmeh Formation); Fig. 6, 7- *Nannoconus globulus* Brönnimann, 1955; (SH 1086, Sarcheshmeh Formation) Fig. 8- *Nannoconus truitti truitti* Brönnimann, 1955 (SH 1084, Sarcheshmeh Formation); Fig. 9- *Nannoconus elongatus* Brönnimann, 1955 (SH 1086, Sarcheshmeh Formation); Fig. 10- *Nannoconus truitti rectangularis* Deres and Achéritéguy, 1980 (SH 1089, Sarcheshmeh Formation); Fig. 11- *Eprolithus floralis* (Stradner 1962) Stover, 1966 (SH 115, Sarcheshmeh Formation); Fig. 12. *Rucinolithus irregularis* Thierstein in Roth and Thierstein, 1972 (SH 1101, Sanganeh Formation); 2000X.