

بررسی رخداد غیرهوازی اقیانوسی آپتین پیشین بر اساس نانوفسیل‌های آهکی و آمونیت‌ها در غرب منطقه کپه‌داغ

اعظم ماهانی‌پور، استادیار گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید باهنر کرمان*
سید ناصر رئیس‌السادات، استادیار گروه زمین‌شناسی دانشگاه بیرجند
انوشیروان لطفعلی‌کنی، استادیار گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی

چکیده

نانوفسیل‌های آهکی و آمونیت‌ها در سازندهای سرچشمه و سنگانه برش تکل کوه واقع در قسمت‌های غربی حوضه رسوبی کپه‌داغ مورد مطالعه و بررسی قرار گرفتند. در برش مورد بررسی بیوزون‌های آمونیتی *Heteroceras spp.* *Deshayesites weissi Zone*، *Deshayesites oylanlensis*، *Martelites securiformis Zone* و قسمت‌های تحتانی بیوزون آمونیتی *Deshayesites deshayesi Zone* در لایه‌های مربوط به سازند سرچشمه و قسمت‌های میانی و فوقانی بیوزون آمونیتی *Deshayesites deshayesi Zone* و بیوزون آمونیتی *Dufrenoyia sp. Zone* در لایه‌های مربوط به سازند سنگانه تشخیص داده شد. بر اساس بیوزون‌های آمونیتی موجود سن سازند سرچشمه بارمین پسین-آپتین پیشین و سن سازند سنگانه آپتین پیشین است. همچنین در این برش بیوزون‌های نانوفسیلی *Watznaueria oblonga* *Chiastozygus litterarius Zone (NC6)* و *Zone (NC5)* در سازند سرچشمه و قسمت فوقانی بیوزون نانوفسیلی *Chiastozygus litterarius Zone (NC6)* و بیوزون نانوفسیلی *Rhagodiscus angustus Zone (NC7A)* در سازند سنگانه مشخص گردید. بر اساس نانوفسیل‌های آهکی موجود سن سازند سرچشمه بارمین پسین-آپتین پیشین و سن سازند سنگانه آپتین پیشین-ابتدای آپتین پسین است. مطالعه نانوفسیل‌های آهکی بیانگر ثبت رخداد غیرهوازی اقیانوسی در سازند سنگانه (از ابتدای سازند سنگانه تا ضخامت ۵۰ متری) و در قسمت‌های فوقانی بیوزون نانوفسیلی *NC6* و قسمت‌های ابتدایی بیوزون نانوفسیلی *NC7A* است. آمونیت‌ها در این فاصله که بر اساس داده‌های مربوط به نانوفسیل‌های آهکی به رخداد غیرهوازی اقیانوسی نسبت داده شده، حضور ندارند اما در ابتدای رخداد غیرهوازی اقیانوسی (مرز سازندهای سرچشمه و سنگانه) حضور داشته که می‌توان از آنها برای تعیین سن رخداد غیرهوازی اقیانوسی استفاده کرد. آمونیت‌هایی که در قسمت‌های ابتدایی رخداد غیرهوازی اقیانوسی یافت شده‌اند عبارتند از: *Deshayesites cf. involutus*، *Deshayesites cf. consobrinoides* و *Deshayesites deshayesi*. این گونه‌های آمونیتی متعلق به بیوزون آمونیتی *Deshayesites deshayesi Zone* می‌باشند. بر اساس داده‌های فوق رخداد غیرهوازی اقیانوسی در بیوزون آمونیتی *Deshayesites deshayesi Zone* قابل ثبت است.

واژه‌های کلیدی: رخداد غیرهوازی اقیانوسی، آپتین، نانوفسیل‌های آهکی، آمونیت‌ها، حوضه رسوبی کپه‌داغ.

مقدمه

آپتین به عنوان زمان گرم‌شدگی جهانی شناخته شده است که آب و هوای کره زمین به شدت حالت گلخانه‌ای داشته و باعث تغییرات اساسی در سیستم اقیانوس و اتمسفر در مقیاس جهانی شده است (Larson and Erba 1999). این حالت با افزایش فشار گاز دی‌اکسیدکربن اتمسفر (Bernier et al. 1983)، افزایش درجه حرارت (Barron et al. 1995) و بالا آمدن نسبی سطح آب دریا (Haq et al. 1987) همراه بوده که همگی به فعالیت‌های گسترده آتشفشانی نسبت داده شده‌اند (Arthur et al. 1991; Bellanca et al. 2002; Heimhofer et al. 2004; Erba and Tremolada 2004). مهم‌ترین انعکاس این تغییرات محیطی پدیده‌ایست که رخداد غیرهوازی اقیانوسی ابتدای آپتین^۱ نامیده شده است (Menegatti et al. 1998; Leckie et al. 2002). این رخداد با تغییرات زیستی اساسی از جمله کاهش مشهود در نانوکونیدها (بحران نانوکونیدی، Erba 1994, 2004) و رودیست‌ها (Skelton 2003)، تاثیر بر تکامل رادیولرها (Erbacher et al. 1996) و کاهش تنوع فرامینیفراهای پلانکتون و رادیولرها (Premoli Silva et al. 1999) همراه بوده است. مطالعات انجام شده بیانگر این مطلب است که رخداد غیرهوازی اقیانوسی ابتدای آپتین در قسمت‌های فوقانی بیوزون نانوفسیلی *Chiastozygus litterarius* Zone (NC6) و قسمت‌های ابتدایی بیوزون نانوفسیلی *Rhagodiscus angustus* Zone (NC7A) ثبت است (Erba 2004). این رخداد در قسمت‌های تحتانی بیوزون فرامینیفری *Leupoldina cabri* Zone قابل ردیابی است (Bellanca et al. 2002; Ogg et al. 2004). همچنین این رخداد در بعضی نقاط دنیا در بیوزون آمونیتی *Deshayesites weissi* (Mutterlose 1998; Moreno-) و در بعضی از نقاط دنیا در (Bedmar et al. 2009)

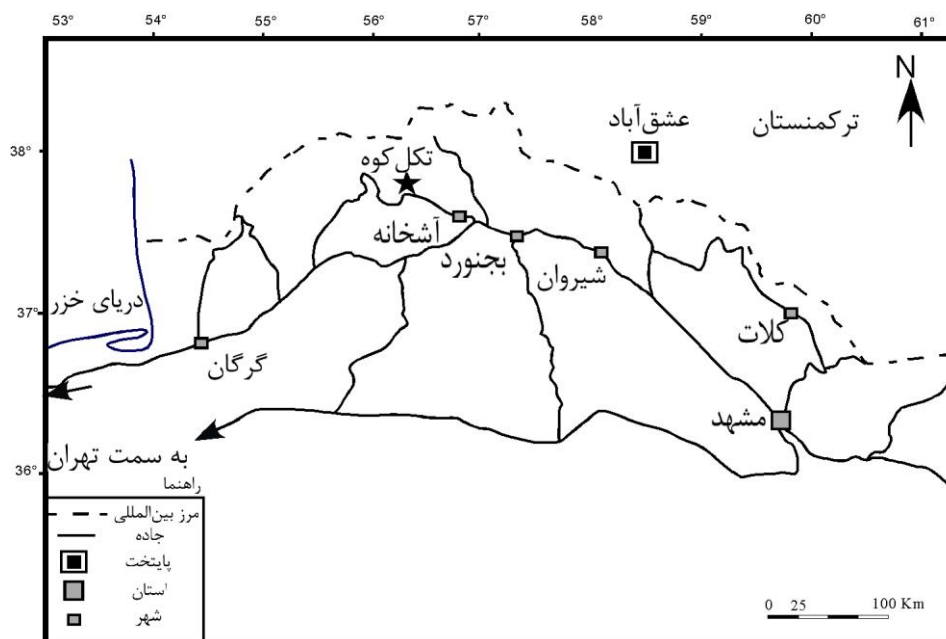
بیوزون آمونیتی *Deshayesites deshayesi* (Bereheret, 2005; Renard et al. 1995) گزارش شده است.

مطالعات متعددی بر روی نانوفسیل‌های آهکی (شکری ۱۳۷۹؛ دهقان ۱۳۸۱؛ هادوی و بدافی ۱۳۸۵؛ هادوی و شکری ۱۳۸۵، ماهانی‌پور و همکاران، ۱۳۹۰ و ماهانی‌پور و همکاران (Mahanipour et al. 2011)) و آمونیت‌های (Immel et al. 1997; Raisossadat 2004, 2006) رئیس‌السادات (۱۳۸۸) سازندهای سرچشمه و سنگانه صورت گرفته است. در سازندهای سرچشمه و سنگانه برش تکل کوه نانوفسیل‌های آهکی و آمونیت‌ها از پراکندگی و فراوانی نسبتاً خوبی برخوردار هستند، لذا در این تحقیق مجموعه نانوفسیلی و آمونیتی سازندهای فوق مورد بررسی قرار گرفته تا بتوان موقعیت دقیق رخداد غیرهوازی اقیانوسی را بر اساس نانوفسیل‌های آهکی و آمونیت‌ها در منطقه مورد مطالعه مشخص کرد.

موقعیت زمین‌شناسی برش مورد مطالعه

برش چینه‌شناسی مورد مطالعه (برش تکل کوه) با مختصات جغرافیایی ۳۷° ۴۳' و ۱۰' ۵۶" در قسمت‌های غربی حوضه رسوبی کپه‌داغ قرار دارد. این برش در ۷۰ کیلومتری غرب آشنخانه در نزدیکی جاده آشنخانه-مراوه‌تپه قرار دارد. در این برش سازندهای سرچشمه و سنگانه از ضخامت بسیار بالایی (۱۶۶۸ متر) برخوردار هستند که در آن سازند سرچشمه ۱۳۸۰ متر و سازند سنگانه ۲۸۸ متر ضخامت دارد. سازند سرچشمه به صورت همشیب بر روی سازند تیرگان قرار دارد. مرز بین سازندهای سرچشمه و سنگانه نیز همشیب است. مرز بالایی سازند سنگانه با سازند کلات به صورت ناپیوستگی زاویه‌دار می‌باشد. موقعیت برش تکل کوه در شکل ۱ نمایش داده شده است. در برش مورد مطالعه، سازند سرچشمه با لیتولوژی غالب مارن، سنگ‌آهک مارنی و سنگ‌آهک و سازند سنگانه با لیتولوژی غالب مارن و شیل مارنی رخنمون دارد.

¹ OAE 1a



شکل ۱- موقعیت برش تکل کوه (علامت ستاره) در منطقه کپه داغ در ایران (برگرفته از افشارحرب ۱۳۷۳ با تغییرات).

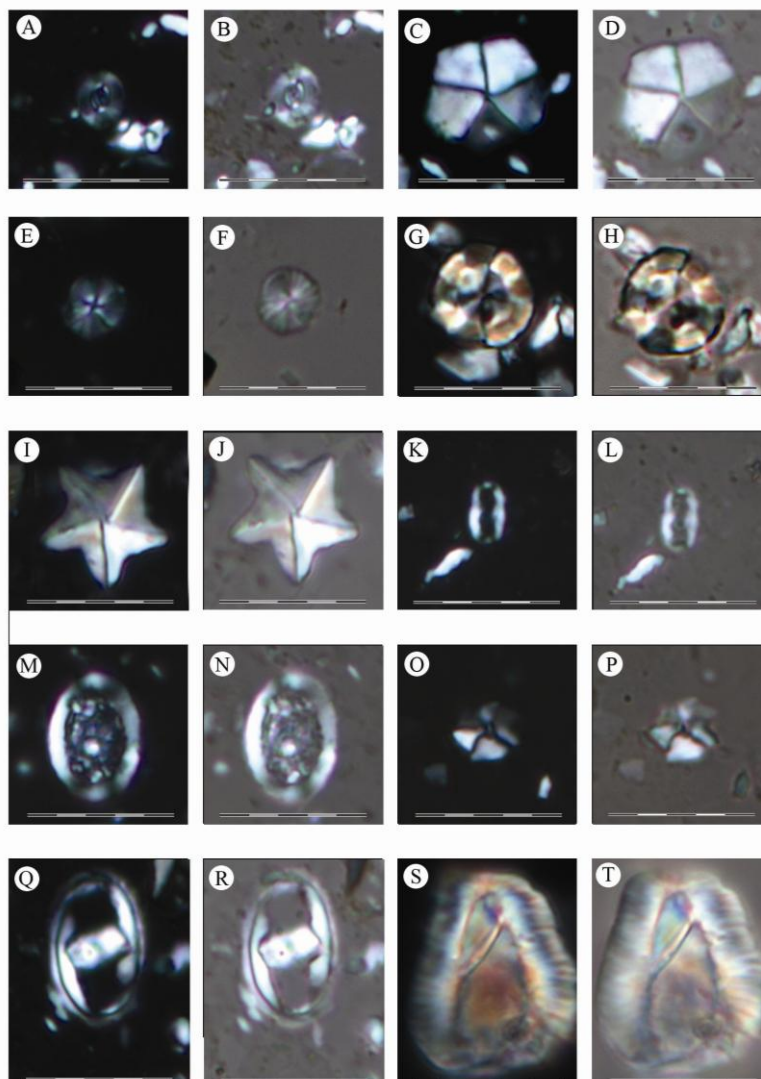
نتایج

نانوفسیل های آهکی

این بررسی بیانگر نبود نانوکونیدها از ابتدای سازند سنگانه تا ضخامت تقریبی ۵۰ متری این سازند است، درحالیکه سایر جنس و گونه های نانوفسیلی از قبیل *Watznaueria barnesae/Watznaueria Biscutum*، *Rhagodiscus asper fossacincta* گونه های مختلف جنس *Zeugrhabdotus* و اشکال پنتالیت از قبیل *Micrantholithus* و *Braarudosphaera* حضور داشته اند. از ضخامت ۵۰ متری نانوکونیدها ظاهر شده و با فراوانی خوبی تا انتهای سازند دیده شده اند (Mahanipour et al. 2011). تصاویر برخی گونه های شاخص نانوفسیلی در شکل ۲ نمایش داده شده است.

بر اساس نانوفسیل های آهکی موجود در برش تکل کوه، از ابتدای سازند سرچشمه تا ضخامت تقریبی ۵۷۵ متری، متعلق به بیوزون نانوفسیلی *Watznaueria oblonga* Zone (NC5) (بارمین پسین) است. از ضخامت ۵۷۵ تا ۱۴۱۰ متری، مربوط به بیوزون نانوفسیلی *Chiastozygus litterarius* Zone (NC6) (آپتین پیشین) می باشد و از ضخامت ۱۴۱۰ متری تا انتهای برش، به بیوزون نانوفسیلی *Rhagodiscus angustus* Zone (NC7A) (ابتدای آپتین پسین) تعلق دارد (ماهانی پور و همکاران ۱۳۹۰؛ Mahanipour et al. 2011).

با توجه به حفظ شدگی و فراوانی خوب نانوفسیل های آهکی در سازند سنگانه برش تکل کوه، نانوفسیل های آهکی در سازند فوق الذکر از نظر پالئوآکولوژی و آماری مورد بررسی قرار گرفته است (Mahanipour et al.).



شکل ۲- تصویر تعدادی از جنس و گونه‌های نانوفسیلی در سازندهای سرچشمه و سنگانه برش مورد بررسی.

A, B. *Biscutum constans* (Górka 1957) Black 1959, A (XPL), B (PPL), 2000x; C, D. *Braarudosphaera hockwoldensis* Black, 1973, C (XPL), D (PPL), 2000x; E, F. *Discorhabdus ignotus* (Gorka 1957) Perch-Nielsen, 1968, E (XPL), F (PPL), 2000x; G, H. *Eprolithus floralis* (Stradner 1962) Stover, 1966, G (XPL), H (PPL), 2000x; I, J. *Micrantholithus obtusus* Stradner, 1963, I (XPL), J (PPL), 2000x; K, L. *Rhagodiscus angustus* (Stradner 1963) Reinhardt, 1971, K (XPL), L (PPL), 2000x; M, N. *Rhagodiscus asper* (Stradner 1966) Reinhardt, 1967. M (XPL), N (PPL), 2000x; O, P. *Rucinolithus irregularis* Thierstein in Roth and Thierstein, 1972, O (XPL), P (PPL), 2000x; Q, R. *Zeugrhabdotus embergeri* (Noël 1958) Perch-Nielsen, 1984. Q (XPL), R (PPL), 2000x; S, T. - *Nannoconus bucheri* Brönnimann, 1955. S (XPL), T (PPL), 2000x.

آمونیت‌ها

در سازندهای سرچشمه و سنگانه برش مورد بررسی، آمونیت‌ها از پراکندگی خوبی در طول برش برخوردار

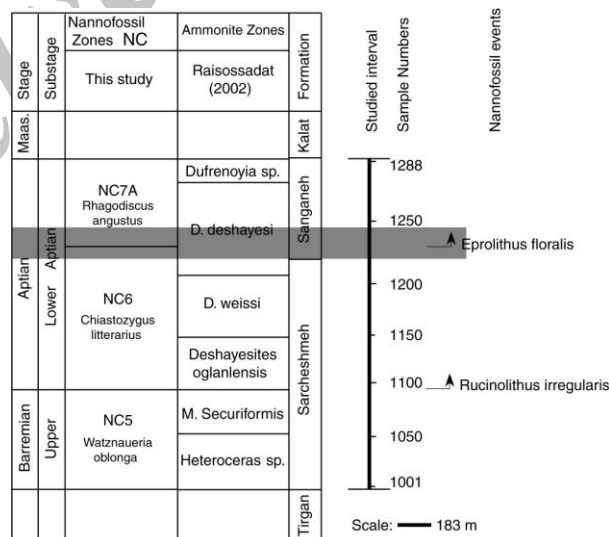
هستند و در لایه‌های مختلف سنگی خصوصاً سنگ آهک مارنی سازند سرچشمه، فراوانی و تنوع خوبی دارند. بر اساس آمونیت‌های یافت شده، بیوزون‌های *Heteroceras*

Dufrenoyia sp. Zone در رسوبات به سن آپتین پیشین تشخیص داده شده است (Raisossadat 2002)؛ رئیس السادات (۱۳۸۸) که در شکل های ۳ و ۴ قابل مشاهده است.

Martelites securiformis Zone و spp. Zone در رسوبات به سن بارمین فوقانی، و بیوزون های *Deshayesites oghlanlensis* Zone، *Deshayesites weissii* Zone و *Deshayesites deshayesi* Zone.

	Standard biozonation		
	SE England Casey, 1961; Hancock, 1991	Mediterranean Region Hoedemaecker et al., 2003; Reboulet et al., 2006	North-East Iran Kopet-Dagh Basin Raisossadat, 2002
Lower Aptian	<i>Tropaeum bowerbanki</i>	<i>Dufrenoyia furcata</i>	<i>Dufrenoyia</i> sp.
	<i>Deshayesites deshayesi</i>	<i>Deshayesites deshayesi</i>	<i>Deshayesites deshayesi</i>
	<i>Deshayesites forbesi</i>	<i>Deshayesites weissii</i>	<i>Deshayesites weissii</i>
	<i>Prodeshayesi fissicostatus</i>	<i>Deshayesites oghlanlensis</i>	<i>Deshayesites oghlanlensis</i>

شکل ۳- مقایسه بیوزون های آمونیتی آپتین پیشین منطقه مدیترانه و معادل های آن در اروپا با شمال شرق ایران (حوضه رسوبی کپه داغ).



شکل ۴- تطابق داده های نانوفسیلی و آمونیتی در برش تکل کوه (موقعیت رخداد غیرهوازی اقیانوسی با کادر خاکستری مشخص شده است)، برگرفته از ماهانی پور و همکاران (Mahanipour et al. 2011).

بحث

Zeugrhabdotus و اشکال پنتالیت (گونه‌های مختلف جنس‌های *Micrantholithus* و *Braarudosphaera*) حضور دارند (Mahanipour et al. 2011).

کاهش اساسی در فراوانی نانوکونیدهای ابتدای آپتین برای اولین بار توسط اربا (Erba 1994) از ایتالیا گزارش شده و تحت عنوان بحران نانوکونیدی^۱ توصیف شده است. کاهش مشابه در فراوانی نانوکونیدها در ابتدای آپتین از جنوب شرقی فرانسه (Moullade et al. 1998a) و از برش‌هایی در اقیانوس آرام، مکزیک، ایتالیا و اسپانیا گزارش شده است (Erba 1994; Bralower et al. 1999). بحران نانوکونیدی ثبت شده در تجمع نانوفسیل‌های آهکی حادثه‌ای جهانی بوده (Bralower et al. 2004; Erba and Tremolada 1994) که طی رخداد غیرهوازی اقیانوسی ابتدای آپتین ثبت شده و نشان‌دهنده عکس‌العمل همزمان تجمع فیتوپلانکتونها به آشفستگی در سیستم آب و هوایی و اقیانوسی است (Erba 2004). بر اساس داده‌های مربوط به نانوفسیل‌های آهکی، رخداد غیرهوازی اقیانوسی ابتدای آپتین در نقاط مختلف دنیا از قسمت‌های فوقانی بیوزون نانوفسیلی *Chiastozygus litterarius Zone* (NC6) و قسمت‌های ابتدایی بیوزون نانوفسیلی *Rhagodiscus angustus Zone* (NC7A) (Erba 1994; Erba 2004) گزارش شده است. در برش مورد مطالعه نیز بر اساس شواهد مربوط به نانوفسیل‌های آهکی، رخداد غیرهوازی اقیانوسی ابتدای آپتین در قسمت‌های ابتدایی سازند سنگانه، قسمت‌های فوقانی بیوزون نانوفسیلی *Chiastozygus litterarius Zone* (NC6) و قسمت‌های ابتدایی بیوزون نانوفسیلی *Rhagodiscus angustus Zone* (NC7A) ثبت شده است (Mahanipour et al. 2011).

نانوفسیل‌های آهکی و موقعیت رخداد غیرهوازی اقیانوسی ابتدای آپتین بر اساس آنها

جهت بررسی بیوستراتیگرافی نانوفسیل‌های آهکی از بیوزوناسیون روث (Roth 1978) که توسط برالوئر و همکاران (Bralower et al. 1993) در آن تغییراتی داده شده، استفاده شده است. بر این اساس بیوزونهای نانوفسیلی *Watznaueria oblonga Zone* (NC5) در سازند سرچشمه و قسمت فوقانی بیوزون نانوفسیلی *Chiastozygus litterarius Zone* (NC6) و بیوزون نانوفسیلی *Rhagodiscus angustus Zone* (NC7A) در سازند سنگانه تشخیص داده شده (ماهانی پور و همکاران، ۱۳۹۰؛ Mahanipour et al. 2011) که در شکل ۴ قابل مشاهده است.

بعد از انجام مطالعات بیوستراتیگرافی، نانوفسیل‌های آهکی از نقطه نظر آماری مورد بررسی قرار گرفتند. بررسی آماری نانوفسیل‌های آهکی در طول سازند سنگانه برش تکل کوه بیانگر حضور کم‌رنگ (یا فقدان تقریبی) نانوکونیدها از ابتدای سازند سنگانه تا ضخامت تقریبی ۵۰ متری این سازند است که منطبق با قسمت‌های فوقانی بیوزون نانوفسیلی *Chiastozygus litterarius Zone* (NC6) و قسمت‌های ابتدایی بیوزون *Rhagodiscus angustus Zone* (NC7A) است. در این فاصله ۵۰ متری، فراوانی نانوکونیدها بین صفر (در اکثر نمونه‌ها) تا یک درصد است، درحالی‌که از ضخامت ۵۰ متری سازند سنگانه تا انتهای این سازند، افزایش در فراوانی این گروه دیده شده و فراوانی این گروه از ۱ تا ۲۳ درصد نوسان داشته است. لازم به ذکر است که همزمان با فقدان نانوکونیدها، سایر گروه‌های نانوفسیلی از قبیل *Watznaueria barnesae/Watznaueria fossacincta*، *Biscutum constans*، *Rhagodiscus asper* و *Discorhabdus ignotus* گونه‌های مختلف جنس

¹ Nannoconid Crisis

آمونیتها

بیوزونهای آمونیتی متعددی برای کرتاسه زیرین ارائه شده (Hoedemaeker et al. 1993, 1995, 2003;)
 (Hoedemaeker & Rawson 2000) که جدیدترین آنها را می‌توان در مقاله ریبولت و همکاران (Reboulet et al.) (2006, 2009) مشاهده کرد.

بر اساس مجموعه آمونیت‌های یافت شده در حوضه رسوبی کپه‌داغ، دو بیوزون آمونیتی *Martelites* و *Heteroceras* spp. Zone *securiformis* Zone برای بارمین فوقانی پیشنهاد شده است (رئیس‌السادات، ۱۳۸۸) که این دو بیوزون در قسمت‌های تحتانی سازند سرچشمه برش تکل کوه ثبت شده است. قاعده بیوزون آمونیتی *Heteroceras* spp. Zone با ظهور *Heteroceras* مشخص می‌شود. این بیوزون در پایین‌ترین قسمت سازند سرچشمه در برش چینه‌شناسی تکل کوه ظاهر شده است. قاعده بیوزون آمونیتی *Martelites securiformis* Zone نیز با اولین حضور *Martelites securiformis* مشخص می‌شود.

در برش مورد مطالعه با ظهور جنس *Deshayesites*، محدوده سنی آپتین آغاز می‌شود. گونه‌های مختلف جنس *Deshayesites* اساس بیوزوناسیون استاندارد توالی‌های ابتدای آپتین در حوضه تیس (برای مثال در فرانسه: Moullade et al. 1998a, b; Renard et al. 2005؛ ایران: Raisossadat 2004, 2006؛ اسپانیا: Moreno-Bedmar et al. 2009) و حوضه شمالی Boreal (جنوب انگلیس: Casey 1963؛ شمال غرب آلمان: Kemper 1995; Malkoč et al. 2010) می‌باشند. در رسوبات آپتین برش چینه‌شناسی مورد مطالعه نیز گونه‌های مختلف جنس *Deshayesites* حضور داشته و از پراکندگی خوبی برخوردار هستند. بر اساس گونه‌های مختلف جنس *Deshayesites*، بیوزون‌های آمونیتی *Deshayesites* *oglanlensis* Zone و *Deshayesites* *deshayesi* Zone *weissi* Zone و *Dufrenoyia* sp. Zone متعلق به آپتین پیشین در برش

مذکور، قابل تشخیص می‌باشد (رئیس‌السادات ۱۳۸۸). از بین بیوزون‌های فوق بیوزون‌های *Deshayesites* *oglanlensis* Zone و *Deshayesites* *deshayesi* Zone قسمت‌های تحتانی بیوزون *Deshayesites* *deshayesi* Zone در سازند سرچشمه ثبت شده و قسمت‌های فوقانی بیوزون *Deshayesites* *deshayesi* Zone در سازند سنگانه ثبت شده است (رئیس‌السادات ۱۳۸۸).

قاعده بیوزون آمونیتی *Deshayesites* *oglanlensis* Zone با اولین حضور *D. oglanlensis* مشخص می‌شود که در سازند سرچشمه برش تکل کوه ثبت شده است. سایر گونه‌های موجود در این بیوزون شامل *Deshayesites* *Deshayesites* *euglyphus* *dechyi* *Deshayesites* cf. *D. weissiformis* *luppovi* *Deshayesites* cf. *D. tenuicostatus* *Ancyloceras* cf. *A.* و *Pedioceras* sp. *tuarkyricus* *mantelli* است (رئیس‌السادات، ۱۳۸۸).

قاعده بیوزون آمونیتی *Deshayesites* *weissi* Zone با ظهور جنس *D. weissii* مشخص می‌شود. این بیوزون بر اساس گسترش چینه‌شناسی دو گونه *D. weissii* و *Deshayesites* *planus* پیشنهاد شده است. سایر جنس و گونه‌های موجود در این بیوزون در برش مورد مطالعه عبارتند از *Deshayesites* cf. *Deshayesites* *dechyi* *Phylloceras* *Deshayesites* cf. *D. planus* *involutus* sp. *Phyllopachyceras* sp. این بیوزون در قسمت‌های فوقانی سازند سرچشمه برش مورد مطالعه گسترش دارد (رئیس‌السادات ۱۳۸۸).

در بیوزون آمونیتی *Deshayesites* *deshayesi* Zone قاعده بیوزون با ظهور *D. deshayesi* مشخص می‌شود. مجموعه فسیلی موجود در این بیوزون شامل *Deshayesites* cf. *D. involutus* *Deshayesites* cf. *D. multicostatus* *consobrinoides* *Aconeceras* *haugi* *Eogaudryceras* sp. *Pedioceras* cf. *anthulai* *Pseudosaynella* sp.

Zone ثبت شده است (Moullade et al. 1998a, b; Renard et al. 2005). به عقیده مورنو بدمار و همکاران (Moreno-Bedmar et al. 2009) شاید علت عدم یکنواختی در داده‌های مربوط به آمونیتها در ارتباط با رخداد غیرهوازی اقیانوسی ابتدای آپتین، وجود داده‌های آمونیتی ضعیف، عدم تشخیص صحیح آنها در توالی‌های پلاژیک آپتین پیشین و یا مقایسه غیرمستقیم با سایر گروه‌های فسیلی باشد. بایستی اشاره کرد که آمونیتها بخصوص انواع شاخص (گونه‌های مختلف جنس *Deshayesites*)، طی رخداد غیرهوازی اقیانوسی ابتدای آپتین در شمال تونس و اکثر مناطق تیس مدیترانه‌ای نادر بوده‌اند (Landra et al. 2000; Bernaus et al. 2003). همچنین جنس *Deshayesites* از توالی‌های کم‌عمق شمال تیس (برای مثال سوئیس و فرانسه) و توالی‌های پلاژیک شمال ایتالیا (Erba 1996; Erba et al. 1999) به سن آپتین، که توالی‌های شاخص برای رخداد غیرهوازی اقیانوسی ابتدای آپتین هستند، گزارش نشده است (Gradstein et al. 2004). فقدان آمونیت‌های شاخص آپتین در ایتالیا (Landra et al. 2000) مشابه پلاتفرم تونس است (Chaabani and Razgallah 2006). در این توالی‌ها، رخداد غیرهوازی اقیانوسی ابتدای آپتین با استفاده از نانوفسیل‌های آهکی و فرامینیفرهای پلانکتون تعیین سن شده است.

مطلب دیگر اینکه، ملوکوک و همکاران (Malkoč et al. 2010) عقیده دارند که جهت تطابق رخداد غیرهوازی اقیانوسی ابتدای آپتین در حوضه تیس با توالی‌های حوضه شمالی^۱ مشکلات متعددی وجود دارند که عبارتند از: ۱) جنس *Deshayesites* در توالی‌های پلاژیک و شیل‌های سیاه تیس حضور ندارد. ۲) آمونیت‌های موجود در توالی‌های فرانسه (توالی‌های شاخص برای رخداد غیرهوازی اقیانوسی ابتدای آپتین) حفظ‌شدگی ضعیفی دارند و بنابراین اشتباه تشخیص داده

Australiceras sp. و *Melchiorites* aff. *Melchioris* است. این بیوزون در بالاترین قسمت سازند سرچشمه و قاعده سازند سنگانه برش تکل کوه ثبت شده است (رئیس‌السادات ۱۳۸۸).

قاعده بیوزون آمونیتی *Dufrenoyia* sp. Zone با اولین ظهور *Dufrenoyia* sp. مشخص می‌شود. این بیوزون در بالاترین قسمت سازند سنگانه برش تکل کوه دیده شده است (رئیس‌السادات ۱۳۸۸). در شکل ۳ بیوزون‌های آمونیتی برش مورد مطالعه و معادل‌های آنها در تیس مدیترانه‌ای و اروپا نمایش داده شده است. همچنین در شکل ۴ بیوزون‌های آمونیتی و نانوفسیلی برش تکل کوه به موازات هم نمایش داده شده است.

رخداد غیرهوازی اقیانوسی و موقعیت سنی آن بر اساس آمونیتها

موقعیت رخداد غیرهوازی اقیانوسی ابتدای آپتین بر اساس آمونیتها در برشهای مختلف متفاوت است و از قسمت‌های فوقانی بیوزون آمونیتی *Deshayesites oglanlensis* Zone (Ogg et al. 2004) تا قسمت‌های میانی بیوزون *Deshayesites deshayesi* Zone (Bréhéret 1994, 1995; Erba 1996; Mutterlose and Bockel 1998; Moullade et al. 1998a, b) متغیر بوده که در شکل ۵ قابل مشاهده است. در مطالعات اخیر از اسپانیا (Moren-Bedmar et al. 2009) هیچ آمونیتی در لایه‌های مربوط به رخداد غیرهوازی اقیانوسی ابتدای آپتین یافت نشده است اما از لایه‌های زیرین جنس‌های آمونیتی متعلق به بیوزون *Deshayesites weissii* Zone و از لایه‌های فوقانی جنس‌های آمونیتی متعلق به بیوزون *Deshayesites deshayesi* Zone گزارش کرده‌اند. بر این اساس ایشان موقعیت رخداد غیرهوازی اقیانوسی ابتدای آپتین را مربوط به قسمت‌های فوقانی بیوزون آمونیتی *D. weissii* می‌دانند. در سایر برشها در حوضه تیس، موقعیت این رخداد در بیوزون آمونیتی *D. deshayesi*

¹ Boreal

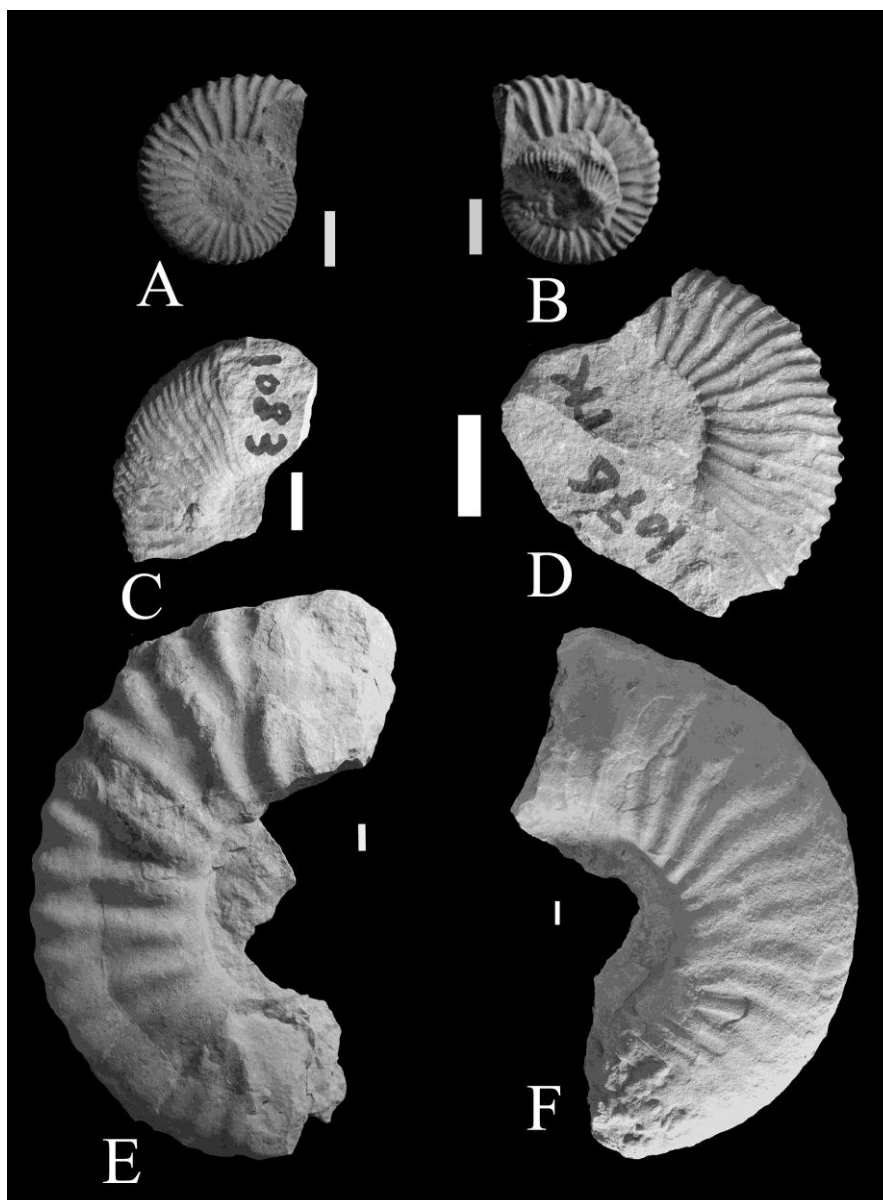
شده‌اند (Moreno-Bedmar et al. 2009). (۳) مشکل دیگر اینکه توالی‌های حاوی *deshayesitids* در ابتدای آپتین حوضه شمالی گونه‌های متفاوت نسبت به حوضه تتیس دارند. لازم به ذکر است که در بیوزوناسیون استاندارد برای حوضه تتیس بر پایه *Deshayesites* (که توسط ریبولت و همکاران، Reboulet et al. 2006، پیشنهاد شده)، بیوزون‌های آمونیتی *Deshayesites oghlanlensis* و *Deshayesites weissii* به ترتیب منطبق با بیوزون‌های *Deshayesites bodei* و *Deshayesites tenuicostatus* در حوضه شمالی می‌باشند (Malkoč et al. 2010). بیوزون‌های آمونیتی که از آپتین پیشین برش تکل کوه گزارش شده است عبارتند از: *Deshayesites weissii*, *Deshayesites oghlanlensis*

مورد مطالعه، در لایه‌هایی که رخداد غیرهوازی اقیانوسی ثبت شده است آمونیت‌ها حضور ندارند، اما در لایه‌های زیرین آمونیت‌ها با فراوانی بالایی حضور دارند که عبارتند از: *Deshayesites*, *Deshayesites cf. involutus* با *Deshayesites deshayesi* و *cf. consobrinoides* توجه به این مطلب که این گونه‌های آمونیتی متعلق به بیوزون آمونیتی *Deshayesites deshayesi* Zone می‌باشند، لذا رخداد غیرهوازی اقیانوسی منطقه کپه‌داغ در بیوزون آمونیتی *Deshayesites deshayesi* Zone ثبت شده که در شکل ۴ و ۵ نیز قابل مشاهده است. در شکل ۶ تصویر تعدادی از آمونیت‌ها برش مورد بررسی نمایش داده شده است.

شده‌اند (Moreno-Bedmar et al. 2009). (۳) مشکل دیگر اینکه توالی‌های حاوی *deshayesitids* در ابتدای آپتین حوضه شمالی گونه‌های متفاوت نسبت به حوضه تتیس دارند. لازم به ذکر است که در بیوزوناسیون استاندارد برای حوضه تتیس بر پایه *Deshayesites* (که توسط ریبولت و همکاران، Reboulet et al. 2006، پیشنهاد شده)، بیوزون‌های آمونیتی *Deshayesites oghlanlensis* و *Deshayesites weissii* به ترتیب منطبق با بیوزون‌های *Deshayesites bodei* و *Deshayesites tenuicostatus* در حوضه شمالی می‌باشند (Malkoč et al. 2010). بیوزون‌های آمونیتی که از آپتین پیشین برش تکل کوه گزارش شده است عبارتند از: *Deshayesites weissii*, *Deshayesites oghlanlensis*

Age	Zones	Casey, 1961 Casey et al., 1998 Boreal	Reboulet et al., 2006 Tethyan	Breheret, 1994, 1995 Magniez-Jannin, 1997 Erba, 1996	Mutterlose, 1998	Mutterlose and Bockel, 1998	Moullade et al., 1998a, b Renard et al., 2005	de Gea et al., 2003	Ogg et al., 2004	Moreno-Bedmar et al., 2009	This study
Lower Aptian	<i>D. deshayesi</i>	<i>D. deshayesi</i>									
	<i>D. Weissii</i>	<i>D. dorbessi</i>									
	<i>D. oghlanlensis</i>	<i>P. fissocostatus</i>									

شکل ۵- پیشنهادهای مختلف برای سن رخداد غیرهوازی اقیانوسی آپتین (OAE 1a) بر اساس بیوزونهای آمونیتی (برگرفته از مورنوبدمار و همکاران با تغییرات Moreno-Bedmar et al. 2009).



شکل ۶- تصویر تعدادی از آمونیت‌های شاخص سازندهای سرچشمه و سنگانه در برش مورد مطالعه.

A & B: Deshayesites deshayesi; C: Deshayesites weissii; D: Deshayesites luppovi; E: Deshayesites cf. D. consobrinoides; F: Deshayesites cf. D. involutus

نتیجه‌گیری

مطالعه نانوفسیل‌های آهکی در سازندهای سرچشمه و سنگانه برش تکل‌کوه واقع در قسمت‌های غربی حوضه رسوبی کپه‌داغ بیانگر ثبت رخداد غیرهوازی اقیانوسی آپتین در برش مورد مطالعه است. این رخداد غیرهوازی

از ابتدای سازند سنگانه تا ضخامت تقریبی ۵۰ متری و در قسمت‌های فوقانی بیوزون نانوفسیلی NC6-ابتدای بیوزون نانوفسیلی NC7A ثبت شده است. مطالعه همزمان آمونیتها در برش مورد مطالعه بیانگر حضور جنس و گونه‌های آمونیتی از قبیل *Deshayesites*

4 شکری، م.ح.، ۱۳۷۹، بایوستراتیگرافی سازند سرچشمه بر مبنای نانوپلانکتون‌های آهکی (۶۵ کیلومتری شمال شرق مشهد) در مقطع تیپ: رساله کارشناسی ارشد دانشگاه فردوسی مشهد.

5 ماهانی‌پور، ا.، ا.، کئی، م.ح.، آدابی، ن.، رئیس‌السادات، ۱۳۹۰، نانوستراتیگرافی سازندهای سرچشمه و سنگانه در باختر منطقه کپه‌داغ (برش تکل کوه): فصلنامه علمی-پژوهشی علوم زمین، سال بیستم، شماره ۷۹، ص ۹۴-۸۳.

6 هادوی، ف. و ف.، بداقی، ۱۳۸۵، بایوستراتیگرافی سازند سنگانه بر مبنای نانوپلانکتون‌های آهکی در مقطع امیرآباد و مزدوران: دهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس، ص ۲۰۶.

7 هادوی، ف. و م.، شکری، ۱۳۸۵، بایوستراتیگرافی سازند سرچشمه بر مبنای نانوپلانکتون‌های آهکی در برش آتشان و امیرآباد (رشته کوه کپه‌داغ): دهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس، ص ۲۱۹.

8- Arthur, M.A., L.R. Kump, W.E. Dean, and R.L. Larson, 1991, Superplumes or supergreenhouse?: EOS Transactions of AGU (Spring Meeting Supplements) v. 72 (17), p. 301.

9- Barron, E.J., P.J. Fawcett, W.H. Peterson, D. Pollard, and S.L. Thompson, 1995, A "simulation" of mid-Cretaceous climate: Palaeoceanography v. 10, p. 953-962.

10- Bellanca, A., E. Erba, R. Neri, I. Premoli Silva, M. Sprovieri, F. Tremolada, and D. Verga, 2002, Paleooceanographic significance of the Tethyan „Livello Selli“ (Early Aptian) from the Hybla Formation, northwestern Sicily: biostratigraphy and high-resolution chemostratigraphic records: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 185, p. 175-196.

11- Bernaus, J.M., A. Arnaud-Vanneau, and E. Caus, 2003, Carbonate platform sequence stratigraphy in a rapidly subsiding area: the Late Barremian-Early Aptian of the Organyà

و *Deshayesites cf. D. consobrinoides deshayesi* در مرز بین دو سازند سرچشمه و سنگانه و همزمان با آغاز ثبت رخداد غیرهوازی اقیانوسی آپتین در برش مورد بررسی است. جنس و گونه‌های مذکور متعلق به بیوزون آمونیتی *Deshayesites deshayesi* Zone می‌باشند. با توجه به شواهد فوق، رخداد غیرهوازی اقیانوسی ثبت شده در برش تکل کوه در بیوزون آمونیتی *Deshayesites deshayesi* Zone قرار می‌گیرد که مشابه با بعضی از نقاط دنیا از جمله جنوب شرقی فرانسه است (et al. 1998a, b; Renard et al. 2005).

تشکر و قدردانی

لازم می‌دانیم از پروفیسور ماترولوز (Mutterlose) که در انجام این تحقیق زمینه استفاده از امکانات و تجهیزات آزمایشگاهی را فراهم کردند و همچنین پروفیسور هیمهوفر (Heimhofer) که از راهنمایی ایشان در زمینه رخداد غیرهوازی اقیانوسی آپتین در دانشگاه روهر در آلمان استفاده کردیم، تشکر و قدردانی نماییم.

منابع

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

2 دهقان، ف.، ۱۳۸۱، بایوستراتیگرافی سازند سرچشمه بر اساس نانوپلانکتون‌های آهکی در مقطع تیپ (کپه‌داغ مرکزی): پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۱ ص.

3 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.

- ammonite succession of the Aptian (Lower Cretaceous) Lower Greensand of Chale Bay, Isle of Wight, UK: *Cretaceous Research*, v. 19, p. 511-535.
- 21- Chaabani, F., and S. Razgallah, 2006, Aptian sedimentation: an example of interaction between tectonics and eustatism in Central Tunisia. In: Moratti, G., Chalouan, A., (Ed.), *Tectonics of the Western Mediterranean and North Africa: Special Publication Geological Society*, v. 262, p. 55-74, London.
- 22- Erba, E., 1994, Nannofossils and superplumes: The early Aptian „nannoconid crisis”: *Paleoceanography*, v. 9, p. 483-501.
- 23- Erba, E., 1996, The Aptian stage. *Bulletin Institut Royal des Science Naturelles de Belgique: Science Terra*, v. 66, p. 31-34.
- 24- Erba, E., 2004. Calcareous nannofossils and Mesozoic oceanic anoxic events: *Marine Micropaleontology*, v. 52, p. 85-106.
- 25- Erba, E., J.E.T. Channell, M. Claps, C. Jones, R.L. Larson, B. Opdyke, I. Premoli Silva, A. Riva, G. Salvini, and S. Torricelli, 1999, Integrated stratigraphy of the Cismon Apticore (southern Alps, Italy): A „reference section” for the Barremian- Aptian interval at low latitudes: *Journal of Foraminiferal Research*, v. 29, p. 371-391.
- 26- Erba, E., F. Tremolada, 2004, Nannofossil carbonate fluxes during the early Cretaceous: phytoplankton response to nutrification episodes, atmospheric CO₂ and anoxia: *Paleoceanography*, v. 19 (10.1029/2003PA000884).
- 27- Erbacher, J., J. Thurow, R. Littke, 1996, Evolution patterns of radiolaria and organic matter variations: A new approach to identify sea level changes in mid-Cretaceous pelagic environments: *Geology*, v. 24, p. 499- 502.
- 28- Gea, G.A., de, J.M. Castro, R. Aguado, P.A. Ruiz-Ortiz, and M. Company, 2003, Lower Aptian carbon isotope stratigraphy from a distal carbonate shelf setting: the cau section, Prebetic Zone, SE Spain: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 200, p. 207-219.
- basin: Spanish Pyrenees. *Sedimentary Geology* v. 159, p. 177-201.
- 12- Berner, R.A., A.C. Lasaga, and R.M. Garrels, 1983, The carbonate-silicate geochemical cycle and its effect on atmospheric carbon dioxide over the past 100 million years: *American Journal of Science* v. 283, p. 641-683.
- 13- Bralower T.J., M.A. Arthur, M.R. Leckie, W.V. Sliter, D.J. Allard, and S.O. Schlanger, 1994, Timing and Paleoceanography of Oceanic Dysoxia/Anoxia in the Late Barremian to Early Aptian (Early Cretaceous): *Palaios*, v. 9, p. 335-369.
- 14- Bralower, T.J., E. Cobabe, B. Clement, W.V. Sliter, C.L. Osburn, and J. Longoria, 1999, The record of global changes in Mid-Cretaceous (Barremian-Albian) sections from the Sierra Madre, Northeastern Mexico: *Journal of Foraminiferal Research*, v. 29, p. 418-437.
- 15- 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): *American Geophysical Union Schlanger Memorial Volume, Monograph*, v. 73, p. 5-37.
- 16- Br  h  ret, J.G., 1994, The Mid-Cretaceous organic-rich sediments from the Vocontian Zone of the French Southeast Basin. In: Mascle, A. (Ed.), *Hydrocarbon and Petroleum Geology of French: European Association of Petroleum Geoscientists Special Publication*, v. 4, p. 259-320.
- 17- Br  h  ret, J.G., 1995, l'Albien de la Fosse Vocontienne (des bordures au basin): Evolution de la sedimentation et enseignements sur les événements anoxiques, 25. *Société Géologique du Nord, Publication*. 614p.
- 18- Casey, R., 1961, The stratigraphical palaeontology of the Lower Greensand: *Palaeontology*, v. 3, p. 487-621.
- 19- Casey, R., 1963, A monograph of the Ammonoidea of the Lower Greensand, part V: *Palaeontographical Society Monographs* v. 117, p. 289-398.
- 20- Casey, R., H.M. Bayliss, and M.I. Simpson, 1998, Observation on the lithostratigraphy and

- Cretaceous Ammonite Working Group. The Kilian Group (Lyon 11 July 2002): *Cretaceous Research*, v. 24, p.89-94.
- 37- Immel, H., K. Seyed-Emami, A. Afshar-Harb, 1997, Kreide-Ammoniten aus dem iranischen Teil des Koppeh-Dagh (NE-Iran): *Zitteliana*, v. 21, p. 159–190.
- 38- Kemper, E., 1995, Die Entfaltung der Ammoniten und die Meeresverbindungen im borealen Unter-und Mittel-Apt: *Geologisches Jahrbuch A*, v. 141, p. 171-199.
- 39- Landra, G., F. Cecca, Z. Vasicek, 2000, Early Aptian ammonites from the top of the Maiolica and the anoxic "Selli event" (Lombardy, Southern Alps): *Bulletine of Society of Paleontology in Italy*, v. 39 (1), p. 29–45.
- 40- Larson, R.L., E. Erba, 1999, Onset of the mid-Cretaceous greenhouse in the Barremian–Aptian: igneous events and the biological, sedimentary and geochemical responses: *Paleoceanography*, v. 14, p. 663–678.
- 41- Leckie, R.M., T.J. Bralower, R. Cashman, 2002, Oceanic anoxic events and plankton evolution: biotic response to tectonic forcing during the mid-Cretaceous: *Paleoceanography*, v. 17, p. 1-29.
- 42- Magniez-Janin, F., J.G. Bréhéret, J.G. Delanoy, 1997, Un exemple de speciation lié    l'apparition précoce de *Schakoina cabri* (foraminifère planctonique mésogéen). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris: Sciences de la Terre et des Planètes*, v. 325, p. 225-230.
- 43- Mahanipour, A., J. Mutterlose, A.L. Kani, M.H. Adabi, 2011. Palaeoecology and biostratigraphy of early Cretaceous (Aptian) calcareous nannofossils and the $\delta^{13}C_{carb}$ isotope record from NE Iran: *Cretaceous Research*, v. 32, p. 331-356.
- 44- Malko  , M., J. Mutterlose, S. Pauly, 2010, Timing of the Early Aptian $\delta^{13}C$ excursion in the Boreal Realm: *Newsletter on stratigraphy*, v. 43/3, p.251-273.
- 45- Menegatti, A.P., H. Weissert, R.S. Brown, R.V. Tyson, P. Farrimond, A. Strasser, M. Caron, 1998, High-resolution $d^{13}C$ -stratigraphy through
- 29- Gradstein, F.M., J.G. Ogg, and A.G. Smith, 2004, *Geologic Time Scale 2004*: Cambridge University Press, 640 p.
- 30- Hancock, J.M., 1991, Ammonite scales for the Cretaceous System: *Cretaceous Research*, v. 12, p. 259-291.
- 31- Haq, B.U., J. Hardenbol, P.R. Vail, 1987, Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic: *Science*, v. 235, p. 1156-1167.
- 32- Heimhofer, U., P.A. Hochuli, J.O. Herrle, N. Andersen, and H. Weissert, 2004, Absence of major vegetation and palaeoatmospheric PCO_2 changes associated with oceanic anoxic event 1a (Early Aptian, SE France): *Earth and Planetary Science Letters*, v. 223, p. 303–318.
- 33- Hoedemaeker, Ph.J., F. Cecca, E. Avram, M. Company, G. Delanoy, E. Erba, M. Ettachfini, P. Faraoni, M. Kakabadze, G. Landra, A. Marini, L. Memmi, G. Pallini, P.F. Rawson, P. Ropolo, J. Sandoval, J. Tavera, Z. Vasicek, 1995, Report on the 3rd workshop on the standard Lower Cretaceous ammonite Zonation of the Mediterranean region: *Memorie Descrittive della Carta Geologica D'Italia* v. 51, p. 213-215.
- 34- Hoedemaeker, Ph.J., M. Company, B. Aguirre-Urreta, E. Avram, T.N. Bogdanova, L. Bujtor, L. Bulot, F. Cecca, G. Delanoy, E. Erba, M. Ettachfini, L. Memmi, H.G. Owen, P.F. Rawson, J. Sandoval, J. Tavera, P. Thieuloy, S.Z. Tovbina, Z. Vasicek, 1993, Ammonite zonation for the Lowe Cretaceous of the Mediterranean region; basis for stratigraphic correlations within IGCP-project 262: *Revista Española de Paleontologica*, v. 8, p. 117-120.
- 35- Hoedemaeker, Ph.J., P. Rawson, 2000, Report on the 5th International Workshop of the Lower Cretaceous Cephalopod Team (Vienna, 5 September 2000): *Cretaceous Research*, v. 21, p. 857-860.
- 36- Hoedemaeker, Ph.J., S. Reboulet, M.B. Aguirre-Urreta, M. Aoutem, F. Atrops, R. Barragan, M. Company, C. Gonzales, J. Klein, A. Lukeneder, I. Polch, N. Raisossadat, P.F. Rawson, P. Ropolo, Z. Va  i  ek, J. Vermeulen, M.G.E. Wippich, 2003, Report on the 1st International Workshop of the IUGS Lower

- 54- Raisossadat, S.N., 2004, The ammonite family Deshayesitidae in the Kopet Dagh Basin, north-east Iran: *Cretaceous Research*, v. 25, p. 115-136.
- 55- Raisossadat, S.N., 2006, The ammonite family Parahoplitidae in the Sanganeh Formation of the Kopet Dagh Basin, north-eastern Iran: *Cretaceous Research*, v. 27, p. 907-922.
- 56- Reboulet, S., Ph.J. Hoedemaeker, M.B. Aguirre-Urreta, M. Company, P. Alsen, F. Atrops, E.Y. Baraboshkin, G. Delanoy, Y. Dutour, J. Klein, J.L. Latil, A. Lukeneder, V. Mitta, F.A. Mourgues, I. Ploch, S.N. Raisossadat, P. Ropolo, J. Sandoval, J.M. Tavera, Z. Vašíček, J. Vermeulen, 2006, Report on the 2nd international meeting of the IUGS lower Cretaceous ammonite working group, the "Kilian Group" (Neuchâtel, Switzerland, 8 September 2005): *Cretaceous Research*, v. 27, p. 712-715.
- 57- Reboulet, S., J. Klein (reporters), R. Barragan, M. Company, C. Gonzalez-Arreola, A. Lukeneder, N. Raisossadat, J. Sandoval, M. Tavera, O.M. Szivers, Z. Vašíček, J. Vermeulen, 2009, Report on the 3rd International Meeting of the IUGS Lower Cretaceous Ammonite Working Group, the "Kilian Group" (Vienna, Austria 15th April 2008): *Cretaceous Research*, v. 27, p. 496-502.
- 58- Renard, M., M. de Rafélis, L. Emmanuel, M. Moullade, J.P. Masse, W. Kuhnt, J.A. Bergen, G. Tronchetti, 2005, Early Aptian $\delta^{13}\text{C}$ and manganese anomalies from the historical Cassis-La Bédoul stratotype sections (S.E. France): relationship with a methane hydrate dissociation event and stratigraphic implications: *Carnets de Géologie/Notebooks on Geology Article*, v. 4, p. 1-18.
- 59- 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.
- 60- Skelton, P., 2003, *The Cretaceous World*. The Open University: Cambridge University Press, Cambridge, p. 360.
- the early Aptian „Livello Selli“ of the Alpine Tethys: *Paleoceanography*, v. 13, p. 530-545.
- 46- Moreno-Bedmar, J.A., M. Company, T. Bover-Arnal, R. Salas, G. Delanoy, R. Martínez, A. Grauges, 2009, Biostratigraphic characterization by means of ammonoids of the lower Aptian Oceanic Anoxic Event (OAE 1a) in the eastern Iberian Chain (Maestrat Basin, eastern Spain): *Cretaceous Research*, v. 30, p. 864-872.
- 47- Moullade, M., W. Kuhnt, J.A. Bergen, J.P. Masse, G. Tronchetti, 1998a, Correlation of biostratigraphic and stable isotope events in the Aptian historical stratotype of La Bédoule (southeast France): *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, Sciences de la Terre et des Planètes*, v. 327, p. 693-698.
- 48- Moullade, M., J.P. Masse, G. Tronchetti, W. Kuhnt, P. Ropolo, J.A. Bergen, E. Masure, M. Renard, 1998b, Le stratotype historique de l'Aptien inférieur (region de cassis-La Bédoul, SE France): synthèse stratigraphique: *Géologie Méditerranéenne*, v. 25, p. 289-298.
- 49- Mutterlose, J., 1998, The Barremian-Aptian turnover of biota in northwestern Europe: evidence from belemnites: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 144, p. 161-173.
- 50- Mutterlose, J., B. Böckel, 1998, The Barremian-Aptian interval in NW Germany: A review: *Cretaceous Research*, v. 19(5), p. 539-568.
- 51- Ogg, J.G., F.P. Agterberg, F.M. Gradstein, 2004, *The Cretaceous Period*. In: Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Smith, A.G., (Eds.), *A Geologic Time Scale 2004*: Cambridge University Press, Cambridge, p. 344-383.
- 52- Premoli Silva, I., E. Erba, G. Salvini, C. Locatelli, D. Verga, 1999, Biotic changes in Cretaceous oceanic anoxic events of the Tethys: *Journal of Foraminiferal Research*, v. 29, p. 352-370.
- 53- Raisossadat, S.N., 2002, Lower Cretaceous (Upper Barremian-Lower Albian) ammonite faunas of the Kopet Dagh Basin, NE Iran: PhD Thesis, University College London, England.