

بررسی نانوفسیلهای آهکی کرتاسه پیشین در برش رمشتیک (جنوب شرق سرایان)

مرضیه نطقی مقدم^{۱*}، فاطمه هادوی^۲، لیدا خدادادی^۳

۱- استادیار گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۲- استاد گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

*پست الکترونیک: m.n.moghaddam@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۴/۸/۱۶

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۲

چکیده

در این پژوهش نهشته‌های کرتاسه پیشین در برش رمشتیک جهت مطالعات زیست‌چینه‌نگاری بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی، نمونه‌برداری گردید. برش نمونه برداری شده در جنوب شرق سرایان است و بر اساس تقسیمات ساختاری ایران در حاشیه‌ی شرقی بلوک لوت قرار دارد. بر اساس مطالعات فسیل‌شناسی، ۳۳ گونه نانوفسیلی با تنوع نسبتاً بالا و حفظ شدگی خوب تا متوسط در برش رمشتیک شناسایی و معرفی شد. بر مبنای نانوفسیلهای آهکی موجود و بایوزون‌های CC3 تا CC5 از زون بندی Sissingh (1977)، سن توالی مورد بررسی والانژینین پسین - هوترین پسین تعیین شده است.

واژه‌های کلیدی: نانوفسیلهای آهکی؛ کرتاسه پیشین؛ رمشتیک؛ سرایان.

مقدمه

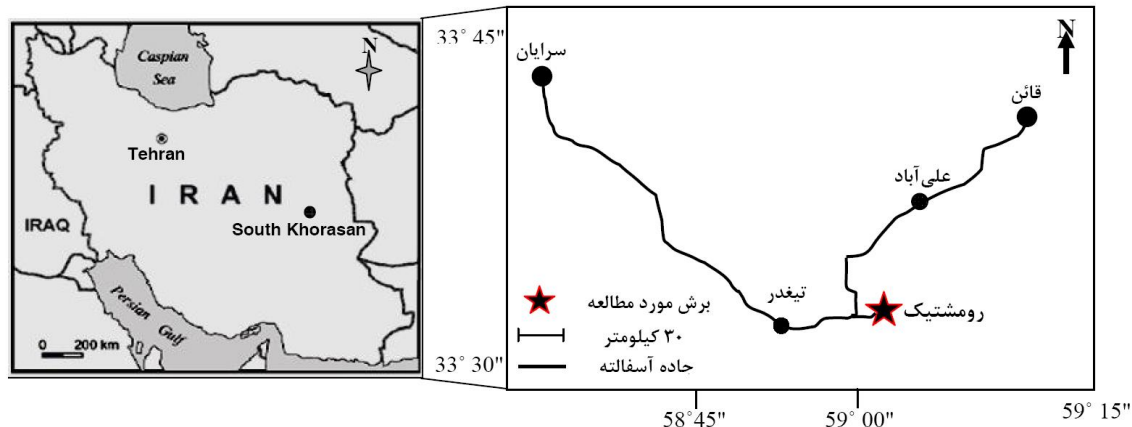
(۱۳۸۳). به دلیل شرایط خاص زمین‌شناسی و جایگاه ویژه تکتونیکی بلوک لوت، وجود فعالیتهای شدید ماگمایی و حضور توده‌های نفوذی، وجود گسلها و درز و شکافهای فراوان و وجود رخساره‌های مختلف دگرگونی در واحدهای مختلف سنگی، تصور بر این بوده که منطقه جهت مطالعات فسیل‌شناسی چندان مناسب نیست. از این رو مطالعات فسیل‌شناسی منطقه به نسبت اندک انجام است.

در سالهای اخیر در خراسان جنوبی مطالعات نانوفسیل‌شناسی چندی انجام شده که غالباً نهشته‌های پالئوژن و نئوژن منطقه را شامل می‌شود. تنها کار منتشر شده در مورد نانوفسیلهای آهکی کرتاسه در برش گازک در شرق بیرجند صورت

بلوک لوت اولین بار توسط Stocklin (1968) به عنوان یکی از نه زون ساختاری ایران در شرق کشور معرفی گردید. تاکنون نظریات متعددی درباره موقعیت بلوک لوت و مرزهای آن ارائه شده است (Stocklin, 1972)؛ Nowroozi, 1972؛ Stocklin & Nabavi, 1973). بنابراین عقیده بیشتر زمین‌شناسان مرز شرقی بلوک لوت را گسل نهبندان، مرز غربی را گسل نایبند، مرز شمالی را گسل درونه و مرز جنوبی آن را فروافتادگی جازموریان تشکیل می‌دهد. بلوک لوت با روند شمالی - جنوبی و با درازای حدود ۹۰۰ کیلومتر و عرض حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلومتر، شرقی‌ترین بخش خردقاره ایران مرکزی است (آقاباتی،

نانوفسیلهای آهکی، نهشته‌های کرتاسه پیشین در برش رمشتیک واقع در حاشیه شرقی بلوک لوت انتخاب و نمونه برداری شده‌اند.

گرفته و در آن به معرفی و سن‌یابی نهشته‌های موجود پرداخته شده است (هادوی و همکاران، ۱۳۹۰). در پژوهش پیش رو جهت مطالعات زیست‌چینه نگاری بر مبنای



شکل ۱: راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه

نمونه توسط کاردک مخصوص خشک و تمیز، تراشیده شده تا سطوح هوازده آن برداشته شود. سپس اندکی از نمونه تراشیده شده به صورت پودر روی لامل ریخته می‌شود. با افزودن یک قطره آب مقطر به پودر روی لامل، محلول نسبتاً غلیظی ایجاد می‌شود که پس از پخش شدن بر سطح لام، باید بلافاصله بر روی اجاق برقی با حرارت ملایم خشک گردد. تمامی نمونه‌های آماده شده توسط میکروسکپ نوری پلاریزان المپوس مطالعه و عکس برداری شدند. جهت شناسایی جنسها و گونه‌های نانوفسیلی از توصیف گونه‌ها که توسط Perch-Nielsen (1985) و Bown & Young (1998) ارائه گردیده است، استفاده شد.

بحث

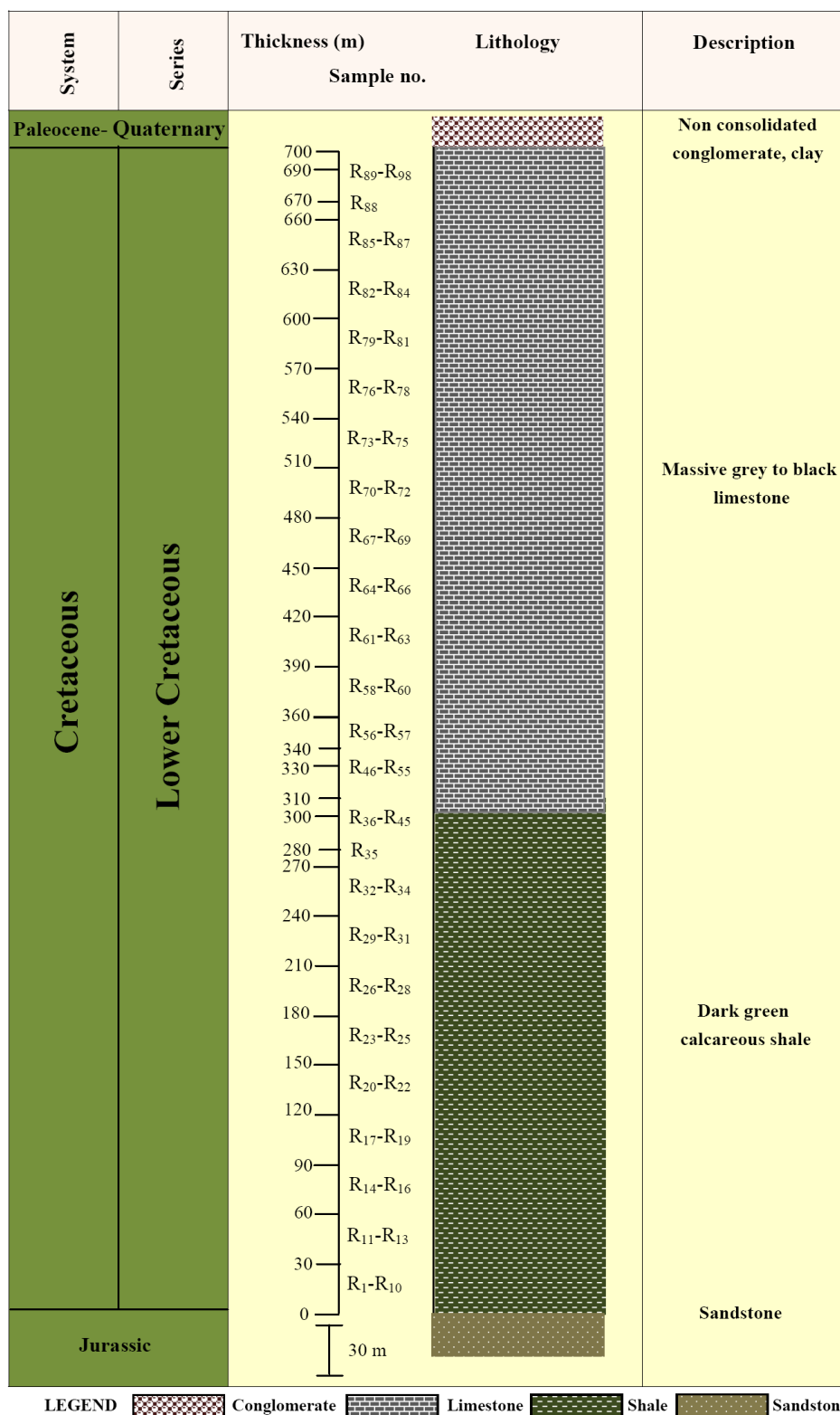
با توجه به گسترش زمانی نانوپلانکتونهای آهکی، این گروه از میکروفسیلهها در کرتاسه پیشین از تنوع کمتری نسبت به کرتاسه پسین برخوردار بوده‌اند و لذا سیر گوناگونی آنها در طول این دوره به صورت ثابتی روند افزایش داشته است (Haq, 1978). نانوفسیلهای معرفی شده در برش رمشتیک

موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی برش مورد مطالعه

روستای رمشتیک در جنوب شرق سرایان و در محدوده چهارگوش ۱:۱۰۰۰۰۰:۱ قاین (Alavi Naini & Behruzi, 1981) در خراسان جنوبی واقع است (شکل ۱). توالی مورد مطالعه در برش رمشتیک متشکل از ۶۹۰ متر سنگ آهک و شیل است که ۳۰۰ متر زیرین آن از شیل‌های آهکی سبز تیره و ۳۹۰ متر بالایی از سنگ آهک توده‌ای خاکستری تا سیاه رنگ تشکیل شده است. توالی مورد مطالعه بر روی ماسه سنگهای سازند قلعه دختر با سن ژوراسیک و در زیر کنگلومراها و میان لایه‌های رسی سنوزوئیک قرار گرفته است (Alavi Naini & Behruzi, 1981). از توالی مذکور با فواصل ۳ تا ۱۰ متری، تعداد ۹۸ نمونه برداشت شد که ۴۵ نمونه آن از بخش شیلی و ۵۳ نمونه آن متعلق به بخش کربناته می‌باشند (شکل ۲).

روش مطالعه

به دلیل اهمیت غیرهوازده بودن نمونه‌ها، نمونه‌برداری از عمق ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متری انجام شد. تمامی نمونه‌ها به روش اسمیراسلاید آماده سازی شدند. در این روش سطح



شکل ۲: ستون سنگ چینه‌ای برش رمشتیک (سن واحدهای ماسه سنگی زیرین و کنگلومرای بالایی براساس نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ قاین)

این برش مشاهده شده‌اند. این جنسها قبلاً به کرتاسه پیشین *Polycastella* و *Nannoconus*، *Lithraphidites* نیز در

۳۳ گونه متعلق به ۱۸ جنس مختلف هستند. برخی از جنسهای متعلق به تیتونین شامل *Conusphaera*،

وسیع بر مبنای آنها در زمانهای مختلف انجام شده و زون بندیهای متعددی نیز توسط محققین مختلف ارائه شده است. در این بین Thierstein (1976)، Roth (1978)، Perch-Nielsen (1983) و Wise (1979)، زون بندیهای را برای نهشته های کرتاسه ارائه کرده اند، اما از آن جا که زون بندی Sissingh (1977) در کرتاسه بسیار کامل بوده و گونه های شاخص بایوزونهای مربوط به این زون بندی از فراوانی و گسترش جهانی خوبی برخوردارند، لذا سایر مؤلفین زون بندی خود را با این زون بندی انطباق داده اند (شکل ۵). بایوزونهای مذکور بر مبنای اولین یا آخرین حضور گونه های شاخص و مجموعه فسیلهای همراه آنها تعریف می شوند. در این مطالعه غالباً از تعاریف Sissingh (1977) استفاده شده به جز بایوزون CC4 که بر اساس تعریف Thierstein (1976) شناسایی شده است. وی تعریف این بایوزون را بر مبنای اولین حضور گونه دیگری می داند (رجوع به شرح بایوزون CC4).

در این برش بر مبنای گونه های شاخص نانوفسیلی به ترتیب بایوزونهای CC3 تا CC5 از زون بندی Sissingh (1977) برای توالی مورد مطالعه پیشنهاد می گردد (شکل ۶). در ادامه به شرح هر یک از بایوزونهای شناسایی شده و نتایج حاصل از آن در برش رمشتیک پرداخته می شود:

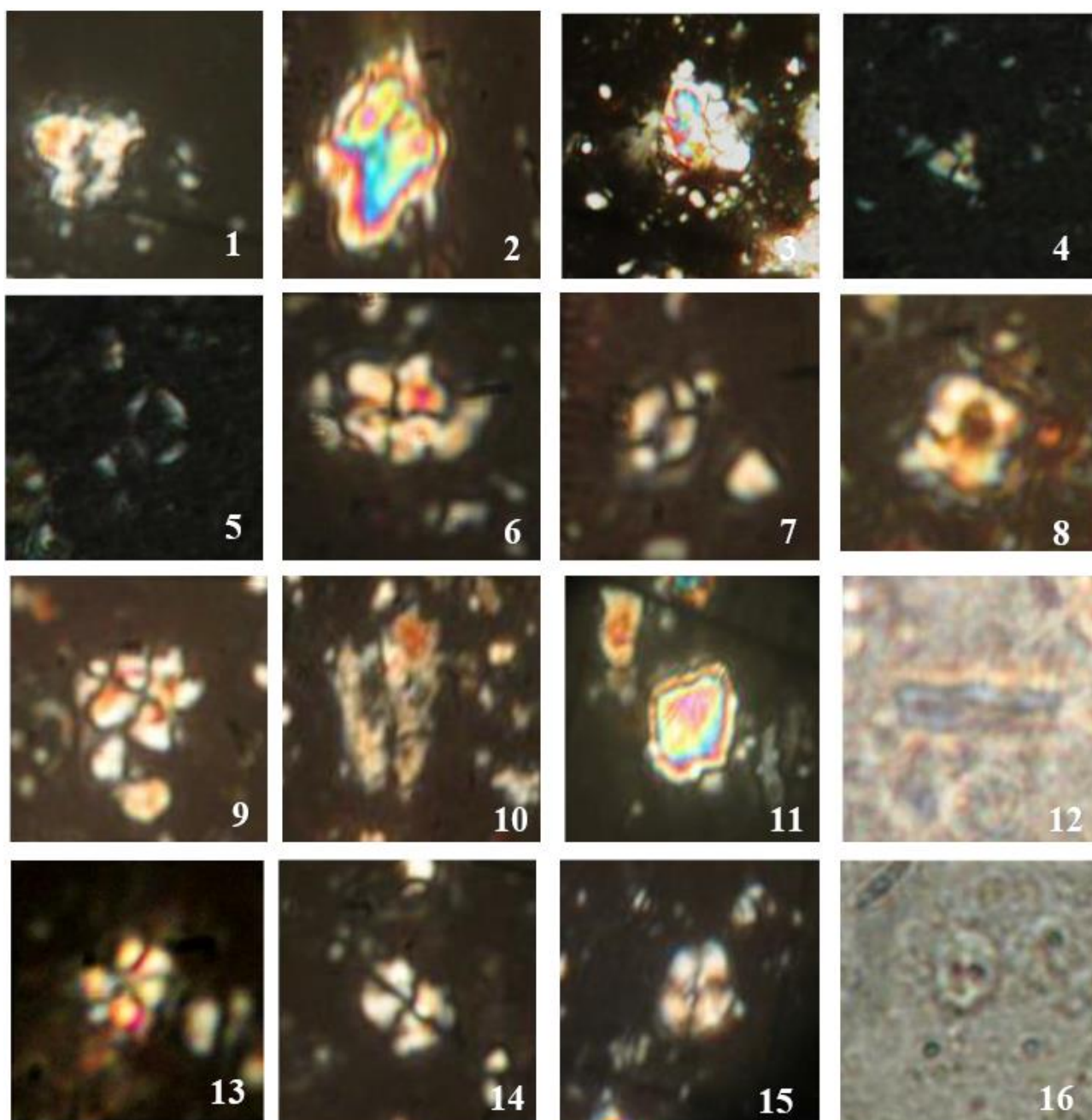
CALCICALATHINA OBLONGATA ZONE (CC3)

تعریف این بایوزون طبق زون بندی Sissingh (1977) از ظهور گونه *Calcicalathina oblongata* تا ظهور گونه *Cretarhabdus loriei* و سن آن والاژینین پسین می باشد (Perch-Nielsen, 1985). از آن جا که در این مطالعه گونه *Calcicalathina oblongata* از نمونه ابتدایی مشاهده شده است، لذا شروع توالی مطالعه شده بایوزون CC3 از زون بندی Sissingh (1977) می باشد.

نسبت داده شده بودند، اما Bown (1999) ظهور آنها را در انتهای تیتونین می داند. در میان گونه های شناسایی شده، *Nannoconus quadratus*، *Nannoconus dolomiticus*، *Nannoconus bonetii* و *Nannoconus bronimannii* در بخشهای زیرین برش و گونه های *Nannoconus* *Nannoconus circularis*، *abundans*، *Assipetra* و *Lithraphidites bollii borealis* در قسمتهای بالایی توالی فراوان ترند. گونه های *terebrodentarius*، *Calcicalathina*، *Assipetra infracretacea*، *Nannoconus*، *Conusphaera mxicana*، *oblongata*، *Watznaueria*، *Polycastella beckmanii*، *steinmanii* و *barnesae* و *Watznaueria biporta* نیز در بیشتر نمونه ها و در سراسر برش دیده می شوند. تصاویر اغلب گونه های شناسایی شده در برش رمشتیک که از کیفیت مناسب تری برخوردار بودند، در شکل های ۳ و ۴ آمده است. حفظ شدگی نانوفسیلهای مطالعه شده، همان طور که در شکل های ۳ و ۴ نیز مشخص است خوب تا متوسط می باشد. از آن جا که جزئیات ساختاری نانوفسیلها به وضوح مشخص بوده و کانالهای مرکزی *Nannoconus* نیز کاملاً باز می باشد، می توان اذعان داشت که عامل انحلال در زمان رسوب گذاری در حوضه تأثیرگذار نبوده است. از سوی دیگر دیاژنز نیز بر روی نانوفسیلها تأثیر چندانی نداشته و این به دلیل سنگ شناسی نسبتاً نرم نمونه هاست. از این رو عدم تأثیر دو عامل مذکور (انحلال و دیاژنز) می تواند عامل حفظ شدگی خوب نانوفسیلها باشد.

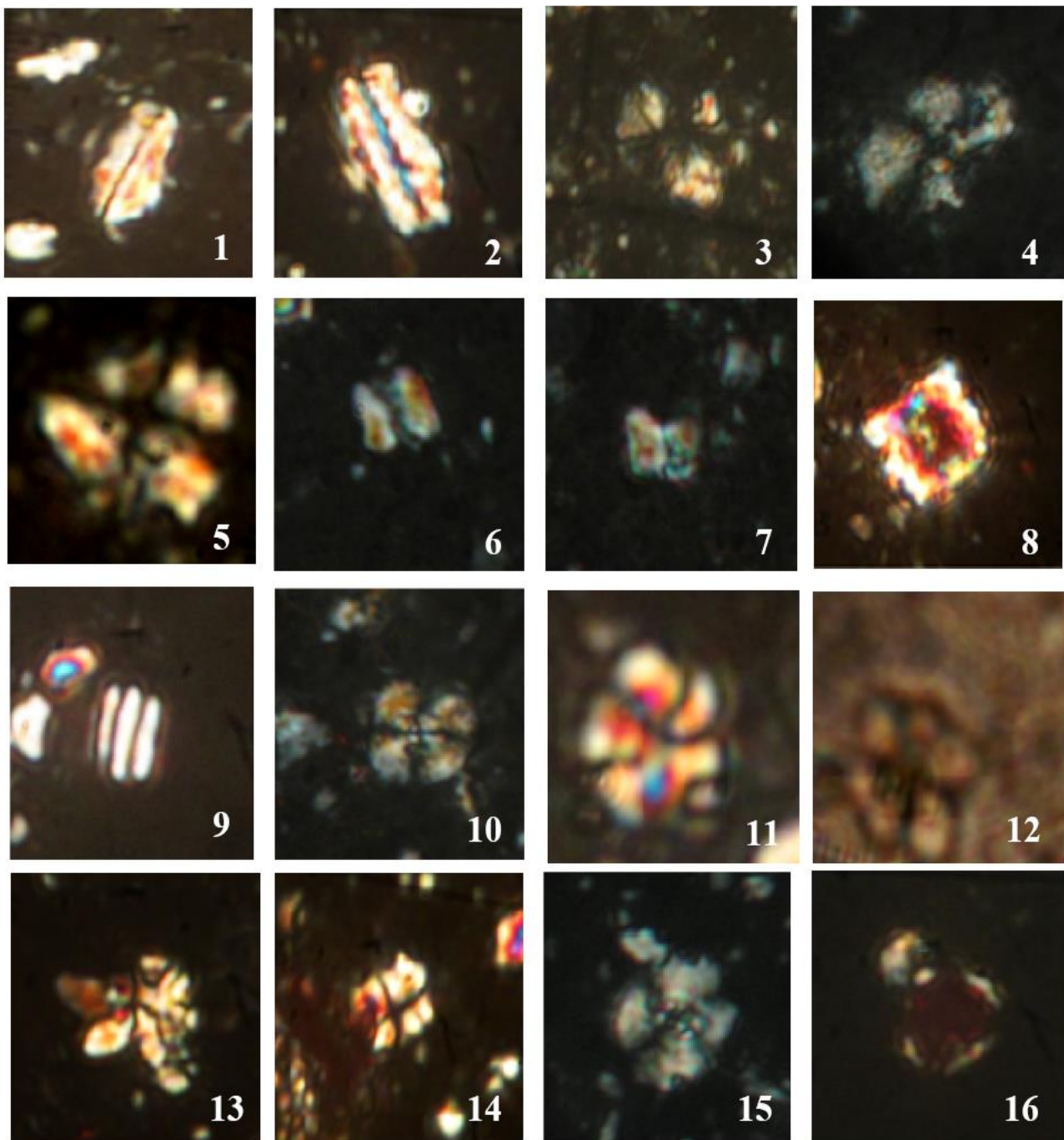
زیست چینه نگاری و تعیین سن برش مورد مطالعه

گسترش جغرافیایی وسیع و بازه زمانی کوتاه نانوپلانکتونهای آهکی موجب شده که این گروه ابزاری مهم در مطالعات زیست چینه نگاری لایه های مزوزوئیک و سنوزوئیک باشند. از این رو مطالعات زیست چینه نگاری



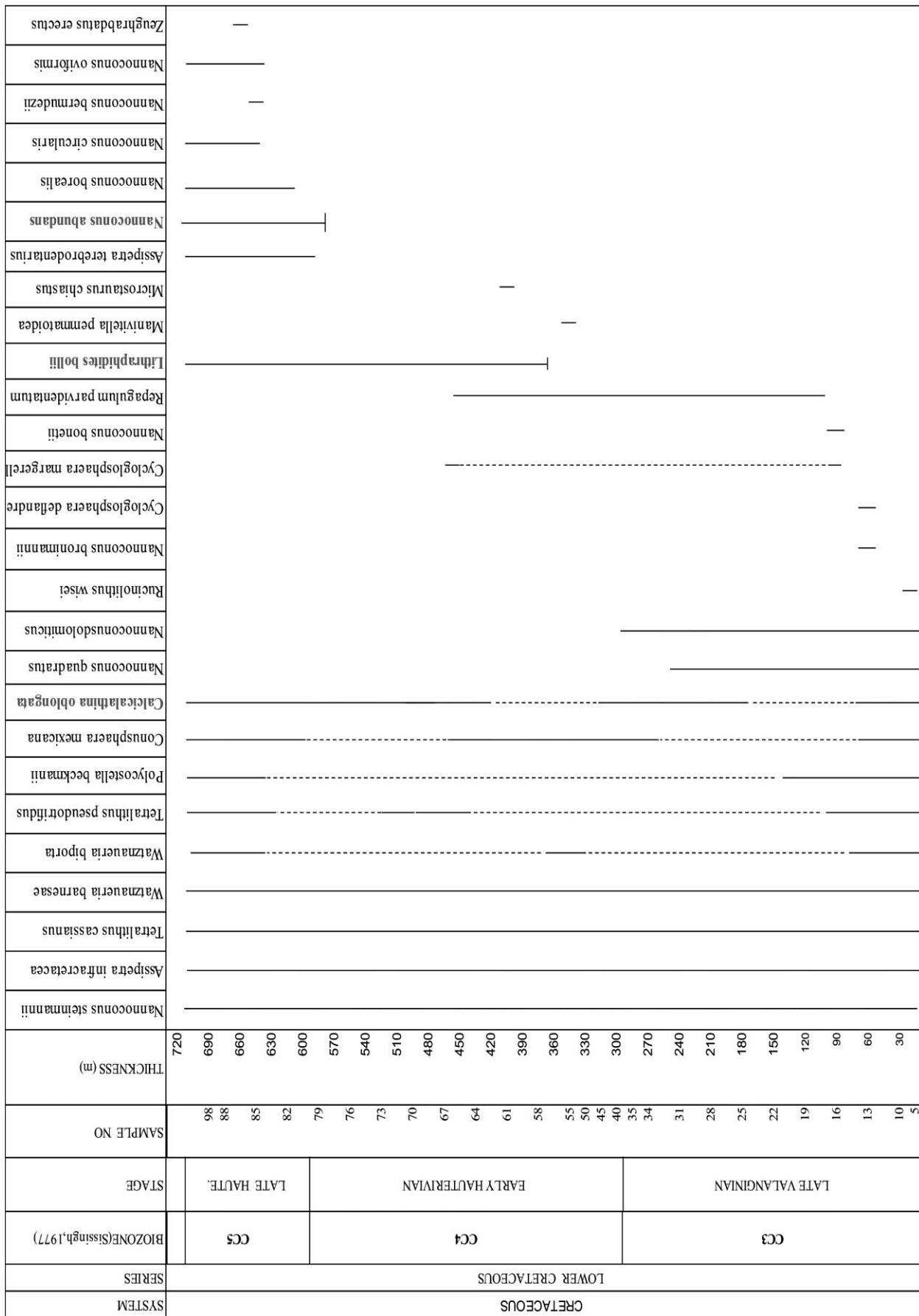
شکل ۳: تصاویر میکروسکپ نوری نانوفسیلهای آهکی شناسایی شده با بزرگنمایی X 1250

1. *Nannoconus borealis* Perch-Nielsen, 1979, PNU-No.Rumeshtik88; 2. *Nannoconus quadratus*, (Noel, 1959) Deres & Acheriteguy, 1980, PNU-No.Rumeshtik 16; 3. *Nannoconus* sp.1, PNU-No.Rumeshtik25; 4. *Tetralithus pseudotrifidus* Jafar, 1985, PNU-No.Rumeshtik85; 5. *Manivitella pemmatoidea* Thierstein, 1971, PNU-No.Rumeshtik55; 6. *Rucinolithus wisei* Thierstein, 1971, PNU-No.Rumeshtik2; 7. *Repagulum parvidentatum* (Deflandre & Fert, 1954) Forchheimer, 1972, PNU-No.Rumeshtik57; 8. *Assipetra infracretacea* (Thierstein, 1973) Roth, 1973, PNU-No.Rumeshtik64; 9. *Tetralithus cassianus* Jafar, 1985, PNU-No.Rumeshtik32; 10. *Nannoconus steinmanni* Kamptner, 1931, PNU-No.Rumeshtik34; 11. *Nannoconus circularis* Deres & Acheriteguy, 1986, PNU-No.Rumeshtik87; 12. *Nannoconus dolomiticus* Cita & Pasquare, 1959, PNU-No.Rumeshtik22; 13. *Polycostella beckmanii* Thierstein, 1971, PNU-No.Rumeshtik10; 14. *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968, PNU-No.Rumeshtik67; 15-16: *Watznaueria biporta* Bukry, 1969, PNU-No.Rumeshtik55.



شکل ۴: تصاویر میکروسکپ نوری نانوفسیلهای آهکی شناسایی شده با بزرگنمایی 1250X

1-2. *Lithraphidites bolli* Thierstein, 1971, PNU-No.Rumeshtik79, 87; 3-5. *Calcicalathina oblongata* Worsley, 1971 (Thierstein, 1971), PNU-No.Rumeshtik70, 82, 86; 6. *Nannoconus broemmannii*, Trejo, 1959, PNU-No.Rumeshtik13; 7-8. *Nannoconus abundans* Stradner & Grun, 1973, PNU-No.Rumeshtik83, 86; 9. *Conusphaera mexicana* Trejo, 1969, PNU-No.Rumeshtik; 10. *Cyclogelosphaera margerelii* Noel, 1965, PNU-No.Rumeshtik16; 11-12. *Assipetra terebrodentarius* (Applegate *et al.* in Covington & Wise, 1987) Rutledge & Bergen in Bergen, 1994, PNU-No.Rumeshtik85; 13. *Hayesites* sp., PNU-No.Rumeshtik62; 14. *Micrantolithus* sp., PNU-No.Rumeshtik47; 15. *Cyclogelosphaera deflandrei*, (Manivit, 1966) Roth, 1973, PNU-No.Rumeshtik13; 16. *Nannoconus bonetti*, PNU-No.Rumeshtik16



شکل ۶: گسترش زیست‌چینه‌ای نانوفسیلهای آهکی برش رمشتیک

LITHRAPHIDITES BOLLII ZONE (CC5)

شروع این بایوزون طبق تعریف Sissingh (1977) از آخرین حضور گونه *Speetonia colligata* تا آخرین حضور گونه *Calcicalathina oblongata* مشخص می‌گردد و سنی معادل با هوتروین پسین - بارمین آغازین دارد (Perch-Nielsen, 1985). اولین حضور گونه *Nannoconus abundans* بر اساس مطالعات Taylor (1979) در هوتروین پسین بوده و این گونه شاخص هوتروین پسین می‌باشد. با توجه به این مطلب و حضور این گونه در نمونه‌های مورد مطالعه و تداوم حضور گونه *Calcicalathina oblongata* در بخش‌های انتهایی برش بررسی شده، سن انتهایی ترین بخش برش، هوتروین پسین می‌باشد و اگرچه تعریف بایوزون CC5 بخشی از بارمین آغازین را در برمی‌گیرد، اما به دلایل ذکر شده و همچنین به دلیل نبود گونه‌های شاخص بارمین، محدوده زمانی بارمین در نهشته‌های مورد مطالعه وجود ندارد و لذا سن انتهایی ترین بخش توالی هوتروین پسین است.

ضخامت این بایوزون در برش رمشتیک ۱۰۰ متر مشتمل بر سنگ آهک‌های خاکستری رنگ بوده و نانوفسیلهای همراه آن در این برش شامل گونه‌های *Nannoconus* *Nannoconus circularis bermudezii* و *Nannoconus borealis* است. بر پایه بایوزون‌های معرفی شده (CC3 تا CC5) و مجموعه فسیل‌های شاخص همراه، سن توالی مورد مطالعه والائزینین پسین - هوتروین پسین می‌باشد.

نانوفسیل‌های شناسایی شده در این مطالعه با فرم‌های گزارش شده از گذر سازندهای مزدوران و شوریه در برش طاهرآباد (Hadavi & Khodadadi, 2013) و گذر سازندهای شوریه - تیرگان در برش‌های کلات و مزدوران (خدادادی و همکاران، ۱۳۹۰) از حوضه رسوبی کپه‌داغ مقایسه شده‌اند. تشابه فونهای موجود در برش رمشتیک و

از طرفی نهشته‌های زیر این توالی را ماسه سنگ‌هایی تشکیل می‌دهند که فاقد نانوفسیل بوده‌اند و در نقشه زمین شناسی قاین منسوب به ژوراسیک می‌باشند (Alavi Naini & Behruzi, 1981). از این رو نمی‌توان گفت که ابتدای این بایوزون الزاماً در نهشته‌های مورد مطالعه وجود دارد. این بایوزون ۳۷۰ متر از ستون چینه‌شناسی را به خود اختصاص می‌دهد و مشتمل بر لایه‌های شیلی و سنگ آهکی می‌باشد. مجموعه فسیلهای همراه این بایوزون در برش مورد مطالعه را گونه‌های *Nannoconus dolomiticus*، *Nannoconus constans*، *quadratus* و *Biscutum bronimannii* تشکیل می‌دهند.

CRETARHABDUS LORIEI ZONE (CC4)

Sissingh (1977) این بایوزون را از اولین حضور گونه *Cretarhabdus loriei* تا آخرین حضور گونه *Speetonia colligata* تعریف می‌کند (Perch-Nielsen, 1985). این بایوزون دارای سن هوتروین آغازین است. اگرچه در مطالعه حاضر گونه *Cretarhabdus loriei* یافت نشد، اما از آن جا که ظهور گونه *Lithraphidites bollii* در مطالعات Thierstein (1976) برای شناسایی بازه زمانی هوتروین در منطقه تیس معرفی شده است و این گونه در نمونه‌های برش رمشتیک شناسایی شده است، لذا برای تعیین سن این بخش از نهشته‌ها به این گونه استناد گردید. بایوزون مذکور که روی بایوزون CC3 قرار گرفته است، ۲۲۰ متر از ضخامت سنگ آهک‌های موجود را به خود اختصاص داده است. جامعه نانوفسیلی نهشته‌های مذکور در این بازه زمانی مشتمل بر گونه‌های *Assipetra terebrodentarius*، *margerelli*، *Cycloglosphaera pemmatoidea* و *Manivitella repagulum* می‌باشد.

Lees, Barrera & Savin, 1999؛ Li & Keller, 1999؛
Markevich & Thibault & Gardin, 2006؛ 2003؛
(Bugdaeva, 2007).

شایان توجه است که نانوفسیلهای آهکی نسبت به تغییرات دمایی بسیار حساسند و مجموعه‌های نانوفسیلی موجود در آبهای سرد اقیانوسهای کنونی متفاوت از مجموعه‌های موجود در آبهای گرم هستند. این مسأله برای اقیانوسهای مزوزوئیک نیز صادق بوده است (Thierstein, 1981). از طرفی کربنات کلسیم در محیطهای پلاژیک با حرارت بالا فراوان است و نانوفسیلهای این مناطق دارای دیواره‌های ضخیم بوده و پلها و صلیب ناحیه مرکزی آنها کامل و ضخیم است.

در میان گونه‌های نانوفسیل آهکی در کرتاسه پیشین، گونه‌های *Lithraphidites bollii* spp. *Nannoconus* و *Watznaueria barnesae* شاخص مناطق با عرضهای جغرافیایی پایین و درجه حرارت بالا معرفی شده‌اند (Street & Bown, 2000؛ Thibault & Gardin, 2007)؛ *Biscutum* (Watkins, 1996) و گونه‌های متعلق به جنس *Lithraphidites* شاخص آب سرد بوده و در محیطهای گرم دیده نمی‌شوند یا با فراوانی کمتر وجود دارند (Lees, 2003؛ Lottaroli & Pospichal & Thierstein, 1981؛ Catrullo, 2000؛ Wise 1990).

حضور گونه‌های شاخص آب و هوای گرم همچون گونه‌های مختلف متعلق به جنس *Nannoconus* و حضور گونه‌های *Lithraphidites* و *Watznaueria barnesae* در برش رمشتیک و نیز نبود گونه‌های شاخص آب و هوای سرد (شکل ۶)، همچنین مشاهده کانالهای مشخص در *Nannoconus* که عمده‌ترین اجتماعات در این مطالعه را تشکیل می‌دهد و دیواره‌های ضخیم و کامل در گونه‌های مختلف آن، مؤید دمای بالای حوضه در زمان تهنشینی نهشته‌های این منطقه است.

برش طاهرآباد مؤید وجود بایوزون CC3 با بازه زمانی والانژین پسین در هر دو برش است. از سوی دیگر، بررسی و مقایسه نانوفسیلهای آهکی در گذر سازندهای شورجه به تیرگان در برشهای کلات و مزدوران با برش رمشتیک، بایوزون CC5 که متعلق به هوتروین پسین است را در تمامی این برشها تأیید می‌نماید. وجود فلورای مشابه در برش رمشتیک با برشهای همزمان آن در حوضه رسوبی کپه‌داغ، بر ارتباط این دو حوضه رسوبی در بازه زمانی والانژین پسین - هوتروین پسین دلالت دارد.

بررسی تغییرات دما در ضخامت مطالعه شده و انطباق آن با تغییرات جهانی

با وجود این که در زمان کرتاسه آب و هوا بسیار گرم‌تر از امروز بوده است (کرتاسه گرم‌ترین دوره فانروزوئیک می‌باشد)، اما درجه حرارت در آغاز کرتاسه پایین بوده و در اواخر آلبین افزایش یافته است. افزایش دما تا کامپانین ادامه داشته و در انتهای مایستریشین مجدداً کاهش یافته است. بنابراین دما در کرتاسه پیشین پایین‌تر از کرتاسه پسین بوده است (Norris et al., 2001). افزایش دما موجب ناپدید شدن یخچالها شده و با ناپدید شدن یخچالها سطح آبهای کوهی زمین در کرتاسه بالا آمده است. این موضوع از ابتدای تریاس تا اواخر ژوراسیک نیز وجود داشته و سطح آب دریا مرتب در تغییر بوده، ولی حداکثر بالا آمدن سطح آب در طی کرتاسه روی داده است (Kominz, 2001). این تغییرات موجب شده تا محققین مختلف تغییرات دمایی این دوره را براساس گروه‌های مختلف فسیلی ثبت نمایند. بررسیهای انجام‌شده بر روی تغییرات دمایی کرتاسه بر پایه نانوفسیلهای آهکی، بسیار متنوع بوده و بیشتر آنها نیز وجود شرایط دمایی پرنوسان برای کرتاسه را تأیید می‌کنند (Roth & Bowdler, 1981؛ Eshet et al., 1992؛ Williams & Bralower, 1995؛ Barrera et al., 1997).

نتیجه گیری

می شود که سنی معادل والانژینین پسین - هوتروین پسین دارند. مقایسه نانوفسیلهای مطالعه شده با نانوفسیلهای گزارش شده از کرتاسه پیشین کپه داغ نشانگر شرایط یکسان رسوب گذاری در این دو بخش از حوضه تیس است. همچنین وجود گونه های شاخص آب گرم در هر دو حوضه حاکی از دمای بالای حاکم بر این حوضه های رسوبی در زمان تهنشین نهشته ها می باشد.

نانوفسیلهای آهکی شناسایی شده در برش رمشتیک از حفظ شدگی خوب تا متوسط و تنوع به نسبت بالایی برخوردارند. در این پژوهش ۳۳ گونه نانوفسیلی متعلق به ۱۸ جنس مختلف شناسایی و عکس برداری شدند. بر اساس گونه های شاخص حاضر، بایوزونه های CC3 تا CC5 از زون بندی Sissingh (1977) برای این توالی پیشنهاد

منابع

- آقاباتی، ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- خدادادی، ل.، هادوی، ف.، رحیمی، ب.، ۱۳۹۰. نانو استراتیگرافی و پالئو اکولوژی گذر سازندهای شور یجه - تیرگان در دو برش مزدوران و کلات. پژوهشهای چینه نگاری و رسوب شناسی، ۴: ۸۵-۱۰۰.
- هادوی، ف.، خزاعی، ا.، رضایی، ف.، ۱۳۹۰. نانو استراتیگرافی برش گازک واقع در غرب تاقدیس لهنا - ماهرود (جنوب شرق بیرجند). نخستین کنگره تخصصی رسوب شناسی و چینه شناسی ایران، ص ۶۱.
- Alavi Naini, M., & Behruzi, A. 1981. Geological map of Qayen, scale 1:100,000. Geological Survey of Iran.
- Barrera, E., & Savin, S.M., 1999. Evolution of Campanian–Maastrichtian marine climates and oceans. In: Barrera, E., & Johnson, C.C., (eds.), Evolution of the Cretaceous Ocean-Climate System. *Geological Society of America, Special, Boulder*, 332: 245–282.
- Barrera, E., Savin, S.M., Thomas, E., & Jones, C.E., 1997. Evidence for thermohaline- circulation reversals controlled by sea level change in the latest Cretaceous. *Geology*, 25: 715–718.
- Bown, P.R., & Young, J.R., 1998. Techniques. In: Bown, P.R., (ed.), Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. *British Micropaleontology Society*, 16- 28.
- Bown, P.R., 1999. Calcareous nannofossil biostratigraphy. *Klower Academic publication*, 315 p.
- Eshet, Y., Moshkovitz, S., Habib, D., Benjamini, C., & Margaritz, M., 1992. Calcareous nannofossil and dinoflagellate stratigraphy across the Cretaceous/Tertiary boundary at Hor Hahar, Israel. *Marine Micropaleontology*, 18: 199–228.
- Hadavi, F., & Khodadadi, L., 2013. Nannostratigraphy and palaeoecology of uppermost Mozduran Formation in the Kopeh-Dagh range (NE Iran). *Arabian Journal of Geosciences*, 7: 1879-1889.
- Haq, B.U., 1978. Calcareous nannoplankton. In: Haq, B., & Boersma, A., (eds.), Introduction to Marine Micropaleontology. *Elsevier Science*, pp.79-107.
- Kominz, M.A., 2001. Sea level variations over geologic time. Western Michigan University, *Academic press*, pp.2605-2613.
- Lees, J.A., 2003. Calcareous nannofossil biogeography illustrates palaeoclimate change in the Late Cretaceous Indian Ocean. *Cretaceous Research*, 23: 537-634.
- Li, L., & Keller, G., 1999. Variability in Late Cretaceous and deep waters: evidence from stable isotopes. *Marine Geology*, 161: 171-190.
- Lottaroli, F., & Catrullo, D., 2000. The calcareous nannofossil biostratigraphic framework of the Late Maastrichtian - Danian North Sea chalk. *Marine Micropaleontology*, 39: 239–263.
- Markevich, V., & Bugdaeva, E., 2007. Climate during the Santonian to Danian based on Palynological data (Amur River Basin). *Daqing*, China, 22: 42-45.
- Norris, R.D., Kroon, D., Huber, B.T., & Erbacher, J., 2001. Cretaceous-Palaeogene Ocean and climate change in the subtropical North Atlantic. In: Norris, R. D., Kroon, D., & Klaus, A. (eds.), North Atlantic Palaeogene and Cretaceous Paleooceanography. *Geological Society of London*, 183: 1-22.

- Nowroozi, A.A., 1972. Focal mechanism of earthquakes in Persia, Turkey, West Pakistan and Afghanistan and plate tectonics of the Middle East. *Bulletin of Seismological Society America*, 62 (3): 823- 850.
- Perch-Nielsen, K., 1979. Calcareous nannofossils from the Cretaceous between the North Sea and the Mediterranean. *IUGS Series A*, 6: 223-272.
- Perch-Nielsen, K., 1983. Recognition of Cretaceous stage boundaries by means of calcareous nannofossils. *In: Birkelund, T., et al., (eds.), Symposium on Cretaceous Stage Boundaries, Copenhagen, Abstracts*, 152-156.
- Perch-Nielsen, K., 1985. Mesozoic Calcareous Nannofossils. *In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., & Perch-Nielsen, K. (eds.), Plankton Stratigraphy. Cambridge University Press*, 329-426.
- Pospichal, J.J., & Wise, J.R., 1990. Calcareous nannofossils across the K-T boundary. ODP Hole 690C, Maud Rise, Weddell Sea. *Proceeding Ocean Drilling Program*. 113: 515- 532.
- Roth, P.H., & Bowdler, J.L., 1981. Middle Cretaceous calcareous nannoplankton biogeography and paleoceanography of the Atlantic Ocean. *SEPM Special Publication*. 32: 517-546.
- Roth, P.H., 1978. Cretaceous nannoplankton biostratigraphy and oceanography of the Northwestern Atlantic Ocean. *Initial Reports Deep Sea drilling Project*, 44: 731-759.
- Roth, P.H., 1986. Mesozoic palaeoceanography of the North Atlantic and the Tethys Oceans. *In: Summerhayes, C.P., & Shackelton, N.J., (eds.) SEPM Special Publication*. 32: 517- 546.
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of cretaceous calcareous nannoplankton. *Geologie en Minjbouw*. 56: 37-65.
- Stocklin, J., & Nabavi, M.H., 1973. Tectonic map of Iran. *Geological Survey of Iran*.
- Stocklin, J., 1968. Structural history and tectonics of Iran: A review American Association Petrology. *Geologists Bulletin*, 52 (7): 1229-1258.
- Stocklin, J., 1972. Lexique Stratigraphique International. Geological Survey of Iran, Fascicule 9b, Iran.
- Street, C., & Bown, P.R., 2000. Palaeobiogeography of Early Cretaceous (Berriasian-Barremian) calcareous nannoplankton. *Marine Micropaleontology*, 39: 265-291.
- Taylor, R., 1979. Lower Cretaceous calcareous nannofossils. *In: Lord, A.R. (ed.), A stratigraphical index of calcareous Nannofossils. British Micropaleontology Society*, 40-80.
- Thibault, N., & Gardin, S., 2006. Maastrichtian calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoecology in the Equatorial Atlantic (Demerara Rise, ODP Leg 207 Hole 1258A). *Reviews Micropaleontology*, 49: 199-214.
- Thibault, N., & Gardin, S., 2007. The late Maastrichtian nannofossil record of climate change in the South Atlantic DSDP Hole 525A. *Marine Micropaleontology*, 65: 163-184.
- Thierstein, H.R., 1976. Mesozoic calcareous nannoplankton biostratigraphy of marine sediments. *Marine Micropaleontology*, 1: 325-362.
- Thierstein, H.R., 1981. Late cretaceous nannoplankton and the change at the C/T boundary. *SEPM Special Publication*, pp.355-394.
- Watkins, D.K., 1996. Upper Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoecology of the Southern Ocean. *In: Mogyilesvky, A., & Whatley, R., (eds.), Microfossils and Oceanic Environments. University of Wales Aberystwyth Press*, pp.355-381.
- Williams, J.R. & Bralower, T.J., 1995. Nannofossil assemblages, fine fraction stable isotopes, and the paleoceanography of the Valanginian - Barremian (Early Cretaceous) North Sea Basin. *Paleoceanography*, 10: 815- 839.
- Wise, S.W., 1983. Mesozoic and Cenozoic calcareous nannofossils recovered by Deep Sea Drilling Project Leg 71 in the Falkland Plateau Region, Southwest Atlantic Ocean. *Initial Reports Deep Sea drilling Project*, 71: 481 -550.

Investigation of the Early Cretaceous Calcareous Nannofossils in Rumeshtik section (Southeast Sarayan)

Notghi Moghaddam, M.^{1*}, Hadavi, F.², Khodadadi, L.³

1- Assistant Professor, Department of Geology, Payame Noor University, Tehran, Iran

2- Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Department of Geology, Payame Noor University, Tehran, Iran

*E-mail: m.n.moghaddam@gmail.com

Introduction

The Lut Block is also called the "Median Mass of East Iran". This basin is a region characterized by Jurassic-Cretaceous-Tertiary sequence (Stocklin and Nabavi, 1973). In this research, to determine the age of these sequence in the Sarayan region (Rumeshtik section), a detailed study of calcareous nannofossils under optical microscope was performed. This section, based on the structural classification of Iran, is located in the east margin of Lut block. Previous nannofossils studies of Cretaceous deposits in Lut Block were done by Hadavi *et al.* (2012) in Gazak section (East Birjand). In the present study, for the first time the nannofloras of the Rumeshtik section were discussed and biostratigraphy of these deposits were presented. The thickness of the studied sequence is 690 meters, and consists of limestone and shale. Ninety eight samples at intervals from 4-10 meter were collected. For the nannofossils, smear-slides were prepared using the technique of Bown and Young (1998) and examined under a light microscope at 1000 magnification by both cross-polarized and phase-contrast methods.

Discussion

In the present study, 33 species belong to 18 genera of calcareous nannofossils in Rumeshtik section were identified. These nannofossils are well to moderately preserved. Some species are abundant in the lowermost part of the studied sections, such as *Nannoconus dolomiticus*, *Nannoconus quadrates* and *Nannoconus bonetii*, while other species are abundant in the uppermost part of the studied sequence such as *Nannoconus abundans*, *Nannoconus circularis*, *Nannoconus borealis*, *Lithraphidites bollii* and *Assipetra terebrodentariu*. According to the First occurrence (FO) of marker species, in Rumeshtik section, three calcareous nannofossil biozones (CC3-CC5) were recognized.

Calcicalathina oblongata zone (CC3): This zone explained as the interval from the FO of *C. oblongata* to FO *C. loriei* by Sissingh (1977). The age of this zone is Late Valanginian. This is the oldest identified zone in the studied section. Thickness of this biozone is about 370 meter.

Cretarhabdus loriei zone (CC4): This zone explained as the interval from the FO of *C. loriei* to last occurrence (LO) *Speetonella colligata* by Sissingh (1977). The age of this zone is Hauterivian. Thickness of this biozone is about 220 meter.

Lithraphidites bollii zone (CC5): This zone explained as the interval from the LO *S. colligata* to LO *C. oblongata* by Sissingh (1977). The age of this zone is Late Hauterivian to Barremian. *Nannoconus abundans* is an index species for Late Hauterivian (Taylor, 1979). Because of the continued presence of *C. oblongata*, and present of *N. abundans*, we located lower part of *Lithraphidites bollii* zone at the end of the studied section. Therefore age of the uppermost part of the studied section is Late Hauterivian. Thickness of this biozone is about 100 meter.

According the calcareous nannofossil biostratigraphy, age of the sequence in the studied region is suggested to be Late Valanginian- Late Hauterivian.

In the current study, in addition to biostratigraphy, investigation of temperature changes was done too. During the Early Cretaceous time, some nannofossils such as *Lithraphidites bollii*, *Nannoconus* spp., and *Watznaueria barnesae* indicate the warm surface water and more related to lower paleolatitudes (Thibault & Gardin, 2007; Street & Bown, 2000). The common occurrence of species belong to the genus *Watznaueria*, *Lithraphidites*, and *Nannoconus* are indicative not only of a warm climate, but also of low latitude setting.

Results

In this study, 33 species with relatively well to moderately preservation were identified in the Rumeshtik section. The studied sediments belong to the zones CC3-CC5 of Sissingh (1977). These biozones attribution allow us to access an age of Late Valanginian- Late Hauterivian for the studied section. Index calcareous nannofossil species at the studied sediments indicate that the basin for deposition of these sediments located in low latitude with warm temperature.

Keywords: Calcareous nannofossils; Early Cretaceous; Rumeshtik; Sarayan.

References

- Hadavi, F., Khazaei, A.R., Rezaei, F., 2012. Nannostratigraphy of Gazak section in West Lahna- Mahroud (Southeast Birjand). *1st professional congress of sedimentology and stratigraphy*, p. 61 (in Persian).
- Bown, P.R., Young, J.R., 1998. Techniques. In: Bown, P.R., (ed.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. British Micropaleontology Society*, 16- 28.
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of cretaceous calcareous nannoplankton. *Geologie en Minjouw*. 56: 37-65.
- Stocklin, J., Nabavi, M.H., 1973. Tectonic map of Iran. *Geological Survey of Iran*.
- Street, C., Bown, P.R., 2000. Palaeobiogeography of Early Cretaceous (Berriasian-Barremian) calcareous nannoplankton. *Marine Micropaleontology*, 39: 265-291.
- Taylor, R., 1979. Lower Cretaceous calcareous nannofossils. In: Lord, A.R. (ed.), *A stratigraphical index of calcareous Nannofossils. British Micropaleontology Society*, 40-80.
- Thibault, N., Gardin, S., 2007. The late Maastrichtian nannofossil record of climate change in the South Atlantic DSDP Hole 525A. *Marine Micropaleontology*, 65: 163-184.

Archive of SID