

زیست‌چینه‌نگاری نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه پیشین خاور ایران، شمال باختر قائن (برش چینه‌شناسی نیمبلوک)

زهرا لطیفی^۱، فریبا فروغی^۲، مریم معتمدالشریعتی^۳ و سید ناصر رئیس‌السادات^۴

^۱ کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
^۲ استادیار، دانشکده زمین‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران
^۳ استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
^۴ استاد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
 تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۷/۰۵

چکیده

در این مطالعه نانوفسیل‌های آهکی برش نیمبلوک در شمال باختر قائن ارزیابی و بررسی شده است. برش نیمبلوک با ستبرای ۱۶۴ متر شامل سنگ‌آهک، مارن و شیل است. در برش مورد مطالعه ۷۶ گونه نانوفسیلی متعلق به ۳۰ جنس از ۱۵ خانواده شناسایی شد. بر پایه نانوفسیل‌های شناسایی شده، بخشی از زیرزون CC7b و زیست‌زون CC8 و بخشی از زیست‌زون CC9 از زیست‌زون‌بندی (Sissingh (1977 و زیرزون NC7C و زیست‌زون‌های NC9، NC8 و بخشی از زیست‌زون NC10 از زیست‌زون‌بندی (Roth (1978 تشخیص داده شده‌اند و سن نسبی آپتین پسین - آلبین و سنومانین پیشین؟ (late Aptian-Albian- early Cenomanian) برای نهشته‌های این برش پیشنهاد می‌شود.

کلیدواژه‌ها: برش نیمبلوک، زیست‌چینه‌نگاری، نانوفسیل‌های آهکی، کرتاسه پیشین، قائن

***نویسنده مسئول:** مریم معتمدالشریعتی

E-mail: mmotamed@birjand.ac.ir

۱- پیش‌نوشتار

برش نیمبلوک در شمال باختری قائن و در حاشیه خاوری بلوک لوت جای گرفته است و از دید زمین‌شناسی جزو واحدهای خاور ایران به شمار می‌رود و سازندی برای آن تعریف نشده است. واحدهای کرتاسه در منطقه قائن بیشتر از کنگلومرا، مارن، مارن‌های آهکی و سنگ‌آهک تشکیل شده‌اند. از مطالعات انجام شده در منطقه خاور ایران می‌توان به مطالعه نهشته‌های فلیشی خاور ایران به سن کرتاسه و سنوزویک پیشین (Clap, 1940)، بررسی زمین‌شناسی ناحیه لوت مرکزی (اشتوکلین و همکاران، ۱۳۵۲)، گزارش شرح نقشه چهار گوش ۲۵۰۰۰:۱ قائن (Fauvelet and Eftekharneshad, 1990)، چینه‌نگاری رسوبات کرتاسه در جنوب باختری قائن (رئیس‌السادات و همکاران، ۱۳۹۰)، مطالعه زیست‌چینه‌نگاری رسوبات کرتاسه پیشین بر پایه اربیتولین‌ها در برش نیمبلوک (اسدی، ۱۳۹۲)، مطالعه زیست‌چینه‌نگاری و بوم‌شناسی دیرینه رسوبات کرتاسه خاور بلوک لوت (رئیس‌السادات و همکاران، ۱۳۹۳)، مطالعه چینه‌نگاری نهشته‌های کرتاسه بر پایه فرامینیفرها در برش‌های نیمبلوک و قومنجان (مولودی و همکاران، ۱۳۹۳)، زیست‌چینه‌نگاری و چینه‌شناسی شیمیایی نهشته‌های آلبین - سنومانین (Raisossadat et al., 2015) و گزارش نانوپلاتکتون‌های آهکی از ناحیه شمال باختر قائن (برش فتح‌آباد) (هادوی و همکاران، ۱۳۹۳) اشاره کرد. همچنین Motamedaihashariati et al. (2016) بر پایه روزن‌بران سن واحد مارنی (واحد ۲) برش مورد مطالعه را آلبین در نظر گرفته‌اند.

هدف از این پژوهش مطالعه نانوفسیل‌های نهشته‌های باختر قائن در برش نیمبلوک است که برای اولین بار از این منطقه گزارش می‌شود. برش چینه‌شناسی نیمبلوک در شمال باختری شهر قائن در مسیر قائن - گناباد در ۳ کیلومتری جنوب خاوری روستای اسدآباد قرار گرفته و مختصات جغرافیایی آن ۴۹° ۵۹' ۵۹" طول خاوری و ۳۲° ۵۲' ۰۹" عرض شمالی است. این برش در حاشیه خاوری بلوک لوت جای دارد (شکل ۱).

۲- روش مطالعه و آماده‌سازی

برای زیست‌چینه‌نگاری رسوبات برش مورد مطالعه، ۵۲ نمونه تازه و غیر هوازده با رعایت اصول عدم آغشتگی از سطح تازه لایه و از ژرفای ۳۰ تا ۷۰ سانتی متری برداشت شد. در این مطالعه از روش اسمیر اسلاید (smear slide) که یکی از روش‌های استاندارد آماده‌سازی نمونه است (Bown and Young, 1998) استفاده شده است. بین ۵ تا ۷ ردیف (Field of views 1000) از هر اسلاید مطالعه و سپس

نانوفسیل‌ها توسط میکروسکوپ نوری Olympus BX53 با بزرگنمایی X1000 تا X1600 مطالعه و عکسبرداری شدند.

برای تعیین میزان حفظ‌شدگی نانوفسیل‌های آهکی از الگوی (Roth and Thierstein (1972 همراه با تغییرات استفاده شده است. بر طبق این الگو نانوفسیل‌های آهکی از دید قابلیت حفظ‌شدگی و مقاومت در برابر انحلال، خوردگی و دیازنر به درجات خوب، متوسط و ضعیف تقسیم می‌شوند. با مطالعه روی میزان حفظ‌شدگی، انحلال و خوردگی نانوفسیل‌های آهکی در برش نیمبلوک، میزان حفظ‌شدگی ضعیف تا خوب برای نانوفسیل‌های این برش پیشنهاد می‌شود. در بیشتر موارد گونه Watzenaeria barnesia به عنوان مقاوم‌ترین گونه در برابر انحلال و دیازنر شناخته شده است.

مطالعه زیست‌چینه‌نگاری نانوفسیل‌های آهکی بر پایه اولین ظهور (FO: First Occurrence) و آخرین ظهور (LO: Last Occurrence) گونه‌های شاخص و با استفاده از الگوهای (Sissingh (1977 مندرج در Perch- Nielsen (1985 و الگوی (Roth (1978 درج شده در Burnett (1998 در قلمرو تیس صورت گرفت.

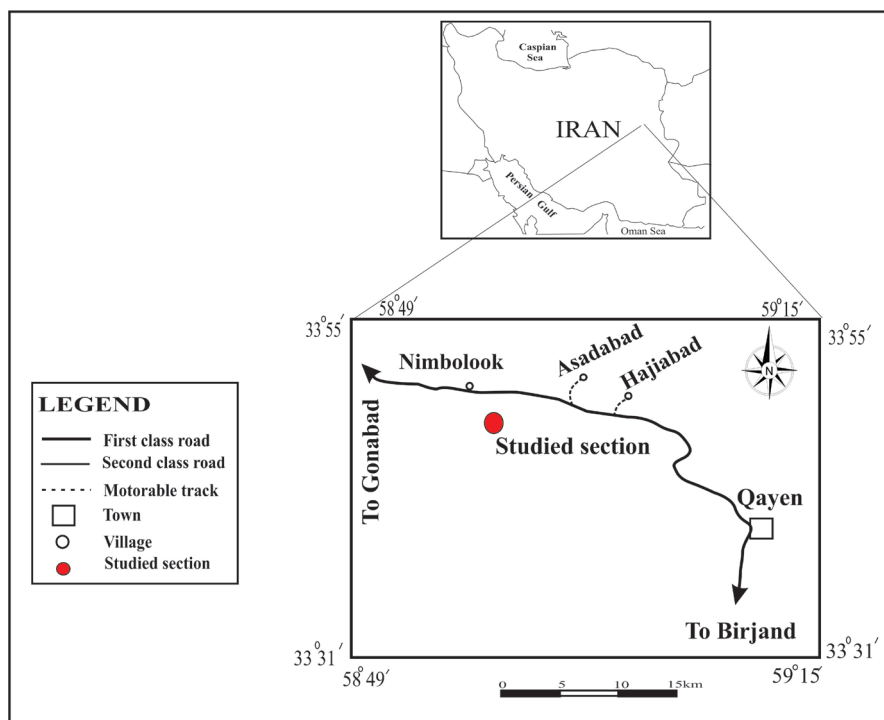
۳- چینه‌شناسی برش مورد مطالعه

در خاور ایران نیز همانند دیگر نقاط ایران مرکزی، پیشروی دریا سبب تشکیل نهشته‌های آواری درشت‌دانه در آغاز برش شده است که به سوی رأس ریزدانه می‌شود و با یک گذر تدریجی از رسوبات شیلی و مارنی به سنگ‌آهک‌های ستبرالایه می‌رسد (Fauvelet and Eftekharneshad, 1990). ستبرای برش اندازه‌گیری شده ۱۶۴ متر است و بر پایه ویژگی‌های سنگ‌شناختی این برش به ۳ واحد تقسیم می‌شود (شکل ۲).

— **واحد ۱:** این واحد با ستبرای ۲۰ متر از سنگ‌آهک ماسه‌ای با رنگ خاکستری تا خاکستری مایل به سبز تشکیل شده است. این واحد در بخش ابتدایی خود همراه با میان‌لایه‌های نازکی از ماسه‌سنگ به رنگ خاکستری تا سبز دیده می‌شود (شکل ۳).
 — **واحد ۲:** این واحد با ستبرای ۱۴۲ متر با تناوبی از شیل، مارن و سنگ‌آهک ماسه‌ای روی واحد ۱ قرار گرفته است. این واحد در هر بخش شامل لایه‌بندی متفاوتی است؛ به‌طوری که سنگ‌آهک‌های ماسه‌ای به رنگ خاکستری تا خاکستری مایل به سبز، لایه‌بندی متوسط و شیل‌ها و مارن‌های کرم رنگ لایه‌بندی نازک و ظریف نشان می‌دهند. این واحد در بخش بالایی خود دارای فسیل‌های آمونیت است (شکل ۴).

می‌شود. همچنین سنگ‌آهک‌های بخش بالایی این واحد فسیل آمونیت دارند (شریفی، ۱۳۹۴؛ شکل ۵). رسوبات برش مورد مطالعه به صورت پیوسته و تدریجی از رسوبات آهک ماسه‌ای به رسوبات شیلی و مارنی و سنگ‌آهک‌های ستر لایه تغییر می‌یابد.

— **واحد ۳:** این واحد با ستبرای ۲ متر و جنس آهک توده‌ای صخره‌ساز در رأس برش نیمبلوک قرار گرفته است. رنگ سطح تازه این سنگ‌آهک‌ها خاکستری مایل به سبز و رنگ سطح هوازده آنها قهوه‌ای است. لایه‌بندی در این واحد با سنگ‌آهک‌های ستر لایه آغاز و به سنگ‌آهک‌های نازک لایه در انتها ختم



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه (برگرفته از نقشه راه‌های ایران، انتشارات گیتاشناسی، ۱۳۸۶ همراه با تغییرات).



شکل ۳- سنگ‌آهک ماسه‌ای واحد ۱.



شکل ۲- نمایی از برش نیمبلوک (دید به سوی باختر).



شکل ۵- نمایی از سنگ آهک صخره ساز واحد ۳.



شکل ۴- مارن ها و سنگ آهک ماسه ای واحد ۲.

۴- زیست‌چینه نگاری

از اولین مطالعات زیست‌چینه‌نگاری نانوفسیل‌های آهکی که به عنوان الگویی برای زیست‌زون‌های مزوزوییک و سنوزوییک در نظر گرفته می‌شوند، می‌توان به مطالعات (Bramlette and Sullivan (1961)، Bramlette and Riedel (1954) و (Bramlette and Wilcoxon (1967) اشاره کرد. الگوهای زیست‌چینه‌نگاری NC توسط Roth (1978) و CC توسط Sissingh (1977) برای نانوفسیل‌های کرتاسه ارائه شدند. همچنین زیست‌زون‌های NK توسط Bralower et al. (1989) برای بخشی از کرتاسه پیشین و زیست‌زون‌های BC (Bown, 1998) و UC (Burnett, 1998) برای زیست‌زون‌های مزوزوییک در حوضه‌های بورآل و تیس معرفی شدند. از نخستین مطالعات انجام شده روی نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه پیشین در حوضه تیس (عرض‌های جغرافیایی کم)، می‌توان به (Thierstein (1971 و Sissingh (1977) تصحیح شده توسط Perch-Nielsen (1985) و Applegate and Bergen (1988) اشاره کرد.

در برش مورد مطالعه ۷۶ گونه نانوفسیلی متعلق به ۳۰ جنس از ۱۵ خانواده شناسایی شد. در شکل ۶ انتشار و پراکندگی نانوفسیل‌های آهکی موجود در برش نیمبلوک نشان داده شده است. زیست‌زون‌های شناسایی شده، برطبق الگوهای (CC) (Sissingh (1977) و Roth (1978) (NC) از قاعده به سوی رأس (شکل ۷) به تشریح آمده است. شماری از جنس و گونه‌های نانوفسیل‌های آهکی موجود در برش نیمبلوک در پلیت‌های ۱ و ۲ آورده شده است.

۴-۲. زیست‌زون CC8) Prediscosphaera columnata Zone (معادل با زون‌های NC8 و NC9

این زیست‌زون توسط Thierstein (1971) معرفی و سپس به وسیله Manivit et al. (1977) تصحیح شد. این زیست‌زون بر پایه اولین ظهور (FO) گونه *Prediscosphaera columnata* تا اولین ظهور (FO) گونه *Eiffellithus turrisseiffellii* تعریف شده است. این زیست‌زون در برش نیمبلوک سترایی بیش از ۴۵ متر (از ۳۴ متری تا ۷۹ متری ستون چینه‌شناسی (شماره نمونه‌های 5-MN4 تا 17-MN4)) را شامل می‌شود. به دلایلی از جمله حفظ‌شدگی ضعیف نمونه‌ها در این زیست‌زون حضور گونه‌های *Tranolithus orionatus* و *Axopodorhabdus albianus* در بخش‌های بالایی این زون، دیده نشد. گونه *Axopodorhabdus albianus* تنها در نمونه 15-MN4 و گونه *Tranolithus orionatus* حدفاصل نمونه‌های 15-MN4 تا 27-MN4 (از ۷۳ تا ۱۱۲ متری ستون چینه‌شناسی) در توالی‌های این برش دیده شدند.

زیست‌زون CC8 (Sissingh (1977) نیز معادل با زیست‌زون‌های NC8 و NC9 (Roth (1978) است (Bown, 1998). زیست‌زون NC8 با اولین ظهور (FO) گونه *albianus Axopodorhabdus* تا اولین ظهور (FO) گونه *Prediscosphaera columnata* در حوضه تیس شناخته می‌شود. این زون به سه زیرزون A، B و C تقسیم می‌شود (Roth, 1978).

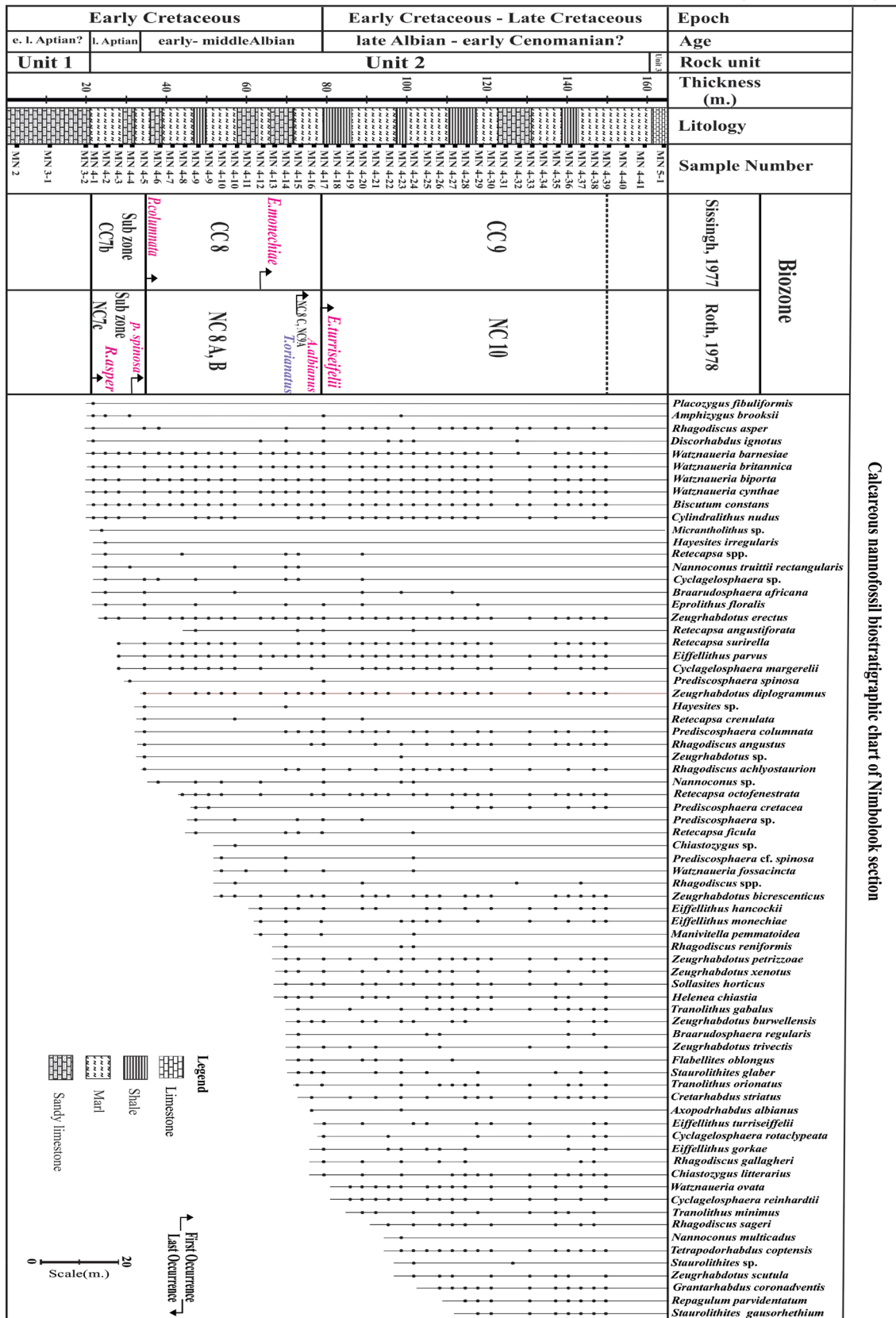
این زیست‌زون بر پایه اولین ظهور (FO) گونه *Chiastozygus litterarius* تا اولین ظهور (FO) گونه *Prediscosphaera columnata* تعریف شده است. زیست‌زون CC7 توسط Thierstein (1971) معرفی و توسط Manivit et al. (1977) تصحیح شده است. همچنین بر پایه این مطالعات در برش مورد بررسی، نمونه 1-MN4 تا نمونه 17-MN4 گونه *Chiastozygus litterarius* ملاحظه نشد. حضور گونه *P. columnata* در شماره نمونه 5-MN4 مرز بالایی این زون را نشان می‌دهد. این زون با سترایی ۱۲ متر، از ۲۲ متری تا ۳۴ متری ستون چینه‌شناسی (نمونه‌های 1-MN4 تا 5-MN4) را شامل می‌شود. آخرین ظهور (LO) گونه‌های *Micrantholithus hoschulzzi* یا *Micrantholithus obtusus* زیست‌زون CC7 را به زیرزون‌های CC7a و CC7b تقسیم می‌کند. آخرین ظهور (LO) گونه *Micrantholithus obtusus* مبنایی برای تقسیم زیرزون‌های NC7A و NC7B است (Sissingh, 1977; (Pearch-Nielsen, 1985). ولی تا جایی که اولین حضور (FO) گونه *Prediscosphaera columnata* دیده می‌شود؛ این گونه دیده نشد. گونه‌های موجود در جامعه فسیلی همراه این زیرزون مانند *Prediscosphaera*، *Eprolithus floralis*،

در برش مورد مطالعه ۷۶ گونه نانوفسیلی متعلق به ۳۰ جنس از ۱۵ خانواده شناسایی شد. در شکل ۶ انتشار و پراکندگی نانوفسیل‌های آهکی موجود در برش نیمبلوک نشان داده شده است. زیست‌زون‌های شناسایی شده، برطبق الگوهای (CC) (Sissingh (1977) و Roth (1978) (NC) از قاعده به سوی رأس (شکل ۷) به تشریح آمده است. شماری از جنس و گونه‌های نانوفسیل‌های آهکی موجود در برش نیمبلوک در پلیت‌های ۱ و ۲ آورده شده است.

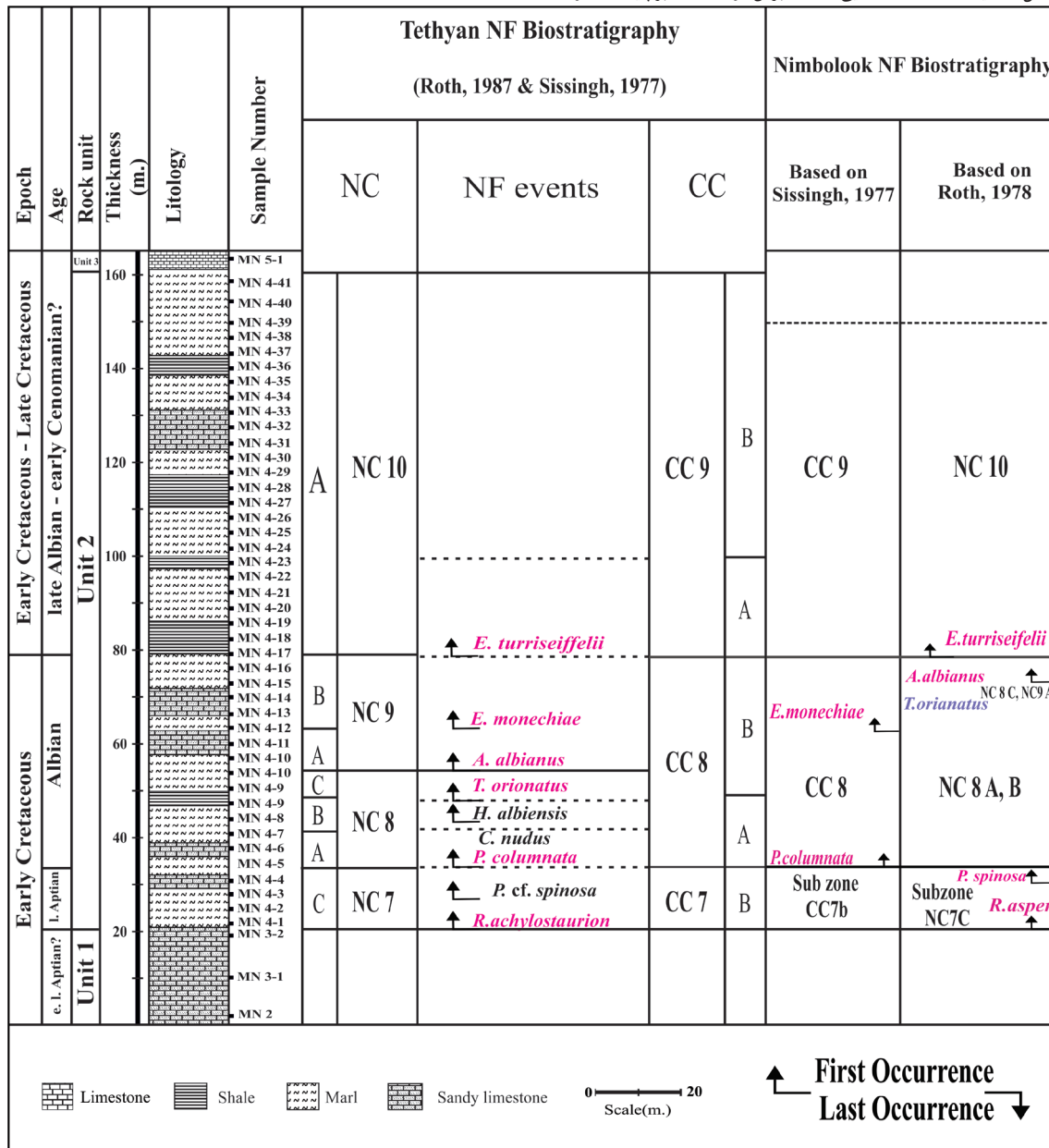
۴-۱. بخشی از زیست‌زون CC7) Chiastozygus litterarius Zone (بخشی از زیرزون CC7b معادل با زیرزون NC7C):

این زیست‌زون بر پایه اولین ظهور (FO) گونه *Chiastozygus litterarius* تا اولین ظهور (FO) گونه *Prediscosphaera columnata* تعریف شده است. زیست‌زون CC7 توسط Thierstein (1971) معرفی و توسط Manivit et al. (1977) تصحیح شده است. همچنین بر پایه این مطالعات در برش مورد بررسی، نمونه 1-MN4 تا نمونه 17-MN4 گونه *Chiastozygus litterarius* ملاحظه نشد. حضور گونه *P. columnata* در شماره نمونه 5-MN4 مرز بالایی این زون را نشان می‌دهد. این زون با سترایی ۱۲ متر، از ۲۲ متری تا ۳۴ متری ستون چینه‌شناسی (نمونه‌های 1-MN4 تا 5-MN4) را شامل می‌شود. آخرین ظهور (LO) گونه‌های *Micrantholithus hoschulzzi* یا *Micrantholithus obtusus* زیست‌زون CC7 را به زیرزون‌های CC7a و CC7b تقسیم می‌کند. آخرین ظهور (LO) گونه *Micrantholithus obtusus* مبنایی برای تقسیم زیرزون‌های NC7A و NC7B است (Sissingh, 1977; (Pearch-Nielsen, 1985). ولی تا جایی که اولین حضور (FO) گونه *Prediscosphaera columnata* دیده می‌شود؛ این گونه دیده نشد. گونه‌های موجود در جامعه فسیلی همراه این زیرزون مانند *Prediscosphaera*، *Eprolithus floralis*،

شکل ۶- پراکندگی نانوفسیل‌های آهکی در برش نیمبلوک.



شکل ۷- زیست‌زون‌های شناسایی شده در برش مورد مطالعه بر پایه دو الگوی (Sissingh (1977 و Roth (1978



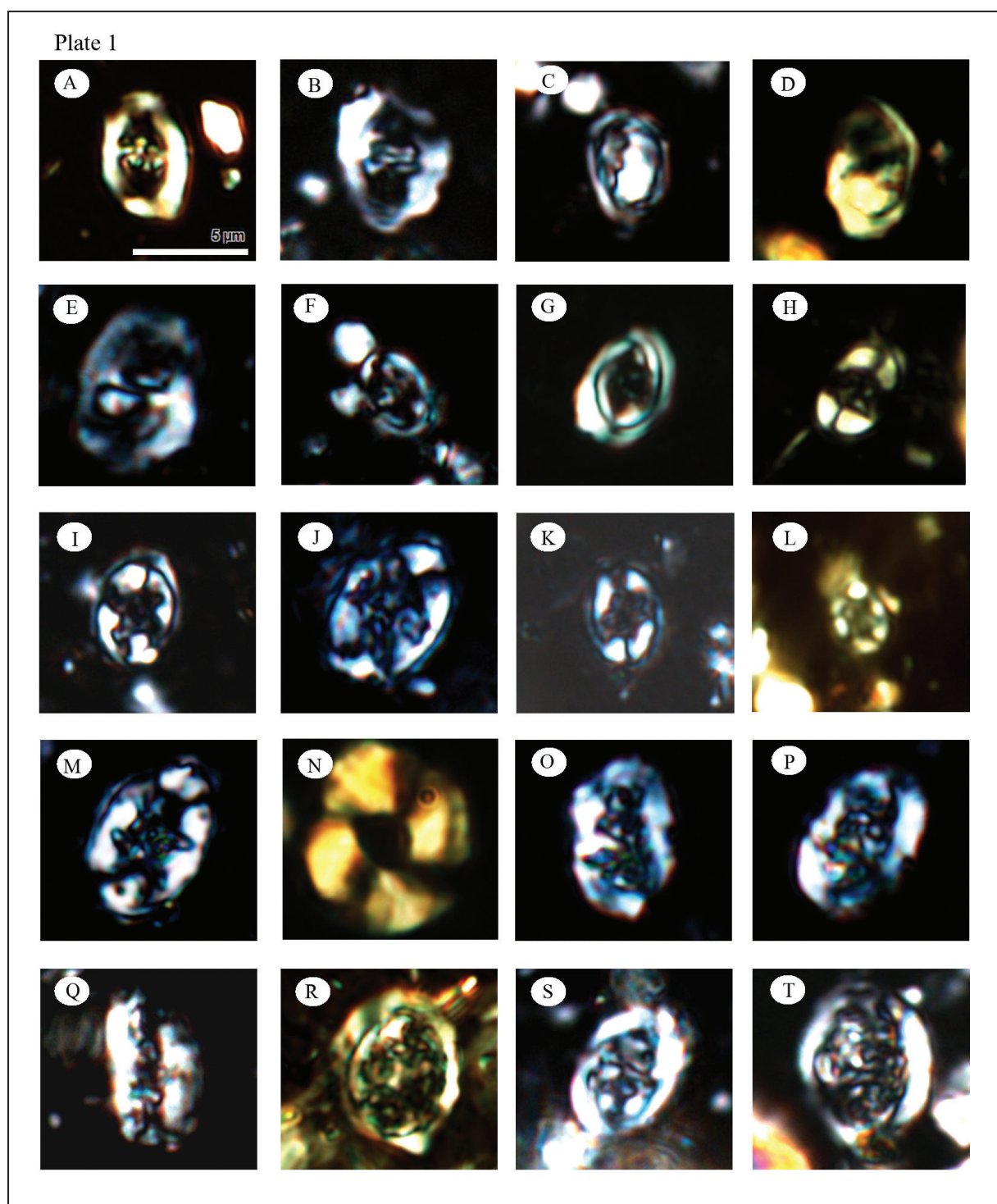


Plate 1- Cross Polarized light (XPL) of calcareous nannofossil pictures from early Cretaceous of Nimbolook section. (MN= Nimbolook). Scale bar for all pictures: 5 μ m.

(A) *Amphiizygus brooksii*, (XPL), Sample No. MN 44-; (B) *Amphiizygus brooksii*, (XPL), Sample No. MN 415-; (C) (10 °rotated), *Tranolithus orionatus*, (XPL), Sample No., MN 417-; (D) *Tranolithus orionatus*, (XPL), Sample No., MN 424-; (E) (10 °rotated), *Tranolithus orionatus*, (XPL), Sample No., MN 414-; (F) (40 ° rotated), *Stauroolithes* sp., (XPL), Sample No. MN 424-; (G) (30 °rotated), *Placozygus fibuliformis*, Sample No. MN 41-; (H) (30 °rotated), *Eiffelithus turriseiffelii*, Sample No. MN 417-; (I) (10 °rotated), *Eiffelithus monechiae*, Sample No. MN 414-; (J) (20 °rotated), *Eiffelithus monechiae*, Sample No. MN 414-; (K) *Eiffelithus monechiae*, Sample No. MN 414-; (L) *Eiffelithus monechiae*, Sample No. MN 49-; (M) *Eiffelithus turriseiffelii*, Sample No. MN 423-; (N), *Cyclagelosphaera* sp., Sample No. MN 49-; (O) *Rhagodiscus reniformis*, Sample No. MN 414-; (P) (30 °rotated), *Rhagodiscus reniformis*, Sample No. MN 414-; (Q) *Rhagodiscus reniformis*, Sample No. MN 424-; (R) *Rhagodiscus asper*, Sample No. MN 45-; (S) (30° rotated) *Rhagodiscus asper*, Sample No. MN 45-; (T) *Rhagodiscus asper*, Sample No. MN 423-.

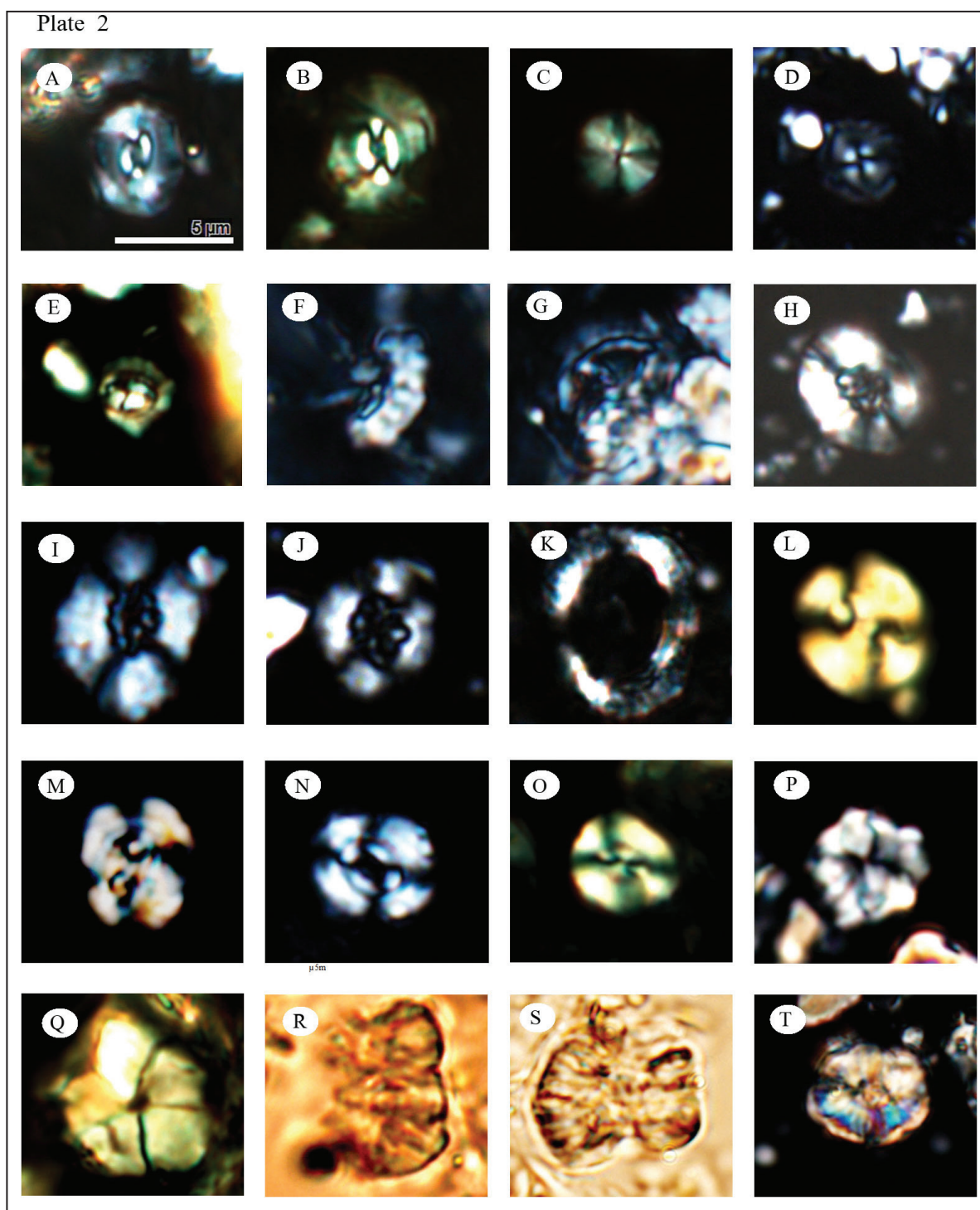


Plate 2- Cross Polarized Light (XPL) and Plane Polarized Light (PPL) of calcareous nannofossil pictures from early Cretaceous of Nimbolook section. (All pictures are XPL except R & S). (MN= Nimbolook). Scale bar for all pictures: 5 μ m.

(A) *Biscutum constans*, (XPL), Sample No. MN 44-; (B) *Biscutum constans*, (XPL), Sample No. MN 414-; (C) *Discorhabdus ignotus*, Sample No. MN 41-; (D) *Discorhabdus ignotus*, Sample No. MN 423-; (E) *Prediscosphaera columnata*, Sample No. MN 45-; (F) *Prediscosphaera* cf. *P. cretacea*, Sample No. MN 49-; (G) *Prediscosphaera* cf. *P. spinosa*, Sample No. MN 414-; (H) *Retecapsa angustiforata*, Sample No. MN 424-; (I) *Retecapsa angustiforata*, Sample No. MN 414-; (J) *Retecapsa ficula*, Sample No. MN 415-; (K) *Manivitella pemmatoidea*, Sample No. MN 414-; (L) *Watznaueria biporta*, Sample No. MN 44-; (M) *Watznaueria biporta*, Sample No. MN 414-; (N) *Watznaueria fossacincta*, Sample No. MN 411-; (O) *Watznaueria barnesiae*, Sample No. MN 42-; (P) *Eprolithus floralis*, Sample No. MN 414-; (Q) *Braarudosphaera africana*, Sample No. MN 45-; (R) *Nannoconus multicaudus*, (PPL), Sample No. MN 423-; (S) *Nannoconus truittii rectangularis*, (PPL), Sample No. MN 415-; (T) *Nannoconus* sp. (Top view), Sample No. MN 415-.

دارد (Frakes, 1979). در میان گونه‌های موجود در برش مورد مطالعه جنس و گونه‌های *Rhagodiscus spp.* و گونه *Rhagodiscus asper* رایج‌ترین گونه‌ها در نمونه‌های مورد مطالعه هستند. جنس و گونه‌های *Cyclogelosphaera margereli*, *Zeugrhabdotus diplogrammus*, *Nannoconus spp.*, *Eiffelithus turriseiffelii*, *Rhagodiscus asper*, *Ragodiscus achlyostaurion*, *Tranolithus orionatus* Erba et al., 1992; Watznaueria spp. به‌عنوان گونه‌های آب گرم مطرح شده‌اند (Mutterlose, 1992; Herrle et al., 2003; Linnert and Mutterlose, 2009; Do Monte Guerra et al., 2011). گونه‌های آب گرم نشان‌دهنده عرض‌های جغرافیایی پایین تا متوسط هستند. گونه‌های *Zeugrhabdotus embergeri* و *Biscutum constans* به عنوان گونه‌های شاخص آب‌های سرد سطحی معرفی شده‌اند (Tiraboschi et al., 2009). حضور این گونه‌ها در اجتماعات فسیلی نشانگر پالس‌هایی از خنکی آب‌وهوا در شرایط گرم کرتاسه پیشین است که برای بررسی این روندها نیاز به مطالعات دیرینه‌بوم‌شناسی به‌صورت نیمه کمی و کمی است که از حوصله این نوشتار خارج است و در آینده به آن پرداخته خواهد شد. همچنین گونه‌هایی مانند *Tranolithus orionatus* و *Watznaueria barnesiae* به‌صورت جهانی در همه عرض‌های جغرافیایی حضور دارند (Thierstein, 1971; Roth, 1978; Sissingh, 1977; Perch-Nielsen, 1985; Bown, 1998).

در قاعده برش نیمبلوک با توجه به نوع ترکیب سنگی و فرایندهای دیاژنزی امکان استخراج هیچ گونه نانوفسیلی وجود نداشته است. در ادامه بخش بالایی آپتین پسین و در ابتدا با شروع زیرزون CC7b معادل با زیرزون NC7c، نانوفسیل‌ها با فراوانی و گوناگونی ضعیفی ظاهر شدند. میزان حفظ‌شدگی در این نانوفسیل‌ها به دلیل فرایندهای دیاژنزی و خوردگی، ضعیف است اما در طول زیست‌زون CC8 معادل زون‌های NC8 و NC9 میزان حفظ‌شدگی در حد ضعیف تا متوسط و با افزایش گوناگونی و فراوانی گونه‌های نانوفسیلی همراه است. این حفظ‌شدگی ضعیف احتمالاً ناشی از نوع ترکیب سنگی و تأثیر فرایندهای دیاژنزی است. گونه‌هایی مقاوم در برابر شرایط نامساعد محیطی همچون *Watznaueria barnesiae* و *Cyclogelosphaera sp.* (Erba et al., 1992)، در بیشتر نمونه‌های برش نیمبلوک فراوان هستند.

۵- نتیجه‌گیری

در این پژوهش، از برش نیمبلوک یک سری رسوبات بی‌نام متعلق به رسوبات حاشیه بلوک لوت که متعلق به سن کرتاسه هستند؛ به ستبرای ۱۶۴ متر و ۵۲ نمونه برای مطالعه بر پایه نانوفسیل‌های آهکی برداشت شد. بر پایه مطالعات انجام شده، ۷۶ گونه نانوفسیلی متعلق به ۳۰ جنس از ۱۵ خانواده در این برش شناسایی شد. در طی مطالعات زیست‌چینه‌نگاری برش یاد شده سه زیست‌زون از قاعده تا رأس برش بر پایه الگوی (Sissingh (1977) و Roth (1978) در منطقه تیتس مشخص شد. ۱) بخشی از *Chiastozygus litterarius Zone* یا بخشی از زیرزون CC7B معادل با زیرزون NC7C؛ ۲) *Prediscosphaera columnata Zone* یا CC8 معادل با زون‌های NC8 و NC9؛ ۳) بخشی از *Eiffelithus turriseiffelii Zone* یا CC9 معادل با بخشی از زون NC10.

بر پایه مطالعات زیست‌چینه‌نگاری سن نسبی آپتین پسین-آلبین و سنومانین پیشین؟ (late Aptian-Albian-early Cenomanian) برای نهشته‌های مورد مطالعه پیشنهاد می‌شود. مجموعه نانوفسیل‌های آهکی موجود در این رسوبات نشانگر نهشته شدن رسوبات برش نیمبلوک در شرایط آب‌وهوای گرم کرتاسه پایینی با دوره‌های کوتاهی از خنکی هواست که در عرض‌های جغرافیایی متوسط تا پایین حوضه تیتس نهشته شده‌اند.

زیرزون‌های NC8A و NC8B معادل CC8a هستند. زیرزون‌های NC8C و NC9 (معادل با زیست‌زون CC8b) در این برش هستند ولی نمی‌توان آنها را تفکیک کرد؛ زیرا گونه‌های شاخص زونی به دلیل تغییر ترکیب سنگی از شیل و مارن به آهک و حفظ‌شدگی بسیار ضعیف در این سری از رسوبات دیده نشدند.

زیست‌زون NC9 از اولین حضور (FO) گونه *Axopodorhabdus albianus* تا اولین حضور گونه *Eiffelithus turriseiffelii* شناخته می‌شود. این زیست‌زون به دو زیرزون NC9A و NC9B با حضور گونه *Eiffelithus monechiae* تقسیم می‌شود که حضور آن از شماره 12-MN4 در ۶۳ متری ستون چینه‌شناسی ثبت شده است. زیرزون NC9A بر پایه اولین ظهور (FO) گونه *Axopodorhabdus albianus* تا اولین ظهور (FO) گونه *Eiffelithus monechiae* تعریف می‌شود. اما به دلیل اینکه گونه *Axopodorhabdus albianus* تنها در یک نمونه ملاحظه شد که بالاتر از ظهور گونه *Eiffelithus monechiae* است؛ بنابراین نمی‌توان زیرزون‌های NC9A و NC9B را تفکیک کرد. زیرزون NC9B نیز از اولین حضور (FO) گونه *Eiffelithus monechiae* تا اولین حضور (FO) گونه *Eiffelithus turriseiffelii* تعریف و از MN-12 تا MN-17 (از ۶۳ متری تا ۷۹ متری ستون چینه‌شناسی) را شامل می‌شود. با این توضیحات، این سری از رسوبات برش مورد مطالعه دارای زیست‌زون CC8 از الگوی زیست‌زون‌بندی (Sissingh (1977) معادل با زیست‌زون‌های NC8 و NC9 از زیست‌زون‌بندی (Roth (1978) و دارای سن آلبین پیشین تا میانی (early to middle Albian) و بخش‌هایی از آلبین پسین (parts of late Albian) است.

۴-۲. بخشی از *Eiffelithusturriseiffelii Zone* یا CC9 معادل با بخشی از زون NC10

زیست‌زون CC9 که با اولین ظهور (FO) گونه *Eiffelithus turriseiffelii* تا اولین حضور (FO) گونه *Microrhabdulus decoratus* معرفی می‌شود؛ توسط Thierstein (1971) معرفی و توسط Sissingh (1977) تصحیح شده است. ستبرای این زیست‌زون ۷۱ متر است که از نمونه‌های 17-MN4 تا 39-MN4 (از ۷۹ متری تا ۱۵۰ متری ستون چینه‌شناسی) را شامل می‌شود. به دلیل اینکه در رسوبات مورد مطالعه گونه *Corolithion kennedyi* دیده نشد، این بخش از رسوبات را می‌توان بخشی از زیست‌زون CC9 در نظر گرفت که معادل با بخشی از زیست‌زون NC10 است. در طول این زیست‌زون میزان حفظ‌شدگی در حد ضعیف تا متوسط بوده و با افزایش گوناگونی و فراوانی گونه‌های نانوفسیلی همراه است. زیست‌زون CC9 از زیست‌زون‌بندی (Sissingh (1977) معادل با زیست‌زون NC10 از زیست‌زون‌بندی (Roth (1978) است. گونه *Microrhabdulus decoratus* نیز در این رسوبات یافت نشده و بنابراین تنها بخشی از این زیست‌زون در رسوبات مورد مطالعه شناسایی شده است. برای این زیست‌زون سن بخش آلبین پسین (late Albian) - سنومانین پیشین؟ (early Cenomanian) پیشنهاد می‌شود.

تجمعات نانوفسیلی به عوامل بسیاری بستگی دارد و با تغییرات ایجاد شده در هر یک از فاکتورهای مؤثر، فراوانی و گوناگونی نانوفسیل‌های آهکی تغییر می‌کند. نانوفسیل‌های آهکی نه تنها به ساختار گرمایی اقیانوس‌ها و دی‌اکسید کربن (CO_2) اتمسفر وابسته است، بلکه نسبت به فاکتورهایی مانند نور، میزان مواد غذایی، دما و دیگر عوامل زیست‌محیطی مانند شوری حساس هستند (Erba, 2004; Mutterlose et al., 2005). ترکیب اجتماعات نانوفسیل‌های آهکی نیز به عرض‌های جغرافیایی، جریان‌های اقیانوسی و توده‌های آب وابسته است (Winter et al., 1994). همچنین انحلال و دیاژنیز بر حفظ‌شدگی نانوفسیل‌ها و تجمع آنها تأثیرگذار است (Herrle et al., 2003).

دوره کرتاسه به عنوان یک دوره با شرایط آب‌وهوایی به نسبت گرم در نظر گرفته شده است؛ اما شواهدی از دوره‌هایی از خنکی آب‌وهوا وجود

کتابنگاری

اسدی، ا.، ۱۳۹۲- چینه‌نگاری زیستی و محیط دیرینه نهشته‌های کرتاسه زیرین بر اساس اربیتولین‌ها در برش نیمبلوک (شمال غرب قائن) شرق ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه بیرجند، ۱۱۸ ص.

اشتوکلین، ی.، افتخارنژاد، ج. و هوشمندزاده، ع.، ۱۳۵۲- بررسی مقدماتی زمین‌شناسی در لوت مرکزی، شرق ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، گزارش شماره ۲۲، ۸۶ ص.

رئیس‌السادات، س. ن.، اسدی، ش.، زارعی، ح.، خزاعی، ا. ح.، مرتضوی، م.، معتمدالشریعتی، م.، موسوی‌نیا، ع.، مولودی، د. و یزدی مقدم، م.، ۱۳۹۳- چینه‌نگاری، دیرینه‌بوم‌شناسی و دیرینه‌زیست‌جغرافیای رسوبات کرتاسه در شرق بلوک لوت (ناحیه قائن)، مجموعه مقالات هجدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه تربیت مدرس، ۳ تا ۴ دی‌ماه، صص. ۶۰۰ تا ۶۱۰.

رئیس‌السادات، س. ن.، موسوی‌نیا، ع.، خزاعی، ا.، اسدی، ش.، ۱۳۹۰- چینه‌نگاری رسوبات کرتاسه در (جنوب قائن) شرق ایران، پنجمین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران، صص. ۲۱۶ تا ۲۲۲.

شریفی، ج.، ۱۳۹۴- چینه‌نگاری و پالئواکولوژی رسوبات کرتاسه در برش‌های نیمبلوک و کرچ (غرب قائن) بر مبنای فون آمونیتی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، ۱۳۶ ص.

مولودی، د.، معتمدالشریعتی، م.، رئیس‌السادات، س. ن. و مرتضوی، م.، ۱۳۹۳- پالئواکولوژی نهشته‌های رسوبی کرتاسه (آلبین-سنومانین؟) در شمال غرب قائن بر اساس فرامینفرا. هشتمین همایش دیرینه‌شناسی ایران، دانشگاه زنجان.

هادوی، ف.، نطقی مقدم، م.، خدادادی، ل. و رضازاده، ف.، ۱۳۹۳- نانوآستراتیگرافی نهشته‌های کرتاسه پیشین در فتح‌آباد (شمال غرب قائن)، مجموعه مقالات سی و سومین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

References

- Applegate, J. L. and Bergen, J. A., 1988- Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy of sediments recovered from the Galicia Margin, ODP Leg 103. In: Boillot, G., Winterer, E. L., et al., Proc. ODP, Sci. Results, 103: College Station, TX (Ocean Drilling Program), p. 293-348.
- Bown, P. R. and Young, J. R., 1998- Techniques. In: Bown, P. R. (Ed.), Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. British Micropaleontological Society Publications Series, Chapman and Hall (Kluwer Academic Publishers), London, pp. 16-28.
- Bown, P. R., 1998- Calcareous Nannofossil Biostratigraphy, British Micropaleontological Society Publication Series, Chapman and Hall (Kluwer Academic Publishers) pp. 1-315.
- Bralower, T. J., Monechi, S. and Thierstein, H. R., 1989- Calcareous nannofossil zonation of the Jurassic- Cretaceous boundary interval and correlation with the geomagnetic polarity timescale. Marine Micropaleontology 14, 153-235.
- Bramlette, M. N. and Riedel, W. R., 1954- Stratigraphic value of discoasters and some other microfossils related to Recent coccolithophores. Journal of Paleontology 28, 385-403.
- Bramlette, M. N. and Sullivan, F. R., 1961- Coccolithophorids and related Nannoplankton of the early Tertiary in California. Micropaleontology, 7 (2), 129-188.
- Bramlette, M. N. and Wilcoxon, J. A., 1967- Middle Tertiary calcareous nannoplankton of the Cipero section, Trinidad, W. I. Tulane Studies in Geology and Paleontology 5 (3), 93-131.
- Burnett, J. A., 1998- Upper Cretaceous. In P.R. Bown (Ed.), Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. British Micropaleontology Society Publications Series, Kluwer Academic Publishers, London, pp. 132-199.
- Clap, F. G., 1940- Geology of Eastern Iran. Bulletin of the Geological Society of America 51, 1-102.
- Do Monte Guerra, R., Riogi Tokutake, L. and Fauth, G., 2011- Cretaceous calcareous nannofossils from Pelotas Basin, Brazil: Biostratigraphic and paleoecological inferences. Journal of South American Earth Sciences, 36, 55-71.
- Erba, E., 2004- Calcareous nannofossils and Mesozoic oceanic anoxic events, Marine Micropaleontology 52, 85-106.
- Erba, E., Castradori, D., Guasti, G. and Ripepe, M., 1992- Calcareous nannofossils and Milankovitch cycles: the example of the Albian Gault Clay Formation (southern England). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 93, 47-69.
- Fauvelet, E. and Eftekharneshad, J., 1990- (compiler). Explanatory text of the Qayen quadrangle geological map, 1/250000 scales, 200 pp. Geological Survey of Iran, Tehran.
- Frakes, L. A., 1979- Climates Throughout Geologic Time, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, The Netherlands, 310 p.
- Herrle, J. O., Pross, J., Friedrich, O., Köbber, P. and Hemleben, C. 2003- Forcing mechanisms for mid-Cretaceous black shale formation: evidence from the Upper Aptian and Lower Albian of the Vocontian Basin (SE France), Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 190, 399-426.
- Linnert, C. and Mutterlose, J., 2009- Evidence of increasing surface water oligotrophy during the Campanian-Maastrichtian boundary interval: Calcareous nannofossils from DSDP Hole 390A (Blake Nose). Marine Micropaleontology, 73, 26-36.
- Manivit, H., Perch-Nielsen, K., Prins, B. and Verbeek, J. W., 1977- Mid Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy. Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, B 80, 3, 169-81.
- Motamedalshariati, M., Raisossadat, S. N., Moloudi, D., and Mortazavi, M., 2016- Foraminifera biozonation and morphogroups from Nimboolook section, east margin of Lut block, Iran. Arabian Journal of Geoscience, 9, 720 (1-11), DOI 10.1007/s12517-016-2709-y.

- Mutterlose, J., 1992- Biostratigraphy and palaeobiogeography of Early Cretaceous nannofossils. *Cretaceous Research* 13, 167-189.
- Mutterlose, J., Bornemann, A. and Herrle, J. O., 2005- Mesozoic calcareous nannofossils state of the art. *Palaontologische Zeitschrift* 79/1, 113-133.
- Perch-Nielsen, K., 1985- Mesozoic calcareous nannofossils. In: Bolli, H. M., Saunders, J. B., Perch- Nielsen, (Eds.), *Plankton Stratigraphy*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp. 329-427.
- Raisossadat, S. N., Wang, P. L., Mortazavi, M., Motamedalshariati, M. and Sharifi, J., 2015- Biostratigraphy and chemostratigraphy of Upper Albian-Lower Cenomanian deposits in southwest Qayen area of eastern Iran, 2nd International Congresson Stratigraphy, STRATI 2015, Abstract, Berichtedes Institutes für Erdwissen schaften Karl-Franzens-Universität Graz, Band 21, p. 316.
- Roth, P. H. and Thierstein, H., 1972- Calcareous nannoplankton: Leg 14 of the Deep Sea Drilling Project. In: Hayes, D. E., Pimm, A. C., et al., *Initial Reports DSDP*, 14, 421-485.
- Roth, P. H., 1978- Cretaceous nannoplankton biostratigraphy and oceanography of the Northwestern Atlantic Ocean. *Initial Report Deep Sea Drilling Project*, 44, 731-59.
- Sissingh, W., 1977- Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. *Geol. Mijnbouw* 56 (1), 37-65.
- Thierstein, H. R., 1971- Tentative Lower Cretaceous nannoplankton zonation. *Eclog. Geol. Helv.* 64, 459-88.
- Tiraboschi, D., Erba, E. and Jenkyns, H. C., 2009- Origin of rhythmic Albian black shales (Piobbico core, central Italy): Calcareous nannofossil quantitative and statistical analyses and paleoceanographic reconstructions. *Paleoceanography*, 1-21.
- Winter, A., Jordan, R. W. and Roth, P. H., 1994- Biostratigraphy of living coccolithophorids in Ocean waters, in Winter, A., Siesser, W.G., (Eds), *Coccolithophores*: Cambridge University Press, pp. 161-178.

Calcareous nannofossils biostratigraphy of lower Cretaceous deposits of east of Iran, NW of Qayen (Nimbolook stratigraphic section)

Z. latifi¹, F. Foroughi², M. Motamedalshariati^{3*} and S. N. Raeisossadat⁴

¹M.Sc., Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran

²Assistant Professor, Faculty of Geology, Collage of Science, University of Tehran, Tehran, Iran

³Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran

⁴Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran

Received: 2016 November 12

Accepted: 2017 September 27

Abstract

Calcareous nannofossils of Nimbolook section in north west of Qayen, east of Iran have been investigated. The section is 164 m thick and consists of limestone, marlstone and shale. Seventy six nannofossil species belong to thirty genera from fifteen families were identified. Based on the identified calcareous nannofossils, a part of subzone CC7b and biozone CC8 and a part of biozone CC9 of Sissingh biozonation (1977) and a part of subzone NC7 and biozones NC8, NC9 and a part of biozone NC10 of Roth biozonation (1978) have been suggested for the Nimbolook section. Therefore, an age of late Aptian–Albian and early Cenomanian? is assigned to the deposits of this section.

Keywords: Nimbolook section, Biostratigraphy, Calcareous Nannofossil, Lower Cretaceous, Qayen

For Persian Version see pages 41 to 50

*Corresponding author: M. Motamedalshariati; E-mail: mmotamed@birjand.ac.ir