

زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های کرتاسه براساس نانوفسیل‌های آهکی در برش کوهبنان (شمال غرب کرمان، حوضه رسوبی ایران مرکزی)

مرضیه نطقی مقدم^(*)

۱. دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۲۰

چکیده

برای مطالعه میکروبیواسراتیگرافی نهشته‌های کرتاسه ایران مرکزی، برش کوهبنان در شمال غرب کرمان انتخاب شده است. ضخامت بررسی‌شده نهشته‌های کرتاسه در این برش ۳۲۶ متر بوده و بیشتر شامل مارن و سنگ‌آهک است. مطالعات انجام شده منجر به شناسایی ۱۷ جنس و ۳۸ گونه از نانوفسیل‌های آهکی شد. براساس نانوفسیل‌های آهکی شاخص، این برش به چهار زیست‌زون استاندارد *Chiastozygus litterarius zone*، *Prediscosphaera columnata zone*، *Eiffellithus turriseiffelii zone* و لبه پایینی *Microrhabdulus decoratus zone* تفکیک شد. بر مبنای این زیست‌زون‌ها، نهشته‌های مورد بررسی در این برش، بازه آپتین تا سنومانین پیشین را در بر می‌گیرند. اولین ظهور *Microrhabdulus decoratus* همراه با *Braarudosphaera bigelowii* در سنومانین و آخرین ظهور *Eiffellithus parvus*، *Lithraphidites alatus* و *Braarudosphaera africana* در سنومانین نشانگر عبور از کرتاسه پیشین و آغاز کرتاسه پسین در این برش است.

واژه‌های کلیدی: ایران مرکزی، زیست‌چینه‌نگاری، کرتاسه، کرمان، نانوفسیل‌های آهکی.

مقدمه

واحدهای تکتونیکی آن طی فرورانش و برخورد نهایی صفحه آفریقا-عربستان با ایران که از زمان مزوزوئیک آغاز شده، ایجاد شده‌اند (Reuter et al., 2009). پویایی این حوضه منجر شده تا ناهمسانی‌های ساختاری-رسوبی گسترده و نبودهای چینه‌نگاری مهمی را درون خود جای دهد و متشکل از چندین خردقاره باشد (آقنابتی، ۱۳۸۴). ایران

فلات ایران از قطعات قاره‌ای متعددی تشکیل شده که با گسل‌ها و زمین‌درزهای متعدد در کنار هم قرار گرفته‌اند (Nadimi, 2007). ایران مرکزی پیکره اصلی و میانی فلات ایران را تشکیل می‌دهد که در زمان‌های مزوزوئیک و سنوزوئیک به منطقه‌ای پرتحرک و پویا تبدیل شده و

* نویسنده مرتبط: m.n.moghaddam@gmail.com/notghi.m@pnu.ac.ir

حوضه رسوبی ایران مرکزی است که در غرب آن رخنمون مناسبی از نهشته‌های کرتاسه وجود دارد. نهشته‌های مذکور حاوی ماکروفسیل‌ها و میکروفسیل‌های متعدد هستند. برش کوهبنان دارای طول جغرافیایی $8^{\circ}52'55''$ شرقی و عرض جغرافیایی $6^{\circ}23'31''$ شمالی است. دسترسی به برش مذکور از طریق جاده آسفالت کرمان-کوهبنان و عبور از چترود، زرد و کیانشهر و یا از مسیر هجدک و راور امکان‌پذیر است (شکل ۱). توالی نهشته‌های کرتاسه نمونه‌برداری شده در برش کوهبنان با ضخامت ۳۲۶ متر متشکل از واحد مارنی به ضخامت ۱۷۱ متر است. مارن‌های نمونه‌برداری شده به رنگ خاکستری مایل به سبز دیده شده، دارای بین‌لایه‌های شیل‌های آهکی است و به صورت هم‌شیب بر روی ماسه‌سنگ‌های ژوراسیک قرار دارد. در ادامه ۱۲۰ متر سنگ‌آهک‌های قهوه‌ای تا مایل به خاکستری تیره نهشته شده است. سپس واحد مارن مایل به سبز با ضخامت کمتر و در حدود ۳۵ متر مشاهده می‌شود. مرز فوقانی توالی نمونه‌برداری شده، به صورت تدریجی و عادی با سنگ‌آهک‌های خاکستری تیره و ضخیم لایه است (شکل ۳).

روش مطالعه

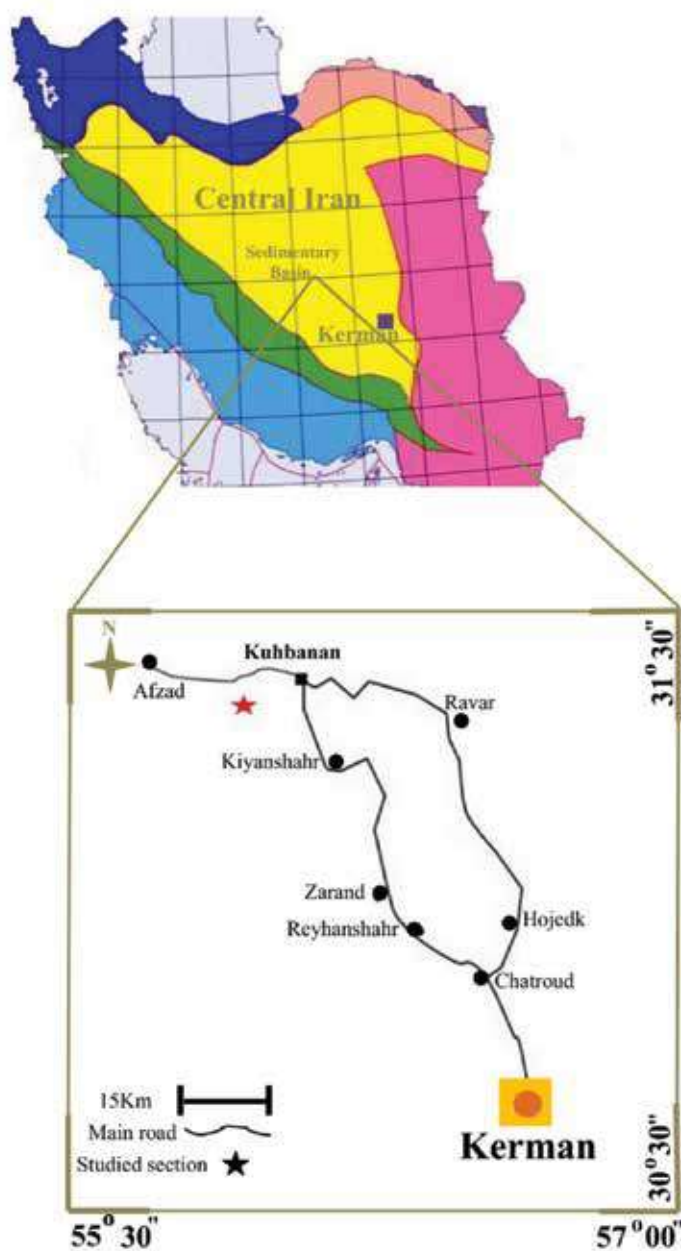
برای مطالعه نهشته‌های کرتاسه ایران مرکزی در برش کوهبنان، تعداد ۱۰۷ نمونه در راستای عمود بر لایه و از عمق حدود ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متری و با فواصل سه متری برداشت شد. بعد از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه میکروفسیل، آماده‌سازی نمونه‌ها مبتنی بر روش اسمیراسلاید (Bown and Young, 1998) انجام شده و اسمیراسلایدها با میکروسکوپ نوری الپوس مدل BH2 و در دو نور PPL و XPL مطابق معمول مطالعات نانوفسیلی مانند سنماری و فروغی (۱۳۹۸) مطالعه شد. جنس و گونه‌های نانوفسیلی موجود عکس‌برداری شده و مانند نطقی‌مقدم و همکاران (۱۴۰۱) با استفاده از تعاریف پرچ نیلسون (Perch-Nielsen, 1985) و بون و یانگ (Bown, and Young, 1997) شناسایی شد (پلیت ۱).

مرکزی در سیستم کوهزایی آلپ-همالیا با البرز و کپه‌داغ در شمال، کوه‌های شرق ایران در شرق و زاگرس و مکران در غرب و جنوب احاطه شده (Berberian, 2014) و به بلوک لوت، فرازمین شتری، فرونشست طبس، فرازمین کلمرد، بلوک پشت بادام، فروافتادگی بیاضه-بردسیر و بلوک یزد بخش می‌شود (Berberian and King, 1981).

در این حوضه رسوبی نهشته‌های شیلی و مارنی، سنگ‌آهکی، ماسه‌سنگی و کنگلومرایی کرتاسه مشابه با سایر حوضه‌های رسوبی از رخنمون مناسبی برخوردار است ولی به دلیل تاثیر فعالیت‌های تکتونیکی شدید، به صورت مختلف در نواحی جغرافیایی کوتاه نهشته شده و بدون نام‌های رسمی هستند. با این وجود به دلیل ضخامت مناسب لایه‌های کرتاسه در این حوضه رسوبی، از دیرباز مطالعه سنگ‌های کرتاسه پهنه ساختاری ایران مرکزی از دیدگاه چینه‌نگاری و فسیل‌شناسی، مورد توجه پژوهشگران دیرینه‌شناس بوده است. برخی از مطالعات انجام شده بر روی رسوبات کرتاسه ایران مرکزی در کرمان توسط شمیرانی و آنتیکی‌نژاد (۱۳۷۲)، اصغری و همکاران (۱۳۷۷)، خسروتهرانی و فاریابی (۱۳۸۲)، احمدی و همکاران (۱۳۸۸)، وزیری و همکاران (۱۳۸۵)، رامی (۱۳۸۷)، عرب (۱۳۸۹)، هوکریده و همکاران (Huckriede, et al., 1962) و دیمیتریویچ (Dimitrijevic, 1973) ارائه شده است. علاوه بر آن تعداد کمی مطالعات نانوفسیلی نیز در کرمان از قبیل شه‌مرادی و همکاران (۱۴۰۱)، (Shahmoradi Fahreji, 2024) بر روی نهشته‌های مزوزوئیک و سنوزوئیک انجام شده است. به دلیل اهمیت بررسی دیرینه‌شناسی نانوفسیل‌های آهکی ایران و با توجه به تعیین سن نشدن نهشته‌های گستره کوهبنان با نانوفسیل‌های آهکی، بررسی دیرینه‌شناختی نهشته‌های منسوب به کرتاسه در این گستره انجام شده، ضمن معرفی جنس و گونه‌های نانوفسیلی، زون‌بندی زیستی و تعیین سن نهشته‌ها انجام می‌شود.

موقعیت برش و چینه‌شناسی

شهرستان کوهبنان در شمال غرب کرمان بخشی از



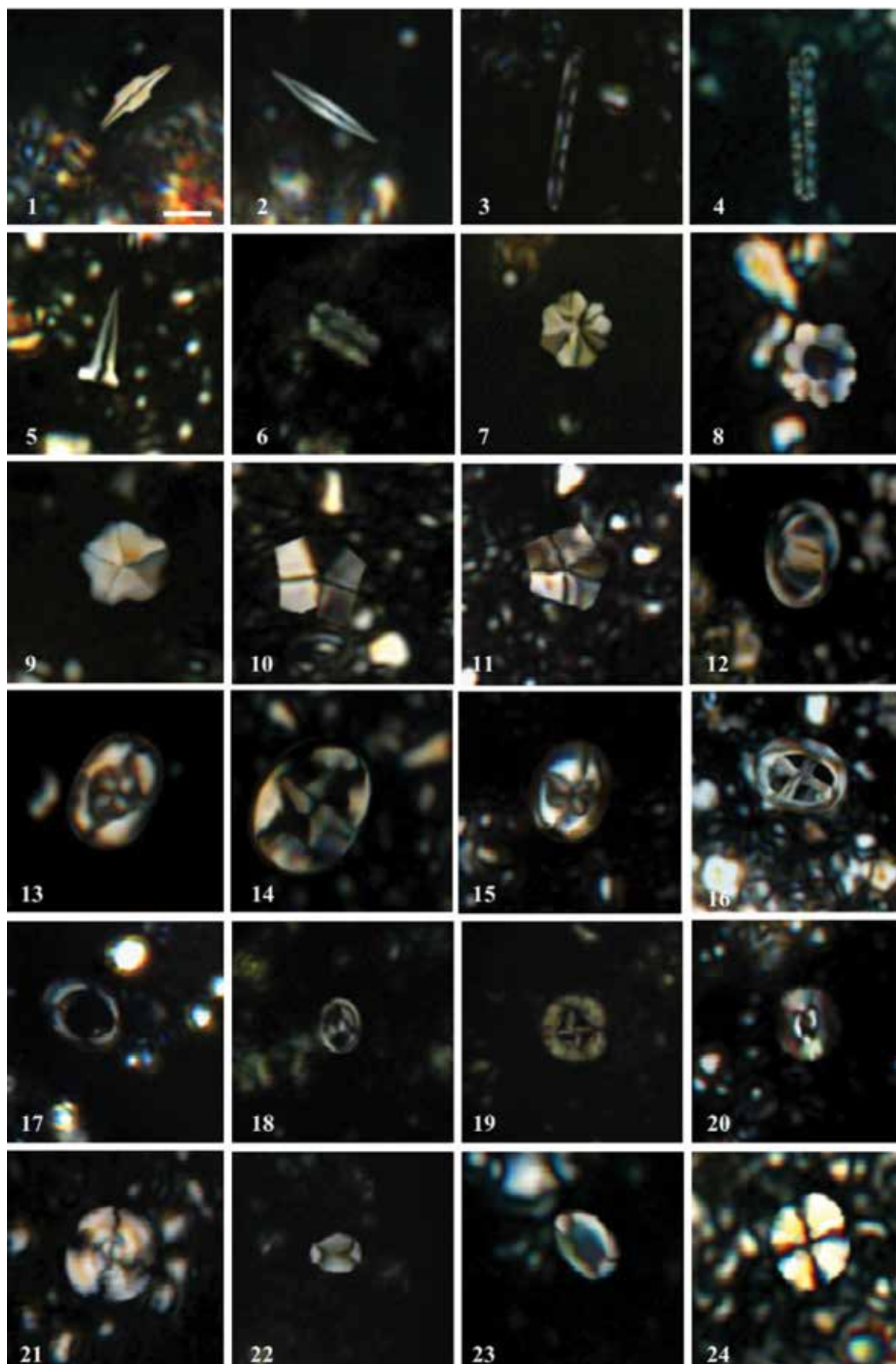
شکل ۱. موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه

بحث

حفظ‌شدگی و ترکیب گونه‌ای نانوفسیل‌های آهکی

سنماری (۱۴۰۰) مبتنی بر توضیحات راث (Roth, 1983) انحلال و دیاژنز را از عوامل تاثیرگذار بر روی فراوانی و مجموعه گونه‌های نانوفسیلی می‌داند. در صورت وجود عوامل مذکور در حوضه‌های رسوبی، گونه‌های نامقاوم و یا کم مقاوم نسبت به انحلال محکوم به حذف شدن بوده و در مقابل گونه‌های مقاوم در برابر انحلال و دیاژنز از فراوانی بیشتری

برخوردار می‌شوند. علاوه بر آن رشد ثانویه بلورهای کلسیت و انحلال که هر دو می‌تواند محصول دیاژنز باشد، حفظ‌شدگی نانوفسیل‌ها و ساختارهای ظریفشان را دستخوش تغییر کرده و شناسایی آن‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد. در این مطالعه ۳۸ گونه از ۱۷ جنس نانوفسیلی شناسایی شد. به طور کلی حفظ‌شدگی نانوفسیل‌های آهکی در نمونه‌های آماده شده از سنگ‌آهک‌های توالی مورد مطالعه براساس توضیحات راث (Roth, 1984) ضعیف تا



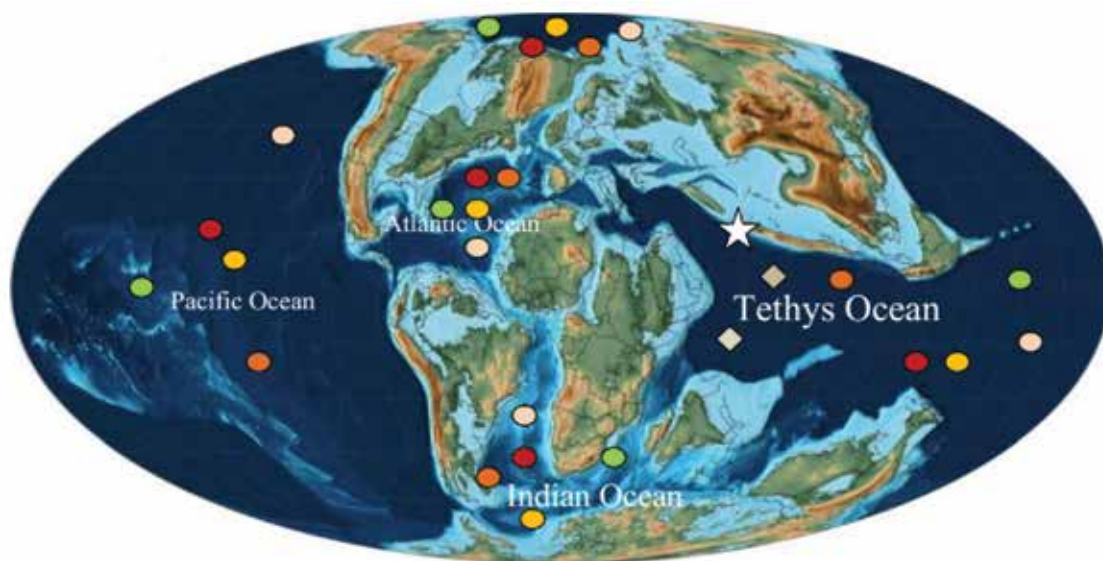
پلیت ۱. تصاویر نانوفسیل‌های آهکی شناسایی‌شده در برش کوهبنان (Scale bar: 5 μ m)

اسامی نانوفسیل‌های آهکی پلیت ۱. (K معرف نمونه مربوط به برش کوهبنان است)

- 1: *Lithraphidites pseudoquadratus* Crux, 1981 (K105)
- 2: *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963 (K63)
- 3: *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959 (K105)
- 4: *Microrhabdulus belgicus* Hay & Towe, 1963 (K92)
- 5: *Acuturris scotus* (Risatti, 1973) Wind & Wise in Wise & Wind, 1977 (K106)
- 6: *Lithraphidites bollii* (Thierstein, 1971) Thierstein, 1973 (K6)
- 7: *Assipetra terebrodentarius* (Applegate et al. in Covington & Wise, 1987) Rutledge & Bergen in Bergen, 1994 (K69)
- 8: *Eprolithus floralis* (Stradner, 1962) Stover, 1966 (K38)
- 9: *Micrantholithus obtusus* Stradner, 1963 (K11)
- 10: *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud 1935) Deflandre, 1947 (K107)
- 11: *Braarudosphaera regularis* Black, 1973 (K27)
- 12: *Zeugrhabdotus bicrescenticus* (Stover, 1966) Burnett in Gale et al., 1996 (K31)
- 13: *Eiffellithus parvus* Watkins & Bergen, 2003 (K98)
- 14: *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965 (K94)
- 15: *Eiffellithus gorkae* Reinhardt, 1965 (K30)
- 16: *Chiastozygus litterarius* (Górka, 1957) Manivit, 1971 (K1)
- 17: *Manivitella pemmatoidea* (Deflandre in Manivit, 1965) Thierstein, 1971 (K5)
- 18: *Zeugrhabdotus erectus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt, 1965 (K17)
- 19: *Prediscosphaera columnata* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1984 (K25)
- 20: *Biscutum constans* (Górka, 1957) Black in Black&Barnes, 1959 (K13)
- 21: *Watznaueria barnesiae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968 (K17)
- 22: *Assipetra infracretacea* (Thierstein, 1973) Roth, 1973 (K12)
- 23: *Repagulum parvidentatum* (Deflandre & Fert, 1954) Forchheimer, 1972 (K68)
- 24: *Cyclagelosphaera margerelii* Noël, 1965 (K54)

متوسط است. در این نمونه‌ها *Watznaueria barnesiae* که مقاوم در برابر انحلال است به کرات دیده می‌شود و برعکس گونه‌های نامقاوم و با ساختارهای ظریف مانند *Biscutum constans* در تعداد کمی از نمونه‌ها مشاهده شده‌اند. در مارن‌های مورد بررسی، نانوفسیل‌های آهکی با حفظ‌شدگی به نسبت خوب مشاهده شد و تعداد گونه‌های دارای ساختارهای ناحیه مرکزی مانند حفرات، صلیب‌ها و پل‌های تغییرشکل یافته بسیار اندک است. در میان گونه‌های نانوفسیلی شناسایی شده در برش کوهبنان، گونه‌هایی از قبیل *Biscutum constans* (شکل ۲).

Lithraphidites، *Cyclagelosphaera* spp. *Watznaueria* و *Zeugrhabdotus* spp.، *carniolensis* spp. از نانوفسیل‌هایی هستند که پراکندگی جهانی دارند (Herrle, 2003 Premoli Silva et al., 1989) و در حوضه‌های رسوبی مختلف دیده می‌شوند. علاوه بر آن‌ها *Micrantholithus* spp. و *Nannoconus* spp. انواعی از نانوفسیل‌ها هستند که فقط از حوضه تتیس گزارش شده‌اند (Perch-Nielsen, 1985, 1979; Mutterlose, 1987) و در این مطالعه با حفظ‌شدگی خوبی مشاهده شدند (شکل ۲).



● *Biscutum constans*; ● *Cyclagelosphaera* spp.; ● *Lithraphidites carnioleensis*; ● *Zeugrhabdotus* spp.;
● *Watznaueria* spp.
◆ *Micrantholithus* spp.; ◆ *Nannoconus* spp.

شکل ۲. پراکندگی پالئوژئوگرافی جنس و گونه‌های نانوفسیلی شناسایی شده برش مورد مطالعه در بازه زمانی کرتاسه
جنس و گونه‌های با پراکندگی جهانی؛ جنس و گونه‌های شاخص تتیس

رخدادهای نانوفسیلی

محدوده ابتدای آلبین پیشین است و تا پایان توالی حضور این گونه مشاهده شد. حادثه‌های زیستی فوق از ابتدای توالی تا ۷۵ متری ثبت شدند و به دنبال آن در ۲۹۷ متری از قاعده، اولین ظهور *Eiffelithus turriseiffelii* ثبت شد و تا پایان توالی در برخی از نمونه‌ها حضور دارد. اولین ظهور گونه‌ی *Microrhabdulus decoratus* در ۳۲۲/۵ متری از قاعده

از اولین رویدادهای نانوفسیلی ثبت شده در این مطالعه، نخستین ظهور گونه‌ی *Chiastozygus litterarius* به همراه *Eprolithus floralis* است که مقارن با آبتین رخ می‌دهد. گونه‌های مذکور تا پایان توالی در تعدادی از نمونه‌های مطالعه شده ثبت شدند. رویداد زیستی بعدی با اولین ظهور گونه‌ی *Prediscosphaera columnata* مشاهده شد که در

زیست زون ۱: *Chiastozygus litterarius* zone (CC 7) معادل با NC6 و NC7

زیست‌زون *Chiastozygus litterarius* توسط تیرستاین (Thierstein, 1971) و مانیویت و همکاران (Manivit, et al., 1977) از اولین ظهور گونه‌ی *Chiastozygus litterarius* تا اولین ظهور گونه‌ی *Prediscosphaera aera columnata* معرفی شده و دارای بازه زمانی آپتین و ابتدای آلبین پیشین می‌باشد (Perch-Nielsen, 1985). زیست‌زون CC7 با آخرین ظهور *Micrantholithus hoschulzii* به دو زیرزون CC7a و CC7b بخش می‌شود. مطابق مطالعات تیرستاین (Thierstein, 1976)، اولین ظهور *Eprolithus floralis* در آپتین پیشین و در محدوده این زیست‌زون رخ داده است.

زیست‌زون مذکور معادل با زیست‌زون NC6 (از اولین ظهور *Hayesites irregularis* تا اولین ظهور *Eprolithus floralis*) و NC7 (از اولین ظهور *Eprolithus floralis* تا اولین ظهور *Prediscosphaera columnata*) از زون بندی راث (Roth, 1987) و برالوور و همکاران (Bralower, et al., 1993, 1995) می‌باشد.

در این مطالعه اولین ظهور گونه‌ی *Chiastozygus litterarius* در نمونه شماره ۱ و اولین ظهور گونه‌ی *Prediscosphaera columnata* در نمونه شماره ۲۵ ثبت شد. از این‌رو ضخامت CC7 در برش مورد مطالعه، ۷۵ متر است. اولین ظهور *Hayesites irregularis* در این مطالعه ثبت نشد، بنابراین بخش پایینی زیست‌زون NC6 تعیین نشد ولی براساس اولین ظهور *Eprolithus floralis* در نمونه شماره ۷ بخش بالای NC6 تعیین شد. علاوه بر آن اولین ظهور *Eprolithus floralis* و *Prediscosphaera columnata* به ترتیب در نمونه شماره ۷ و ۲۵ موید وجود زیست‌زون NC7 است.

زیست زون ۲: *Prediscosphaera columnata* zone (CC 8) معادل با NC8 و NC9

زیست‌زون *Prediscosphaera columnata* با سن آلبین توسط تیرستاین (Thierstein, 1971) و مانیویت و همکاران (Manivit, et al., 1977) از اولین

توالی را می‌توان به‌عنوان آخرین حادثه زیستی ثبت‌شده نام برد که در محدوده سنومانین پیشین رخ می‌دهد و در سه نمونه پایانی مشاهده شده است. ثبت رویداد نانوفسیلی مذکور به همراه سایر گونه‌های نانوفسیلی مانند *Lithraphidites pseudoquadratus* (سنومانین تورونین)، *Braarudosphaera bigelowii* (سنومانین-عهدحاضر) و *Acuturris scotus* (سنومانین-ماستریشیتین پسین) که اولین ظهورشان در سنومانین می‌باشد، موید وجود مرز کرتاسه پیشین و کرتاسه پسین در برش مورد مطالعه است.

زیست‌چینه‌نگاری و تعیین سن

نانوفسیل‌های آهکی به علت دارا بودن تنوع زیاد، قدرت تفکیک بالا و گسترش جهانی یکی از بهترین گروه‌های فسیلی جهت انجام مطالعات زیست‌چینه‌نگاری به‌ویژه در بازه زمانی کرتاسه هستند. با توجه به فراوانی نانوفسیل‌ها در برش مورد مطالعه از این گروه فسیلی برای زون‌بندی زیستی استفاده شده است. شایان ذکر است زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های کرتاسه پیشین و پسین در حوضه تتیس توسط افراد مختلفی مانند تیرستاین (Thierstein, 1971؛ 1973)، سیسینگ (Sissingh, 1977, 1978) و راث (Roth, 1987) انجام شده است.

به‌منظور انجام زون‌بندی زیستی نهشته‌های کرتاسه در برش مورد مطالعه از زون‌بندی سیسینگ (Sissingh, 1977) با علامت اختصاری CC اصلاح شده توسط پرچ نیلسون (Perch-Nielsen, 1985) استفاده شده و با زیست‌زون‌های معرفی شده توسط راث (Roth, 1987) اصلاح شده توسط برالوور و همکاران (Bralower, et al., 1993, 1995) با علامت اختصاری NK/NC مقایسه شده است.

به دنبال مطالعات نانوفسیلی انجام شده، نهشته‌های مورد بررسی به چهار زیست‌زون جدا شد (شکل ۳) که با زیست‌زون‌های استاندارد جهانی مطابقت داده شد. در ادامه شرح زیست‌زون‌های تعیین شده، ارائه می‌شود.

و برالوور و همکاران (Bralower, et al., 1993, 1995) است.

در برش کوهبنان این زیست‌زون بعد از زیست‌زون CC8 قرار گرفته و با ضخامت ۲۵/۵ متر مبتنی بر اولین ظهور *Eiffellithus turriseiffelii* در ۲۹۷ متری از قاعده توالی و اولین ظهور *Microrhabdulus decoratus* در نمونه شماره ۱۰۵ و در ۳۲۲/۵ متری از قاعده توالی، تعیین شد. در این مطالعه گونه‌ی *Lithraphidites acutus* مشاهده نشد و امکان تعیین بخش بالایی زیست‌زون NC10 میسر نبود.

زیست‌زون ۴: *Microrhabdulus decoratus* zone (CC 10) معادل با NC11 و NC12

زیست‌زون *Microrhabdulus decoratus* توسط سیسینگ (Sissingh, 1977) معرفی شد و محدوده‌ای از اولین ظهور *Microrhabdulus decoratus* تا اولین ظهور *Quadrum gartneri* را در بر دارد. بازه زمانی این زیست‌زون سنومانین پسین است.

زیست‌زون CC10 معادل با NC11 (از اولین تا آخرین ظهور *Lithraphidites acutus*) و NC12 (از آخرین ظهور *Lithraphidites acutus* تا اولین ظهور *Quadrum gartneri*) از زون‌بندی راث (Roth, 1987) و برالوور و همکاران (Bralower, et al., 1993, 1995) می‌باشد.

در این مطالعه بخش پایینی زیست‌زون CC10 با اولین ظهور *Microrhabdulus decoratus* در ۳۲۲/۵ متری از قاعده توالی تعیین شد. از آن جا که اولین ظهور *Quadrum gartneri* در ضخامت مطالعه شده ثبت نشد، تعیین لبه بالایی زون امکان‌پذیر نشد. علاوه بر آن گونه‌های شاخص زیست‌زون‌های NC11 و NC12 مشاهده نشد و تعیین زیست‌زون‌های مذکور نیز امکان‌پذیر نیست. بنابراین در نمونه‌های مورد بررسی تداوم حضور گونه *Microrhabdulus decoratus* و عدم مشاهده *Quadrum gartneri* موید آن است که ۳/۵ متر پایانی توالی در بازه زمانی سنومانین پیشین نهشته شده است.

ظهور *Prediscosphaera columnata* تا اولین ظهور *Eiffellithus turriseiffelii* معرفی شده است. پرچ نیلسون (Perch-Nielsen, 1985) زیست‌زون CC8 را با توجه به اولین ظهور گونه‌های *Tranolithus phacelosus* و *Corolition signum* به بخش‌های فرعی جدا کرده است. زیست‌زون CC8 معادل با زیست‌زون NC8 (از اولین ظهور *Prediscosphaera columnata* تا اولین ظهور *Axopodorhabdus albianus* و NC9 (از اولین ظهور *Axopodorhabdus albianus* تا اولین ظهور *Eiffellithus turriseiffelii*) از زون‌بندی راث (Roth, 1987) و برالوور و همکاران (Bralower, et al., 1993, 1995) می‌باشد.

محدوده زیست‌زون NC8 در این مطالعه با اولین ظهور *Prediscosphaera columnata* در نمونه شماره ۲۵ (۷۵ متری از قاعده توالی) تا اولین ظهور *Eiffellithus turriseiffelii* در نمونه شماره ۹۳ (۲۹۷ متری از قاعده توالی) تعیین شد. بنابراین از ۷۵ متری قاعده تا ۲۹۷ متری یعنی ضخامت ۲۲۲ متر مربوط به این زون می‌باشد. به دنبال ثبت اولین ظهور *Prediscosphaera columnata* و *Eiffellithus turriseiffelii* به شرحی که گذشت، بخش پایینی NC8 و بخش بالایی NC9 تعیین شد ولی به دلیل عدم مشاهده *Axopodorhabdus albianus* تعیین مرز دو زیست‌زون مذکور میسر نشد.

زیست‌زون ۳: *Eiffellithus turriseiffelii* zone (CC 9) معادل با NC10

زیست‌زون *Eiffellithus turriseiffelii* توسط سیسینگ (Sissingh, 1977) و تیرستاین (Thierstein, 1971) با محدوده‌ای از اولین ظهور گونه *Eiffellithus turriseiffelii* تا اولین ظهور *Microrhabdulus decoratus* معرفی شده است. سن این زیست‌زون آلبین پسین و سنومانین پیشین می‌باشد.

زیست‌زون مذکور معادل با زیست‌زون NC10 (از اولین ظهور *Eiffellithus turriseiffelii* تا اولین ظهور *Lithraphidites acutus*) از زون‌بندی راث (Roth, 1987)

نتیجه‌گیری

به دنبال زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های کرتاسه در برش کوهبنان با ستبرای ۳۲۶ متر و متشکل از مارن و سنگ‌آهک، ۳۸ گونه متعلق به ۱۷ جنس از نانوفسیل‌های شناسایی شد. چگونگی گسترش این گونه‌ها منجر به تفکیک چهار زیست‌زون نانوفسیلی در برش مورد مطالعه شد که عبارتند از: *Chiastozygus litterarius zone*، *Prediscosphaera columnata zone*، *Eiffellithus turriseiffelii zone* و بخش پایینی *Microrhabdulus decoratus zone*. براساس این زیست‌زون‌ها، نهشته‌های مورد بررسی در این برش، محدوده سنی آپتین تا سنومانین پیشین را در بر می‌گیرند. بررسی گونه‌های نانوفسیلی در این برش و مقایسه با گونه‌های شاخص ایالت‌های جغرافیای دیرینه در زمان کرتاسه، نشانگر تعلق این ناحیه به ایالت تتیس است.

منابع

- سنماری، س. و فروغی، ف.، ۱۳۹۸. ارزیابی نهشته‌های منسوب به گورپی بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی واقع در جنوب غرب بروجن، استان چهارمحال بختیاری. فصلنامه زمین‌شناسی ایران، ۱۳ (۵۰)، ۱-۱۴. ۲۰/۱۰۰۱/۱۷/۳۵۷۱۲۸/۱۳۹۸/۱۳/۵۰/۱/۵
- سنماری، س.، ۱۴۰۰. چینه‌نگاری زیستی بخش فوقانی سازند گرو براساس نانوفسیل‌های آهکی در برش تاقدیس شیخ صالح در شمال غرب کرمانشاه، پهنه لرستان (حوضه زاگرس). فصلنامه زمین‌شناسی ایران، ۱۵ (۵۸)، ۲۰/۱۰۰۱/۱۷۳۵۷۱۲۸/۱۴۰۰/۱۵/۵۸/۴/۸. ۴۹-۴۱
- شمیرانی، ا. و آنتیکی نژاد، ح.، ۱۳۷۲. ریف زنگی آباد. مجله علوم زمین، دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی، دوره جدید، ۳، ۱۹، ۷۳
- شه‌مرادی فهرجی، م.، افقه، م.، نطقی‌مقدم، م.، یزدجردی، ک. و مصطفوی، ب.، ۱۴۰۱. زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های دریایی الیگوسن برش بوجان بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی (جنوب غرب کرمان، ایران مرکزی). زمین‌شناسی کاربردی پیشرفته، ۱۲ (۴)، ۹۱۰-۹۲۴. ۱۰/۲۲۰۵۵/aag.2022.40375.2289
- عرب، ا.، ۱۳۸۹. سیستماتیک فسیل‌ها، پالئوآکولوژی و کمواستراتیگرافی مارن‌های کرتاسه میانی در غرب و شمال غرب کرمان. رساله دکتری، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۳۴۷.
- نطقی‌مقدم، م.، جلیلی، ف. و سنماری، س.، ۱۴۰۱. زیست‌چینه‌نگاری نهشته‌های کرتاسه براساس نانوفسیل‌های آهکی در برش چینه‌شناسی خونیک (غرب قاین، شرق ایران). فصلنامه زمین‌شناسی ایران، ۱۶ (۶۱)، ۳۳-۴۳. ۲۰/۱۰۰۱/۱۷۳۵۷۱۲۸/۱۴۰۱/۱۶/۶۱/۳/۰
- وزیر، م. ر.، داستانیپور، م.، ماهانی‌پور، ا. و عرب، ا.، ۱۳۸۵. مجموعه ماکروفسیل‌های کرتاسه میانی در غرب ناحیه کرمان، مجله علوم دانشگاه تهران، ۳۲ (۲): ۱۰۵-۱۱۳.
- Berberian, M. and King, G.C.P., 1981. Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran, Canadian journal of earth sciences, 18, 210-265. <https://doi.org/10.1139/e81-019>
- Berberian, M., 2014. Earthquakes and Co-seismic Surface Faulting on the Iranian Plateau-A
- آقانباتی، ع.، ۱۳۸۴. زمین‌شناسی ایران. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶.
- احمدی، ط.، وزیری، م. ر. و داستانیپور، م.، ۱۳۸۸. بیواستراتیگرافی و پالئوآکولوژی رسوبات کرتاسه زیرین در منطقه راور، شمال کرمان، پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ۲۵ (۲)، ۸۷-۱۱۶.
- اصغری، ل.، وزیری، م. ر. و عرب، ا.، ۱۳۷۷. مطالعه سیستماتیک و پالئوآکولوژی اویسترهای آپتین پسین-سنومانین پیشین (خانواده‌های *Gryphaeidae*، *Ostreidae* و *Palaeolophidae*) در ناحیه شمال غرب کرمان (منطقه کوهبنان)، رخساره‌های رسوبی، ۵ (۲)، ۱۳۵-۱۵۲. ۱۰/۲۲۰۶۷/sed.facies.v5i2/11177
- خسروتهرانی، خ. و فاریابی، ع.، ۱۳۸۲. مطالعه میکروبیواستراتیگرافی کرتاسه بالایی در نواحی کرمان. فصلنامه زمین‌شناسی ایران، ۲، ۴۵-۶۰
- رامی، م.، ۱۳۸۷. پالئوآکولوژی و بیواستراتیگرافی نهشته‌های کرتاسه میانی (آلبین بالایی-سنومانین زیرین) در غرب و جنوب غرب کوهبنان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۲۲۷.

Historical, Social and Physical Approach. Developments in Earth Surface Processes, 17, 2-714.

- Bown, P.R. and Young, J.R., 1998. Techniques. In: Bown, P.R. Ed. Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. British Micropalaeontological Society Publication, 16-28.

- Bown, P.R. and Young, J.R., 1997. Mesozoic calcareous nannoplankton classification. Journal of Nannoplankton Research, 19, 21-36.

- Bralower, T. J., Leckie, R. M., Sliter, W. V. and Thierstein, H. R., 1995. An integrated Cretaceous microfossil biostratigraphy. SEPM Special Publication, 54, 65-79. 10.2110/pec.95.04.0065

- 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). American Geophysical Union Schlanger Memorial Volume, Monograph, 73, 5-37. 10.1029/GM077p0005

- Dimitrijevic, M.D., 1973. Geology of Kerman Region. Institute for Geological and Mining Exploration and Investigation of Nuclear and other mineral Raw materials. Report no. 52, 334.

- Herrle, J. O., 2003. Reconstructing nutrient dynamics of mid-Cretaceous oceans: evidence from calcareous nannofossils from the Niveau Paquier black shale (SE France). Marine Micropaleontology, 47 (3-4), 307-321. [https://doi.org/10.1016/S0377-8398\(02\)00133-0](https://doi.org/10.1016/S0377-8398(02)00133-0)

- Huckriede, R., Kursten, M. and Venlaff, H., 1962, Zur geologie des gebiets Zwischen Kerman und Saghand (Iran). Beiheft zum Geologischen Jahrbuch, 51, 1-197.

- Manivit, H., Perch-Nielsen, K., Prins, B. and Verbeek, J.W., 1977. Mid Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy, 80, 81-169.

- Mutterlose, J., 1987. Calcareous nannofossils and belemnites as warmwater indicators from the NW-German Middle Aptian. Geologische Jahrbuch, 96, 293-313.

- Nadimi, A. R., 2007. Evolution of the Central Iranian basement. Gondwana Research 12(3), 324-333. Doi: 10.1016/j.gr.2006.10.012

- Perch-Nielsen, K., 1985. Mesozoic Calcareous Nannofossils, in Plankton Stratigraphy (eds Bolli, H.M., Saunders, J.B., and Perch-Nielsen, K.). Cambridge University Press, 329-426.

- Perch-Nielsen, K., 1979. Calcareous nannofossils from the Cretaceous between the North Sea and the Mediterranean. Aspekte der Kreide Europas. IUGS Series A, 6, 223-272.

- Premoli Silva, I., Erba, E. and Tornaghi, M., 1989. Paleoenvironmental signals and changes in surface fertility in mid Cretaceous Corg-rich pelagic facies of the Fucoïd Marls (Central Italy). Geobios, 22(1), 225-236. [https://doi.org/10.1016/S0016-6995\(89\)80059-2](https://doi.org/10.1016/S0016-6995(89)80059-2)

- Reuter, M., Piller, W. E., Harzhauser, M., Mandic, O., Berning, B., Rogl, F., Kroh, A., Aubry, M. P., Wielandt-Schuster, U. and Hamedani, A., 2009. The Oligo-/Miocene Qom Formation (Iran): evidence for an early Burdigalian restriction of Tethyan Seaway and closure of its Iranian gateways. International Journal of Earth Sciences, 98, 627-650. 10.1007/s00531-007-0269-9

- Roth, P.H., 1984. Preservation of calcareous nannofossils and finegrained carbonate particles in mid-Cretaceous sediments from the southern Angola Basin. In: Hay, W.W., (Ed.), Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 651-655.

- Roth, P.H., 1983. Jurassic and lower Cretaceous calcareous nannofossils in the Wessyan North Atlantic (Site 534): Biostratigraphy, Preservation, and some observations on biogeography and paleoceanography. In: Sheridan, R.E., Gradstein, F.M., et al. (eds.), Initial report of the deep sea drilling project, 76, 587-621. Doi: 10.2973/dsdp.proc.76.125.1983.

- Roth, P.H., 1978. Cretaceous nannoplankton biostratigraphy and oceanography of the

- northwestern Atlantic Ocean. Initial Reports of the DSDP, 44, 731-760.
- Shahmoradi Fahreji, M., Afghah, M., Notghi Moghaddam, M., Yazdjardi, K. and Mostafavi, B., 2024. Calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoecology of the Rupelian-Chattian stages (Oligocene) in the Central Iran basin. *Iranian Journal of Earth Science*, 16 (2), 162410 (1-9). <https://dx.doi.org/10.57647/j.ijes.2024.1602.10>
 - Sissingh, W., 1978. Microfossil biostratigraphy and stage-stratotypes of the Cretaceous. *Geologie en Minjbouw.*, 57 (3), 433-440.
 - Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of cre-
 - taceous calcareous nannoplankton. *Geologie en Minjbouw.*, 56 (1), 37-65.
 - Thierstein, H.R., 1976. Mesozoic Calcareous Nannoplankton. *Micropaleontology*, 1, 325-362.
 - Thierstein, H.R., 1973. Lower Cretaceous calcareous nannoplankton biostratigraphy. *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 29, 1-52.
 - Thierstein, H.R., 1971. Tentative Lower Cretaceous calcareous nannoplankton zonation. *Eclogae Geol. Helv.*, 64, 459-488.