

## معرفی نانوفسیل‌های آهکی و زیست‌چینه‌نگاری سازند فرخی در برش عزیزآباد (ایران مرکزی، اقیانوس تیتیس میانی)

مرضیه نطقی مقدم

استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. پست الکترونیکی: [m.n.moghaddam@gmail.com](mailto:m.n.moghaddam@gmail.com) و [notghi.m@pnu.ac.ir](mailto:notghi.m@pnu.ac.ir)

تاریخ پذیرش: ۹۹/۴/۱۷

\* نویسنده مسوول

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۲۱

### چکیده

در پژوهش حاضر جهت معرفی نانوفسیل‌های آهکی کرتاسه پسین در اقیانوس تیتیس میانی، برش چینه‌شناسی عزیزآباد از سازند فرخی در ایران مرکزی انتخاب شده است. ضخامت سازند در این برش ۲۳۳ متر بوده و مشتمل بر مارن و سنگ‌آهک مارنی است. در این پژوهش ۴۲ گونه متعلق به ۲۵ جنس نانوفسیلی با حفظ‌شدگی خوب شناسایی شد. برمبنای گونه‌های نانوفسیلی شاخص و مجموعه نانوفسیلی همراه، زیست‌زون‌های CC21 تا CC26 برای سازند فرخی تعیین گردید. زیست‌زون‌های تعیین‌شده موید سن ابتدای کامپانین پسین تا انتهای ماستریشتین پسین برای سازند فرخی در برش عزیزآباد هستند.

کلمات کلیدی: زیست‌چینه‌نگاری، نانوفسیل‌های آهکی، تیتیس میانی، کرتاسه پسین، ایران مرکزی.

### ۱. مقدمه

در بلوک یزد و ناحیه خور است (Aistove et al., 1984). مطالعات متعددی بر روی سازند فرخی صورت گرفته که در آن‌ها به سن‌یابی و بررسی محیط دیرینه سازند براساس فرامینفرها، داینوفلاژله‌ها، استراکودها و یا بی‌مهرگانی نظیر بازوپایان، اسفنج و خارپوستان پرداخته شده است (Mohafez & Moshtaghan, 1963); (Khosro Tehrani, 1977); (Asitov et al., 1984); (Razmjoe, 2011); (Wilmsem et al., 2012); (Seif, 2013); (Allameh & Taherpour Khalil Abad, 2014); (Rezayi Yazdi Nejad, 2017); (ترایان و همکاران, ۱۳۹۰); (رضایی یزدی‌نژاد, ۱۳۹۳); (سیف و همکاران, ۱۳۹۲); (۱۳۹۴); (علامه و ترایان, ۱۳۹۵)). شایان ذکر است علی‌رغم مطالعات متعدد بر روی این سازند، تاکنون گزارشی از نانوفسیل‌های آهکی آن ارائه نشده است. لذا در پژوهش حاضر سازند فرخی برای نخستین بار با هدف معرفی نانوفسیل‌های آهکی و تعیین سن

در این مطالعه سازند فرخی در برش عزیزآباد مورد بررسی قرار گرفته است. سازند فرخی در این برش در بردارنده‌ی نهشته‌های کرتاسه پسین اقیانوس تیتیس میانی می‌باشد و بخشی از حوضه رسوبی ساختاری ایران مرکزی است. حوضه‌های رسوبی دوره کرتاسه در ایران مرکزی متنوع بوده و همین امر منجر به تنوع سنگ‌های کرتاسه ایران مرکزی و نیز ضخامت و سن متفاوت آن‌ها شده است (آقانباتی, ۱۳۸۳). در ایران از ابتدای کرتاسه پسین، تحولات زمین‌ساختی موجب تغییرات زیادی در گسترده‌گی، عمق و شرایط زیستی حوضه‌های رسوبی گردید. همین امر سبب شده تا واحدهای سنگی کرتاسه بالایی ایران به جز زاگرس و کپه‌داغ، نامگذاری نشده و یا از اسامی غیر رسمی برای آن‌ها استفاده شود. سازند غیر رسمی فرخی در ایران مرکزی مستثنی از این امر نبوده و جوان‌ترین واحد سنگی کرتاسه بالایی

است. برای طبقه‌بندی زیست‌چینه‌نگاری برش مورد مطالعه نیز از الگوی Sissingh (1977; 1978) استفاده شده است. تصاویر غالب نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شده در پلیت ۱ آورده شده است.

## ۲-۲ نانوفسیل‌های آهکی

نانوفسیل‌های آهکی یکی از اجزای اصلی فیتوپلانکتون‌ها در اقیانوس‌های امروزی هستند. از آن جا که قدیمی‌ترین نانوفسیل‌های آهکی شناخته‌شده متعلق به تریاس پسین است، لذا نانوفسیل‌ها گروه میکروفسیلی بسیار مهم در اندازه‌گیری و کالیبراسیون رکورد دریایی تریاس پسین تا هولوسن می‌باشند. تکامل سریع و ریخت‌شناسی متنوع و متمایز نانوفسیل‌ها از یک سو و توزیع فراوان نمونه‌های زنده و فسیلی آنان در سراسر جهان از سوی دیگر، سبب مقبولیت نانوفسیل‌ها به عنوان یکی از مهم‌ترین گروه‌های شاخص فسیلی در تحقیقات چینه‌شناسی و بهترین ابزار در چینه‌شناسی زیستی شده است. در ایران نیز تاکنون مطالعات متعددی بر روی نانوفسیل‌های آهکی در مناطق مختلف انجام شده، لکن معرفی نانوفسیل‌های برخی از حوضه‌های رسوبی مانند ایران مرکزی بالنسبه کمتر از سایر حوضه‌ها است.

به طور کلی در این پژوهش تعداد ۴۲ گونه متعلق به ۲۵ جنس از نانوفسیل‌های آهکی در سازند فرخی شناسایی شد (شکل ۲ و پلیت ۱). گونه‌های شناسایی شده در برش عزیزآباد دارای حفظ‌شدگی نسبتاً خوب هستند. لازم به ذکر است که ملاک تشخیص میزان حفظ‌شدگی گونه‌های شناسایی شده در این مطالعه، غالباً بر پایه میزان خوردگی یا انحلال و در مواردی رشد ثانویه است (Watkins, 2007).

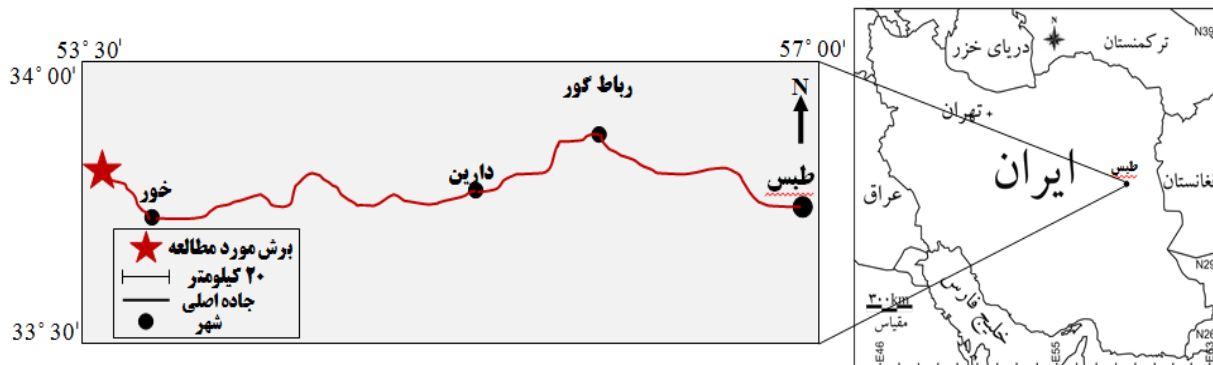
سازند برمبنای این گروه میکروفسیلی، در برش چینه‌شناسی عزیزآباد بررسی گردید.

## ۲. موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه

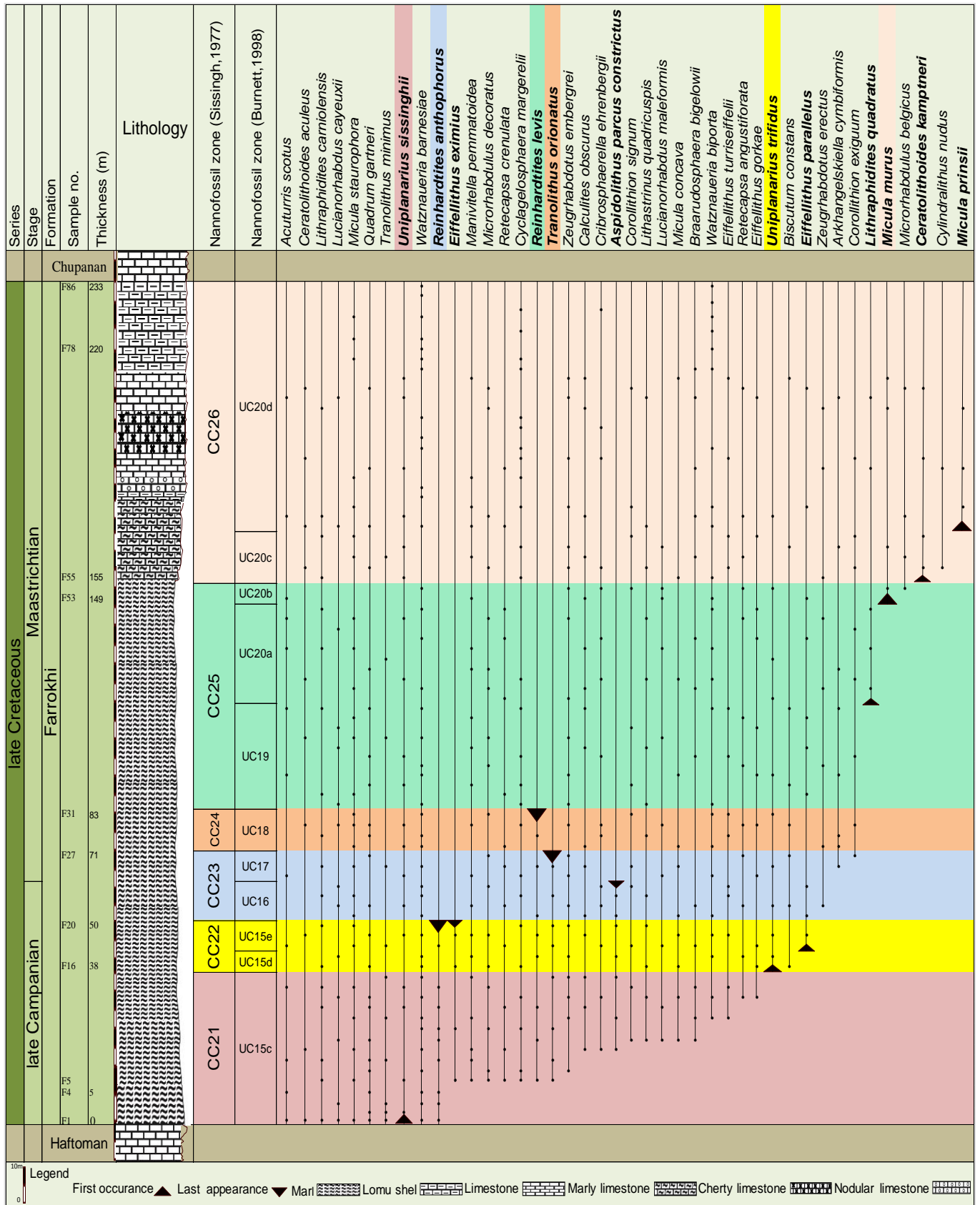
برش چینه‌شناسی عزیزآباد در شمال‌غرب خور قرار گرفته و مختصات جغرافیایی قاعده برش،  $33^{\circ} 50' 48''$  شمالی و  $55^{\circ} 04'$  شرقی است. برش مورد مطالعه به دلیل مجاورت با جاده، دسترسی آسانی دارد (شکل ۱). سازند فرخی در این برش بر روی سنگ‌آهک‌های سازند هفتومان قرار گرفته و مرز بالای آن با سازند چوپانان است. ضخامت این سازند در برش عزیزآباد ۲۳۳ متر بوده و مشتمل بر تناوبی از مارن و آهک‌های مارنی با لایه‌هایی از آهک‌های ندولار و چرتی می‌باشد. در این مطالعه در مجموع ۸۶ نمونه از بخش‌های مختلف آن برداشت و نانوفسیل‌های آهکی آن مطالعه گردید (شکل ۲).

## ۱-۲ روش آماده‌سازی و مطالعات زیست‌چینه‌نگاری

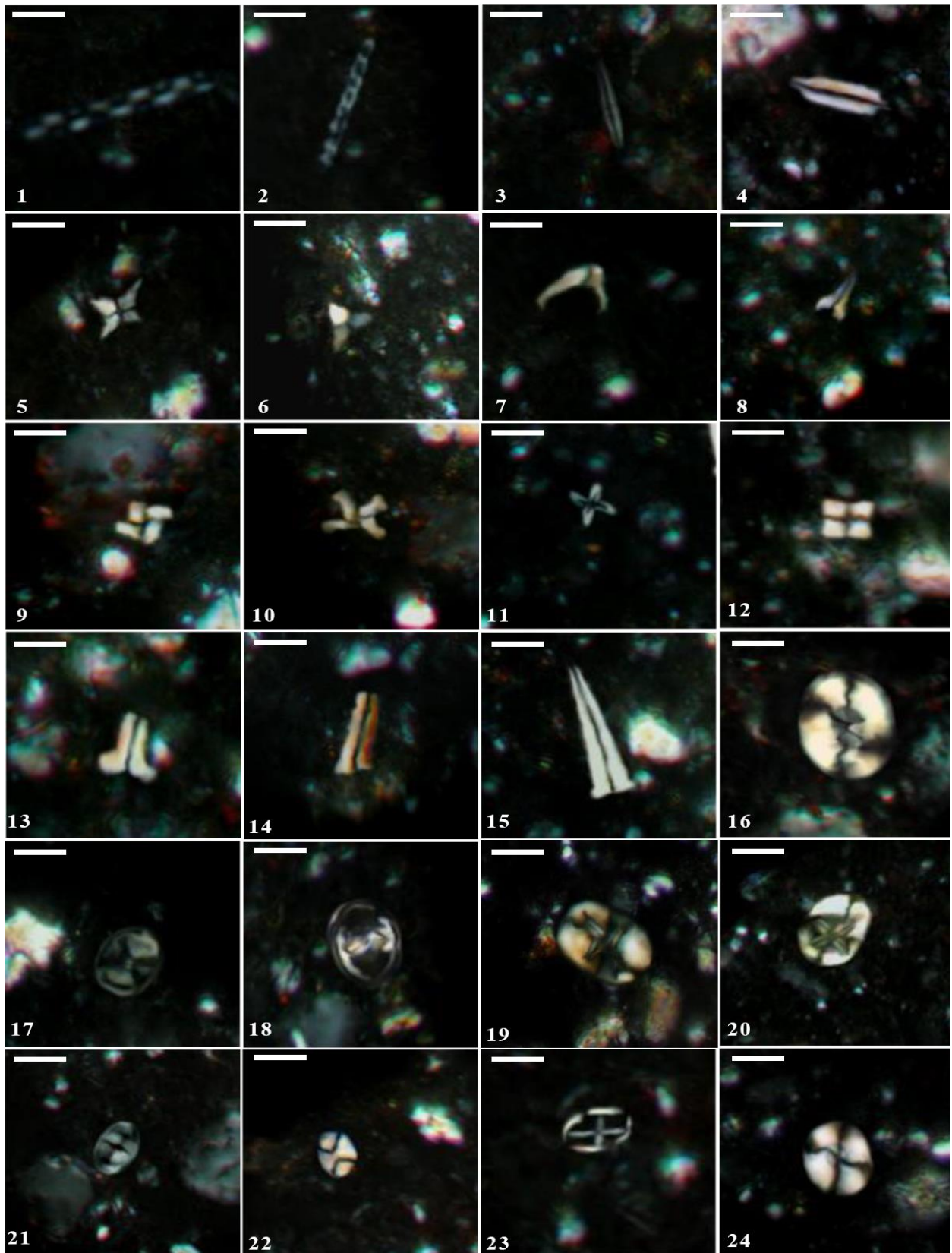
برای مطالعات زیست‌چینه‌نگاری و تعیین سن سازند فرخی، ۸۶ نمونه از برش عزیزآباد برداشت شده است. نمونه‌های جمع‌آوری شده به روش اسمیراسلاید (Bown & Young, 1998) آماده‌سازی و سپس توسط میکروسکوپ نوری المپوس مدل BH2 مطالعه و عکسبرداری شد. در این مطالعه گونه‌های نانوفسیلی برمبنای توصیفات Perch-Nielsen (1985) شناسایی شده و زیست‌زون‌های نانوفسیلی براساس اولین حضور و آخرین حضور گونه‌های شاخص و مجموعه فسیلی همراه، تعیین گردیده



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



شکل ۲: ستون چینه سنگی، پراکندگی نانوفسیل‌های آهکی و زیست‌زون‌های شناسایی شده در سازند فرخی در برش عزیزآباد (براساس الگوی زیست چینه‌نگاری (Sissingh 1977))



پلیت ۱: تصاویر برخی از نانوفسیل‌های شناسایی شده در سازند فرخی در برش عزیزآباد

- 1: *Microrhabdulus decoratus* Deflandre, 1959; (PNU- F.Az36)
- 2: *Microrhabdulus belgicus* Hay & Towe, 1963; (PNU- F.Az57)
- 3: *Lithraphidites carniolensis* Deflandre, 1963; (PNU- F.Az42)
- 4: *Lithraphidites quadratus* Bramlette & Martini, 1964; (PNU- F.Az43)
- 5: *Uniplanarius sissinghii* (Perch-Nielsen, 1986) Farhan 1987; (PNU- F.Az1)
- 6: *Uniplanarius trifidus* (Stradner in Stradner & Papp, 1961) Hattner & Wise, in Wind & Wise 1983; (PNU- F.Az19)
- 7: *Ceratolithoides kamptneri* Bramlette & Martini, 1964; (PNU- F.Az59)
- 8: *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977; (PNU- F.Az45)
- 9: *Micula murus* (Martini, 1961) Bukry, 1973; (PNU- F.Az53)
- 10: *Micula prinsii* Perch-Nielsen, 1979; (PNU- F.Az72)
- 11: *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner, 1963; (PNU- F.Az51)
- 12: *Quadrum gartneri* Prins & Perch-Nielsen in Manivit et al., 1977; (PNU- F.Az46)
- 13: *Lucianorhabdus maleformis* Reinhardt, 1966; (PNU- F.Az54)
- 14: *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre, 1959; (PNU- F.Az32)
- 15: *Acuturris scotus* (Risatti, 1973) Wind & Wise in Wise & Wind, 1977; (PNU- F.Az18)
- 16: *Aspidolithus parvus* subsp. *constrictus* (Hattner et al., 1980) Perch-Nielsen 1984; (PNU- F.Az23)
- 17: *Reinhardtites levis* Prins & Sissingh in Sissingh, 1977; (PNU- F.Az9)
- 18: *Reinhardtites anthophorus* (Deflandre, 1959) Perch-Nielsen, 1968; (PNU- F.Az10)
- 19: *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968; (PNU- F.Az5)
- 20: *Eiffellithus parallelus* Perch-Nielsen, 1973; (PNU- F.Az49)
- 21: *Tranolithus orionatus* (Reinhardt, 1966a) Reinhardt, 1966b; (PNU- F.Az23)
- 22: *Calculites obscurus* (Deflandre, 1959) Prins & Sissingh in Sissingh, 1977; (PNU- F.Az12)
- 23: *Corolithion signum* Stradner, 1963; (PNU- F.Az40)
- 24: *Watznaueria barnesiae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen, 1968; (PNU- F.Az4)

نانوفسیل‌های این زمان انجام شده و زون‌بندی‌های زیستی مختلفی توسط نانوفسیل‌شناسانی مانند: Thierstein, (1976)؛ Verbeek؛ (1977)؛ Sissingh (1977, 1978)؛ Roth؛ (1978)؛ Perch-Nielsen (1979, 1983) و Doeven (1983) ارائه شده است. در این میان در پژوهش حاضر الگوی زیست‌چینه‌نگاری نانوفسیل‌های آهکی که توسط Sissingh (1977, 1978) برای کرتاسه ارائه شده، مبنای تعیین زیست‌زون‌ها قرار گرفت. در این الگو زیست‌زون‌ها براساس اولین ظهور (First Occurance) و آخرین حضور (Last appearance) گونه‌های شاخص تعیین شده‌اند. همان‌طور که قبلاً ذکر شد غالب مطالعات فسیل‌شناسی انجام‌شده بر روی سازند فرخی برمبنای فرامینیفرها و یا پالینومورف‌ها بوده و سازند مذکور تاکنون براساس نانوفسیل‌های آهکی مطالعه نشده است. لذا در این مطالعه برای اولین بار رویدادهای زیستی نانوفسیلی و زیست‌زون‌های نانوفسیلی سازند در برش عزیزآباد به شرح ذیل گزارش می‌شود.

با بررسی عوامل مذکور و از آن‌جا که در اکثر گونه‌های موجود، خوردگی، انحلال و یا رشد ثانویه مشاهده نمی‌شود و در موارد معدودی نیز که این موارد رویت شده، اشکالی در شناسایی گونه‌ها ایجاد نکرده است، می‌توان گفت که حفظ‌شدگی گونه‌ها تقریباً خوب است. در میان گونه‌های موجود گونه‌های متعلق به جنس *Watznaueria* و *Micula* در بیشتر نمونه‌های مطالعه‌شده از سازند یافت می‌شوند. گونه‌هایی مانند *Micula murus*، *Uniplanarius*، *Uniplanarius sissinghii*، *Micula prinsii*، *Lithraphidites* و *Ceratolithoides kamptneri trifidius* در بخش‌های خاصی ظاهر شده‌اند (شکل ۲).

### ۳. بحث

اصولاً باتوجه به فراوانی و تنوع چشمگیر نانوفسیل‌ها در کرتاسه، مطالعات متعددی در زمینه شناسایی و زیست‌چینه‌نگاری

نموده‌اند. سن آن کامپانین پسین است (Perch-Nielsen, 1985). در این مطالعه اولین حضور *Uniplanarius trifidius* در ۳۸ متری قاعده و آخرین حضور *Reinhardtites anthophorus* در ۵۰ متری از قاعده (نمونه شماره ۲۰) مشاهده شد. این زیست‌زون از متر ۳۸ تا ۵۰ را در برداشته و ۱۲ متر ضخامت دارد. زیست‌زون مذکور معادل زیست‌زون UC15d و UC15e از زون‌بندی Burnett (1998) است. مرز بالا و پایین UC15d براساس اولین حضور *Uniplanarius trifidius* و *Eiffellithus parallelus* و مرز بالا و پایین UC15e براساس اولین حضور گونه نانوفسیلی *Eiffellithus eximius* و آخرین حضور *Eiffellithus parallelus* تعیین می‌شود. در این مطالعه شواهد زیستی مذکور ثبت و محدوددهی زیرزون‌های UC15d و UC15e مشخص گردید.

### ۳-۳ زیست‌زون CC23 (*Tranolithus phacelosus* Zone)

لبه پایینی این زون طبق تعریف Sissingh (1977) آخرین حضور *Reinhardtites anthophorus* و لبه بالایی آن آخرین حضور *Tranolithus phacelosus* (= *Tranolithus orionatus*) می‌باشد. سن این زیست‌زون انتهای کامپانین پسین تا ماستریشتین پیشین است (Perch-Nielsen, 1985). در این مطالعه آخرین حضور *Reinhardtites anthophorus* در نمونه شماره ۲۰ و آخرین حضور *Tranolithus orionatus* در نمونه شماره ۲۷ (۷۱ متری از قاعده) مشاهده شد. زیست‌زون CC23، ۲۱ متر از ضخامت سازند را در بر دارد. این زیست‌زون معادل زیست‌زون UC16 و UC17 از زون‌بندی Burnett (1998) است. مرز بالا و پایین UC16 براساس آخرین حضور *Eiffellithus eximius* و آخرین حضور *Aspidolithus parvus constrictus* و مرز بالا و پایین UC17 براساس آخرین حضور گونه نانوفسیلی *Aspidolithus parvus constrictus* و آخرین حضور *Tranolithus orionatus* تعیین می‌شود. در این مطالعه شواهد زیستی مذکور ثبت و محدوددهی زون‌های UC16 و UC17 مشخص گردید.

### ۳-۴ زیست‌زون CC24 (*Reinhardtites levis* Zone)

گستره‌ی این زیست‌زون را Sissingh (1977) از آخرین حضور *Tranolithus phacelosus* (= *Tranolithus orionatus*)

از مهمترین رویدادهای زیستی مربوط به نانوفسیل‌های آهکی در سازند فرخی در برش مورد مطالعه، ثبت اولین حضور گونه *Uniplanarius sissinghii* در اولین نمونه از توالی مورد بحث است که می‌تواند به عنوان اولین حادثه زیستی قابل مشاهده در سازند تلقی شود. بدنبال این حادثه زیستی، مهمترین حادثه بعدی ظهور گونه *Uniplanarius trifidius* بعنوان شاخص زیستی نشان‌دهنده‌ی مرز بالایی زون CC21 با سن ابتدای کامپانین پسین است. ثبت آخرین حضور گونه‌های *Reinhardtites anthophorus* و *Tranolithus orionatus* مطابق با گستره‌ی مرز بالایی زون‌زیستی CC22 و زیست‌زون‌های CC23، CC24 و مرز زیرین زون CC25، از دیگر حوادث زیستی ثبت شده است. حوادث زیستی بعدی شامل اولین حضور گونه‌های *Ceratolithoides*، *Micula prinsii*، *Micula murus* و *kamptneri* است که در این مطالعه ثبت گردید و موید وجود زیست‌زون‌های CC25 و CC26 با سن ماستریشتین است. حوادث زیستی مذکور، تعیین‌کننده زیست‌زون‌های نانوفسیلی زیر هستند.

### ۳-۱ زیست‌زون CC21 (*Uniplanarius sissinghii* Zone)

Sissingh (1977) این زیست‌زون را از اولین حضور *Uniplanarius sissinghii* تا اولین حضور *Uniplanarius trifidius* معرفی کرده است. سن زون مذکور ابتدای کامپانین پسین می‌باشد (Perch-Nielsen, 1985). در این مطالعه اولین حضور *Uniplanarius sissinghii* در اولین نمونه و اولین حضور *Uniplanarius trifidius* در ۳۸ متری از قاعده سازند (نمونه شماره ۱۶) ثبت شد و منجر به تعیین این زیست‌زون با ضخامت ۳۸ متر گردید. زیست‌زون مذکور با زیست‌زون UC15c از زون‌بندی Burnett (1998) مطابقت دارد. مرز بالا و پایین UC15c نیز براساس اولین حضور *Uniplanarius sissinghii* و *Uniplanarius trifidius* تعیین می‌شود.

### ۳-۲ زیست‌زون CC22 (*Quadrum trifidum* Zone)

محدوده زیست‌زون CC22 را Bukry & Bramlette (1970) و Sissingh (1977) از اولین حضور *Uniplanarius trifidius* تا آخرین حضور *Reinhardtites anthophorus* تعیین

متر است و مطابق با زیست‌زون UC19 و زیرزون‌های زیستی UC20a و UC20b از زون‌بندی Burnett (1998) است. شاخص‌های تعیین مرزهای زیرین و بالایی زیست‌زون UC19 و زیرزون‌های زیستی UC20a و UC20b به ترتیب آخرین حضور *Lithraphidites Reinhardtites levis* و اولین حضور *Ceratolithoides kamptneri* و *Micula murus quadratus* معرفی شده که در این مطالعه نیز مشاهده و ثبت گردید. اولین حضور گونه‌ی *Ceratolithoides kamptneri* مطابق Burnett (1998) معادل آغاز زیست‌زون CC26 است.

### ۳-۶ زیست‌زون CC26 (Nephrolithus frequens Zone)

محدوده این زیست‌زون از اولین ظهور *Nephrolithus frequens* تا آخرین حضور گونه مذکور است (Cepek & Hay, 1969) و سنی معادل انتهای ماستریشتین پسین دارد (Perch-Nielsen, 1972). مطالعه و تعیین این زیست‌زون در عرض‌های جغرافیایی بالا و جایی که گونه *Nephrolithus frequens* حضور داشته باشد، معمول بوده و به سهولت امکان‌پذیر است. لکن در عرض‌های جغرافیایی پایین که *Nephrolithus frequens* بسیار نادر است، به اولین حضور گونه‌های *Micula murus* و *Micula prinsii* برای تعیین بازه زمانی ماستریشتین پسین استناد می‌شود. لکن مطابق Burnett (1998) و انطباق زون‌بندی‌های ارائه شده برای کرتاسه پسین توسط Burnett (1998) و Sissingh (1977; 1978)، اولین حضور *Ceratolithoides kamptneri* و *Micula prinsii* نشانگر وجود زیست‌زون CC26 است.

در پژوهش حاضر با توجه به عدم حضور *Nephrolithus frequens* در نمونه‌های مورد مطالعه، اولین حضور گونه *Micula murus* در نمونه شماره ۵۳، اولین حضور *Ceratolithoides kamptneri* در نمونه شماره ۵۵ و اولین حضور *Micula prinsii* در نمونه شماره ۶۰، دال بر تعلق بخش انتهایی نهشته‌های مورد مطالعه به ماستریشتین پسین است. بنا بر اولین حضور گونه‌های شاخص نانوفسیلی مذکور، ۷۸ متر انتهایی سازند در محدوده‌ی زیست‌زون CC26 قرار می‌گیرد. زیست‌زون CC26 معادل با زیرزیست‌زون‌های UC20c و UC20d از زون‌بندی Burnett (1998) است. شاخص‌های تعیین مرزهای زیرین و بالایی زیرزون‌زیستی UC20c به ترتیب اولین حضور *Ceratolithoides kamptneri* و *Micula prinsii* معرفی شده و مرزهای زیرین و

تا آخرین حضور *Reinhardtites levis* تعیین نموده است. سن زیست‌زون CC24، ماستریشتین پیشین می‌باشد (Perch-Nielsen, 1985). مرز پایینی این زون در ۷۱ متری از قاعده و مرز بالایی براساس آخرین حضور *Reinhardtites levis* در نمونه شماره ۳۱ و در ۸۳ متری از قاعده سازند ثبت گردید. این زیست‌زون ۱۲ متر ضخامت دارد و معادل زیست‌زون UC18 از زون‌بندی Burnett (1998) است. مرز بالا و پایین UC18 براساس آخرین حضور گونه نانوفسیلی *Tranolithus orionatus* و آخرین حضور *Reinhardtites levis* تعیین می‌شود. در این مطالعه شواهد زیستی مذکور ثبت و محدوده‌ی زون زیستی UC18 مشخص گردید.

### ۳-۵ زیست‌زون CC25 (Arkhangelskiella cymbiformis Zone)

محدوده‌ی زیست‌زون CC25 طبق تعریف Perch-Nielsen (1972) و Sissingh (1977) از آخرین حضور گونه نانوفسیلی *Reinhardtites levis* تا اولین حضور *Nephrolithus frequens* می‌باشد و سن آن ماستریشتین پیشین تا ماستریشتین پسین است (Perch-Nielsen, 1985). با توجه به این‌که گونه *Micula murus* شاخص سودمندی جهت تعیین مرز بالای این زیست‌زون در عرض‌های جغرافیایی پایین و *Nephrolithus frequens* شاخص مرز بالایی آن در عرض‌های جغرافیایی بالا می‌باشد، لذا اولین حضور *Micula murus* ملاک تعیین محدوده‌ی بالای زون در عرض‌های جغرافیایی پایین است (Perch-Nielsen, 1972). علاوه بر آن اولین حضور *Ceratolithoides kamptneri* و *Lithraphidites quadratus* نیز با بازه زمانی ماستریشتین پسین همپوشانی دارد (Perch-Nielsen, 1972).

در برش مورد مطالعه آخرین حضور *Reinhardtites levis* در نمونه شماره ۳۱ مشاهده شد. لکن اولین حضور گونه *Nephrolithus frequens* مشاهده نگردید و مبتنی بر اولین حضور گونه *Micula murus* در نمونه شماره ۵۳ و اولین حضور گونه *Ceratolithoides kamptneri* در نمونه شماره ۵۵، لبه بالایی زیست‌زون CC 25، در ۱۵۵ متری از قاعده سازند مشخص گردید. همچنین اولین حضور *Ceratolithoides kamptneri* و *Lithraphidites quadratus* نیز در این مطالعه در بازه زمانی ماستریشتین پسین ثبت شد. ضخامت زیست‌زون مورد بحث ۷۲

سازند فرخی (ایران مرکزی). فصلنامه علمی پژوهشی علوم زمین، ۲۶ (۱۱۰): ۵۷-۶۸.

Aistov, L., Melnikov, B., Krivyakin, B., Morozov, L., Kiristaev, V., 1984. Geology of the Khur Area (Central Iran). Explanatory Text of the Khur Quadrangle Map 1:250.000, V/O Technoexport Report 20, pp. 1e130.

Allameh, M., Taherpour Khalil Abad, M., 2014. Systematic Interpretation of Silicified Specimens of Upper Cretaceous Echinocorys ex. gr. scutata (Leske, 1778), Farokhi Formation, Central Iran. Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran 25(3): 237 – 251.

Allameh, M., Rezayi Yazdi Nejad, R., 2017. Late Cretaceous Biostratigraphy planktonic foraminifera of the Farokhi Formation, Iran. Open Journal of Geology, 7: 320-334.

Bown, P.R., Young, J.R. 1998. Techniques. In: Bown PR (ed), Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. British Micropaleontology Society Publication. 16- 28.

Bukry, D., Bramalette, MN., 1970. Coccolith age determination leg 3, Deep sea Drilling project Intial Report Deep Drilling Project 3:589-611.

Burnett, J.A., 1998. Upper Cretaceous. In: Bown, P.R. (ed.), Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. Chapman and Hall, Cambridge. pp. 132-199.

Cepek, P., Hay, WW., 1969. Calcareous nannoplankton and biostratigraphic subdivision of the Upper Cretaceous Trants. Gulf Coast Association geology Society, 19: 323-336.

Doeven, P.H., 1983. Cretaceous nannofossil stratigraphy and paleoecology of the Canadian Atlantic Margin. Bulletin of the Geological Survey of Canada, 356: 1-70.

Khosro Tehrani, K. 1977. Startigraphie du cretace Superieur et du Paleocene de la partie mediane de l'Iran (region comprise entre Esfahan-jandagh et yazd) C.R.Sc. Geol. FR. DA., 4: 239-241.

بالایی زیرزون زیستی UC20d اولین حضور *Micula prinsii* تا ظهور گونه‌های شاخص سنوزوئیک است. در این مطالعه اولین حضور *Micula prinsii* و *Ceratolithoides kamptneri* مشاهده شده و تعیین زیست‌زون‌های مذکور میسر گردید.

#### ۴. نتیجه‌گیری

مطالعه نانوفسیل‌های آهکی سازند فرخی در برش عزیزآباد واقع در شمال‌غرب خور منجر به شناسایی ۴۲ گونه متعلق به ۲۵ جنس نانوفسیلی شد. بررسی گسترش گونه‌های نانوفسیلی حاکی از وجود زیست‌زون‌های CC21- CC26 از زون‌بندی Sissingh (1977) است. وجود زیست‌زون CC21 در قاعده سازند و CC26 در انتهای‌ترین بخش از نهشته‌های مورد مطالعه و ارزش‌چینه‌شناسی زون‌های زیستی مذکور، نشانگر سن ابتدای کامپانین پسین تا انتهای ماستریشتین پسین برای سازند فرخی در برش عزیزآباد می‌باشد.

#### منابع

- آقاباتی، ع.، ۱۳۸۳. زمین‌شناسی ایران. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۶۰۶ ص.
- ترابیان، ب.، علامه، م.، آریایی، ع.ا.، ۱۳۹۰. پالینوفاسیس و محیط رسوبی بخش‌های مارنی سازند فرخی در حوضه رسوبی ایران مرکزی (غرب روستای فرخی). نخستین کنگره تخصصی رسوب‌شناسی و چینه‌شناسی ایران، مشهد، ص. ۱۷۸.
- رضایی یزدی‌نژاد، ر.، ۱۳۹۳. میکروپالئوتولوژی بخش‌های شیلی سازند فرخی بر مبنای فرامینیفرها (حوضه رسوبی ایران مرکزی). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، ۱۵۰ ص.
- سیف، ح.، مجیدی‌فرد، م.ر.، محتاط، ط.، ۱۳۹۲. یافته‌های نوین چینه‌نگاری زیستی سازند فرخی واقع در جنوب‌غرب خور (ایران مرکزی) بر اساس روزن‌بران پلانکتونیک. سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره بین‌المللی تخصصی علوم زمین.
- سیف، ح.، مجیدی‌فرد، م.ر.، محتاط، ط.، ۱۳۹۴. یافته‌های نوین چینه‌نگاری سنگی و زیستی سازند فرخی در جنوب‌غرب خور (ایران مرکزی). فصلنامه علمی پژوهشی علوم زمین، ۲۵ (۹۷): ۱۹۷-۲۱۰.
- علامه، م.، ترابیان، ب.، ۱۳۹۵. پالینوفاسیس و محیط دیرینه بخش مارنی



- Project, 44: 731-760.
- Saif, H., 2013. Lithostratigraphic and biostratigraphic finding on the Farrokhi Formation in Southwest of khur (Central Iran), Master's Thesis , Institute for Earth Sciences. Geological Survey of Iran, Tehran
- Sissingh, W., 1977. Biostratigraphy of Calcareous Nannoplankton. *Geologie En Mijnbouw*, 56: 37-65.
- Sissingh, W., 1978. Microfossil biostratigraphy and stage-stratotypes of the Cretaceous. *Geologie En Mijnbouw*, 57: 433-440.
- Thierstein, H.R., 1976. Mesozoic calcareous nannoplankton biostratigraphy of marine sediments. *Marine Micropaleontology.*, 1:325-362.
- Verbeek, J.W., 1977. Calcareous nannoplankton biostratigraphy of Middle and Upper Cretaceous deposits in Tunisia, southern Spain and France. *Utrecht Micropaleontological Bulletins*, 16: 1-157.
- Watkins, D. K., 2007. Quantitative analysis of the calcareous nannofossil assemblages from CIROS-1, Victoria Land Basin, Antarctica. *Journal of Nannoplankton Research*. 29 (2), pp.130-137.
- Wilmsen, M., Fürsich, F. T. Majidifard, M. R., 2012. *Porosphaera globularis* (Phillips, 1829) (Porifera, Calcarea) from the Maastrichtian of the Farokhi Formation of Central Iran, *Cretaceous Research* 33: 91-96.
- Mohafez , S., Moshtaghian, A., 1963. Geology and oil possibilities of khur-Jandaq-Biabanak area.
- Perch-Nielsen, K., 1972. Remarks on Late Cretaceous to Pleistocene coccoliths from the North Atlantic Initial Rep. Deep Sea drilling Project, 12: 1003-69.
- Perch-Nielsen, K., 1979. Calcareous nannofossil zonation at the Cretaceous/ Tertiary boundary in Denmark. In: Birkelund, T., and Bromley, R.G., (Editors), *Proceedings Cretaceous-Tertiary Boundary Events Symposium*, Copenhagen, 1, Copenhagen, pp. 115-135. .
- Perch-Nielsen, K., 1983. Recognition of Cretaceous stage boundaries by means of calcareous nannofossils. In: Birkelund, T. et al. (Editors), *Symposium on Cretaceous Stage Boundaries*, Copenhagen, October 18-21, 1983, Abstracts, Copenhagen, pp. 152-156.
- Perch- Nielsen, K. 1985. *Plankton Stratigraphy*. In: Bolli Hm, Saunders JB, Perch- Nielsen K (Eds). Cambridge University Press. 329- 426.
- Razmjoe, A., 2011. Lithostratigraphic and biostratigraphic finding on the Farrokhi formation in Northwest of khur (Central Iran), Master's Thesis, Institute for Earth Sciences. Geological Survey of Iran.
- Roth, P.H., 1978. Cretaceous nannoplankton biostratigraphy and oceanography of the northwestern Atlantic Ocean. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling*