

زیست‌چینه‌نگاری رسوبات کربناته ائوسن در خاور ایران مرکزی (ناحیه تربت جام): با اهمیت گسترش چینه‌شناسی گونه *Nummulites perforatus* و نانوفسیل‌های آهکی

حسین مصدق^۱، مهدی هادی^۲ و محمد برنندآور^۲

^۱دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
^۲دانشجوی دکتری، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۴/۰۲

چکیده

در پژوهش حاضر، رسوبات دریایی ائوسن در برش چناریو ناحیه تربت جام (بخش خاوری پهنه ایران مرکزی) بر پایه روزن‌بران کفزی بزرگ مطابق با زون‌های کفزی آب‌های کم‌زرفا (Shallow Benthic Zones= SBZ) و همچنین نانوفسیل‌های آهکی مطابق با زون‌های استاندارد جهانی (Nannofossil Paleogene= NP) مورد مطالعه زیست‌چینه‌نگاری قرار گرفته است. این مطالعات با تمرکز روی تجمعات روزن‌بران کفزی بزرگ همچون *Eoripertea magna* (La Calvez), *Fabiania cassis* (Oppenheim), *Eoamularia eoconica* (Cole ve Bermudez), *Gypsina* sp., *Textularia* sp., *Nummulites perforatus* (De Montfort), *Nummulites* sp., *Criboecentrum reticulatum*, *Sphenolithus obtusus*, *Sphenolithus spiniger*، *Discocyclina* sp., *Rotalia* sp., *Acervulina* sp، *Sphenolithus editus*, *Helicosphaera compacta*, *Coccolithus pelagicus*, *Coccolithus eopelagicus*, *Discoaster stapanensis*, *Discoaster barbadiensis*, *Discoaster* sp., *Reticulofenestra* sp در توالی آهکی برداشت شده انجام پذیرفت. در نتیجه، با توجه به گونه‌های شاخص شناسایی شده، زیست‌زون‌های SBZ15-17 مربوط به روزن‌بران کفزی بزرگ و زیست‌زون NP16 از نانوفسیل‌های آهکی در توالی مورد مطالعه جدا شد، که بیانگر سن لوتشین پسین-بارتوئین پیشین (ائوسن میانی) است. همچنین مرز اشکوب‌های لوتشین-بارتوئین بر پایه گونه‌های شاخص نانوفسیل‌های آهکی به‌طور دقیق جدا شد؛ به‌طوری که اولین ظهور گونه روزن‌بران کفزی بزرگ *N. perforatus* (de Montfort) در بخش میانی توالی نهشته شده در طی زمان اشکوب بارتوئین ثبت شد. بنابراین، این امر گویای این مطلب است که در ایران همانند دیگر بخش‌های باختری حوضه تیس اولین ظهور گونه *N. perforatus* (de Montfort) در بارتوئین پیشین (SBZ17) رخ داده است. همچنین در این مقاله سیستماتیک گونه *N. perforatus* (de Montfort) بر پایه ویژگی‌های تیپ‌شناسی و بایومتریک مطالعه و توصیف شده است.

کلیدواژه‌ها: ائوسن، بارتوئین، روزن‌بران کفزی بزرگ، نانوفسیل‌های آهکی، تربت جام.

*نویسنده مسئول: حسین مصدق

E-mail: mosaddegh@khu.ac.ir

۱- پیش‌نوشتار

پس از گذشت ۳ دهه از آخرین مطالعات انجام شده روی سیستماتیک و ویژگی‌های بایومتریک روزن‌بران کفزی بزرگ در ایران به وسیله Rahaghi (1978 and 1980) در پژوهش حاضر ویژگی‌های تیپ‌شناسی و بایومتریک گونه *Nummulites perforatus* (de Montfort, 1808) به همراه دیگر روزن‌بران کفزی بزرگ و به‌ویژه نانوفسیل‌های آهکی با جزئیات دقیق‌تری در ناحیه تربت‌جام مطالعه شده‌اند. در این ناحیه گسترش توالی‌های دریایی (کربناته ماری) به رخنمون‌های کمی محدود می‌شود. بنابراین مطالعات فسیل‌شناسی محدودی در این ناحیه صورت گرفته است (مانند حاجیان، ۱۳۷۵) که در آنها تنها به ذکر نام برخی از گونه‌های میکروفسیلی اکتفا شده است. با این حال از تنها مطالعات تخصصی که در آنها به بیان جزئیات دقیق‌تری از روزن‌بران کفزی بزرگ توالی‌های ائوسن ایران پرداخته شده باشد، می‌توان به گزارشات و مقالات Rahaghi and Schaub (1976), Hottinger (2007) و Rahaghi (1978 1980 and 1983) اشاره کرد. بیشتر مطالعات انجام شده در ناحیه تربت‌جام به زمین‌شناسی عمومی و زمین‌ساخت ناحیه محدود می‌شود (Eftekhari-Nezhad et al., 1983) که مطابق با آنچه در بالا اشاره شد مطالعات زیست‌چینه‌ای بسیار کمی روی میکروفسیل‌ها (روزن‌بران کفزی بزرگ و یا نانوفسیل‌های آهکی) انجام شده است. بنابراین، اهداف اصلی که در این پژوهش بررسی شده است شامل زیست‌زون‌بندی توالی‌های کربناتی منسوب به ائوسن در بخش خاوری پهنه ایران مرکزی (ناحیه تربت‌جام)، توصیف سیستماتیک گونه *Nummulites perforatus* (de Montfort, 1808) تعیین و تثبیت زمان اولین ظهور گونه یاد شده بر پایه زیست‌زون‌های استاندارد جهانی نانوفسیل‌های آهکی است. در پژوهش ارائه شده دو گروه میکروفسیلی بسیار ارزشمند شامل روزن‌بران کفزی بزرگ و نانوفسیل‌های آهکی برای مطالعه دقیق‌تر زیست‌چینه‌نگاری و

زمان زمین‌شناسی در طی رسوب‌گذاری توالی یاد شده بررسی شد. افزون بر این، به دلیل اهمیت گونه روزن‌بران کفزی بزرگ *N. perforatus* (de Montfort, 1808) به عنوان ابزاری کارآمد در تفسیر چینه‌نگاری زیستی، به‌ویژه در تشخیص اشکوب بارتوئین، سبب شد تا نگارندگان مقاله نگاهی ویژه به این گونه از خانواده بزرگ و پیچیده Nummulitidae داشته باشند.

۲- زمین‌شناسی ناحیه و چینه‌شناسی برش مورد مطالعه

این برش در نزدیکی دهکده چناریو ۱۲ کیلومتری باختر جنوب باختری کاریز و ۶۵ کیلومتری شمال باختر تربت‌جام (خاور ایران) و در برگه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کاریز (نقشه شماره ۸۰۶۱) با مختصات طول خاوری ۱۷° ۵۰' ۶۰" و عرض شمالی ۳۵° ۲۸' ۴۴" جای گرفته است (شکل ۱). همچنین بر طبق آخرین تفسیرهای پیشنهادی توسط Aghanabati (2004) و Vaziri-Moghadam et al. (2006) برای تقسیم‌بندی پهنه‌های ساختاری ایران، چهارگوش کاریز (تربت‌جام) در پهنه ساختاری ایران مرکزی جای دارد. به‌گونه‌ای که توالی‌های ائوسن در این ناحیه معرف بیشترین گسترش از سنگ‌های آتشفشانی هستند و تنها رخنمون‌های کمی از توالی‌های دریایی کربناتی در این ناحیه دیده می‌شود. همچنین Eftekhari-Nejad et al. (1983) بیان کردند که توالی‌های پالتوسن ائوسن به‌طور چیره در بردارنده سنگ‌های آتشفشانی، کنگلومرا و توالی‌های آهکی کمی در چهارگوش ناحیه کاریز هستند. در برش مورد مطالعه توالی برداشت شده شامل ۷ واحد سنگ‌چینه‌ای است (شکل ۲) که به ترتیب از قاعده به رأس شامل موارد زیر است:

(۱) سبزی ۵ متر کنگلومرا با قطعات نیمه‌گرد شده پیل، کابل و کمی بولدر در یک زمینه ماسه‌ای و رسی.

- 1991 *Nummulites perforatus* (de Montfort), Avşar, p. 21-22, pl. 1, figs 1-11.
 1992 *Nummulites perforatus* (de Montfort), Avşar, p. 156-158, pl. 2, figs 1-11.
 1995 *Nummulites perforatus* (de Montfort), Racey, p. 56-58, pl. 3, figs 1-7.
 1995 *Nummulites perforatus* (de Montfort), Papazzoni and Sirotti, pl. 2, figs 7-8.
 2007 *Nummulites perforatus* (de Montfort), Varone and Decrouez, pl. 1, figs. 7-12.
 2010 *Nummulites perforatus* (de Montfort), Deveciler, pl. 1, Figs 1-6; P 2, Figs 1-8.

۴-۱. فرم میگروسفریگ (B-form)

پوسته‌های عدسی تا عدسی تخت شده و بیشتر در ناحیه مرکزی زینی شکل تا کمی ورم کرده هستند. بخش‌های پیرامونی با افزایش اندازه پوسته‌ها کمی سبتر تر می‌شوند. سپتال فیلامنت‌ها (اثرات پرده‌ها روی سطح پوسته) شعاعی و کمی منحنی تا موجی شکل در افراد جوان هستند که بیشتر در فرم‌های بالغ مانداری می‌شوند. گرانول‌ها در افراد جوان همه سطح پوسته را می‌پوشانند؛ به گونه‌ای که در افراد بالغ تحلیل رفته‌اند و یا دیده نمی‌شوند.

– **پوش استوایی (Equatorial section):** پوسته‌های عدسی تا عدسی تخت شده بیشتر با بخش پیرامونی گرد و اتاقک‌هایی که در مراحل آغازین به روشنی دیده نمی‌شوند. اگر چه به نظر می‌رسد آنها دارای فرم‌های مستطیلی هستند، ولی گهگاه اتاقک‌های آغازین به فرم هم‌اندازه (isometric) و سپس به فرم مستطیلی (اتاقک‌هایی که دارای پهنای بیشتری نسبت به ارتفاع هستند) دیده می‌شوند. در پایان، اتاقک‌ها در آخرین مراحل پیچش دارای پهنای ۳ برابر نسبت به ارتفاع هستند. ۷ تا ۸ دور پیچش اول فشرده و در ادامه تا پیچش‌های شماره ۲۴ تا ۲۷ دور بعدی شل تر و سپس در افراد بالغ از دور پیچش ۲۷ به بالا فشرده شدند (شکل ۴). در برابر آن، فرم‌های میکروسفریگ کوچک در مراحل جوانی دارای ۴ پیچش اول به نسبت فشرده هستند. دیواره‌ها (Septa) در آغاز خوابیده تا کمی منحنی شده هستند؛ در حالی که در انتها خم‌شدگی و انحنا بیشتری دارند. Marginal Cord دارای سبترای‌های متغیر (منظور تغییرات سبترای در دور پیچش‌هاست) و به نسبت سبتر شده است. حدود قطر پوسته میان $13/7$ تا $28/7$ میلی‌متر و سبتر $7/7$ تا 10 میلی‌متر است (تعداد دور پیچش‌ها ۱۶ تا ۳۱). پیچش‌های اول تا پنجم در شعاع‌های $1/6$ تا $2/1$ میلی‌متر فشرده شده‌اند و در پیچش نهم به شعاع‌های متغیر $2/7$ تا $4/1$ میلی‌متر می‌رسد؛ سرانجام شعاع‌ها در دور پیچش نوزدهم $6/9$ تا $8/2$ میلی‌متر هستند.

۴-۲. فرم مگالوسفریگ (A-form)

پوسته‌ها دارای حاشیه‌ای نازک شده هستند. سپتال فیلامنت‌ها روی همه سطوح پوسته فرم‌های شعاعی تا منحنی شده دارند. گرانول‌ها درشت و در سرتاسر سطح پوسته به‌طور گسترده آرایش یافته‌اند.

– **پوش استوایی (Equatorial section):** فرم‌های مگالوسفریگ دارای اندازه‌ای کوچک با قطری میان $4/6$ تا $5/53$ میلی‌متر و سبترایی با میانگین در حدود ۲ میلی‌متر هستند. حجره جنبینی دارای فرم کروی تا تخم‌مرغی شکل و با قطری حدود ۸۲۰ تا ۱۲۰۰ میکرون است. سپتاها به شکل کمائی در آغاز دیده شدند که در انتها از میزان انحنا کاسته می‌شود. اتاقک‌ها به فرم هم‌اندازه در مراحل آغازین تا اشکالی دارای پهنای بیشتر نسبت به ارتفاع در پیچش‌های داخلی و سپس این نسبت در پیچش‌های خارجی افزایش می‌یابند. مراحل دور پیچش‌ها از آغاز تا آخرین دور پیچش از شل تا فشرده تغییر می‌کنند (شکل ۴). مارژینال کرد کمی نامنظم و سبتر است. شعاع‌های تعداد دور پیچش‌ها (۶ دور پیچش) میان $2/4$ تا $2/9$ میلی‌متر متغیر است.

۵- گسترش (Distribution)

گونه *N. perforatus* (de Montfort) برای اولین بار به‌طور معتبر از ایران به عنوان بخشی از حوضه تپیس به وسیله Rahaghi and Schaub (1976) در ناحیه تربت حیدریه (رباط سفید) شناسایی و سن ائوسن میانی (بارتوین) برای آن گزارش شد.

(۲) سبترای ۱۰ متر ماسه‌سنگ با لیزهای کنگلومرایی.

(۳) سبترای ۴ متر توالی سنگ‌آهک ماسه‌ای با فراوانی بالایی از بایوکلاست شامل اکتینوئیدها و گاستروپودها.

(۴) سبترای ۶ متر توالی سنگ‌آهک‌های نازک‌لایه دربردارنده روزن‌بران کف‌زی بزرگ و مرجان‌ها.

(۵) سبترای ۹ متر توالی سنگ‌آهک رسی.

(۶) سبترای ۵ متر توالی سنگ‌آهک مارنی دربردارنده تجمعاتی از گونه *N. perforatus* (de Montfort) در بخش پایینی از ژئومتری بنک نومولیتی (nummulite bank).

(۷) توالی سنگ‌آهک‌های متوسط‌لایه با فراوانی از تجمعات گونه *N. perforatus* (de Montfort) در بخش بالایی از ژئومتری بنک نومولیتی (nummulite bank).

۳- روش مطالعه

برای انجام این پژوهش ۳۷ نمونه سنگی به‌طور سیستماتیک برای مطالعه روزن‌بری و نانوفسیلی برداشت شده است. ضمن اینکه در بخش‌های پایینی از توالی چینه‌شناسی برداشت شده امکان تهیه نمونه‌های ایزوله از روزن‌بران کف‌زی بزرگ فراهم نبود و از برش‌های تصادفی به منظور آماده‌سازی ۳۷ مقاطع نازک از نمونه‌های برداشت شده استفاده شد. افزون بر آن، برای مطالعات دقیق در تعیین و شناسایی گونه‌های *Nummulites* بخش بالایی توالی کربناتی ۵۸ اسلاید از نمونه‌های ایزوله و با استفاده از دو روش مختلف: (۱) شکافت استوایی (split the equatorial section) با استفاده از روش گرما شکافت (۲) سایش نمونه‌های ایزوله برای فراهم‌سازی برش‌های استوایی و محوری جهت دار برای مطالعه ساختارهای داخلی ساخته شد که در پایان به وسیله میکروسکوپ دوچشمی Nikon AZ100 مطالعه و عکسبرداری شدند. برای انجام مطالعات نانوفسیلی ۸ اسلاید با استفاده از روش اسمیراسلاید (Smear Slide) آماده‌سازی شد و با استفاده از میکروسکوپ نوری پلاریزان Nikon E200 و با بزرگنمایی 1000X مورد مطالعه قرار گرفت. گفتنی است که در برخی موارد برای تشخیص و شناسایی گونه‌های نانوفسیلی از ورقه‌های کمکی ژپیس و کوآرتز استفاده شد. همچنین برای زیست‌زون‌بندی روزن‌بران کف‌زی بزرگ از سیستم زون‌بندی Serrà-Kiel et al. (1998) و برای زیست‌زون‌بندی نانوفسیل‌های آهکی از الگوی زون‌بندی استاندارد جهانی (Martini (1971) استفاده شده است (شکل ۳).

۴- توصیف (Description)

برخی مشخصات کلیدی در تعیین گونه *N. perforatus* به وسیله Rahaghi (1980) (1981), Samanta (1981) و Schaub (2010) با مطالعات انجام شده در این پژوهش مقایسه شد (جدول ۱).

Order Foraminifera Eichwald, 1830

Family Nummulitidae Blainville, 1825

Genus *Nummulites* Lam arck, 1801

Type species *Camerina laevigata* Brugiere, 1792

Nummulites perforatus (de Montfort, 1808)

(تابلو ۱، تابلو ۲، شکل ۷ و شکل ۱۴)

1808 *Egeon perforatus* de Montfort, p. 166, figs. 2.

1929 *Nummulites perforatus* (de Montfort), Lluëca, p. 190-195, pl. 9, figs 30-38; pl. 11, figs. 1-7; pl. 12, figs. 1-7.

1972 *Nummulites perforatus* (de Montfort), Blondeau, p. 161, pl. 36, figs. 6-11.

1981 *Nummulites perforatus* (de Montfort), Samanta, p. 818-823, pl. 113, figs 1-2; pl. 116, figs. 1-2.

1981 *Nummulites perforatus* (de Montfort), Schaub, p. 88-90, pl. 17; pl. 18; pl 19, figs 1-8.

(Perch-Nielsen, 1971; Aubry, 1983; Arney and Wise, 2003; Urquhart et al., 2007) در حالی که، در برخی از مطالعات اولین حضور گونه *H. compacta* در محدوده مرز لوتشین بارتونین گزارش شده (Aubry, 1986; Varol, 1989) و در دیگر مطالعات این حضور در فاصله کمی پس از مرز ثبت شده است (Arney and Wise, 2003). Urquhart et al., 2007) بنابراین این واحد سنگ‌چینه‌ای، از ابتدا در بازه زمانی بخش میانی زون NP16 (لوتشین پسین) شروع به رسوب گذاری کرده و در ادامه با توجه به ثبت اولین حضور گونه *H. compacta* از مرز لوتشین بارتونین گذر کرده و رسوب گذاری آن در بازه زمانی بخش بالایی این زون (بارتونین پیشین) ادامه یافته است. افزون بر آن، ثبت اولین ظهور گونه *S. obtusus* همراه با اولین حضور گونه *H. compacta* شاهدهی دیگر بر آغاز بارتونین و مرز اشکوب‌های لوتشین بارتونین است (Perch-Nielsen, 1985) (شکل ۲).

بنابراین بر پایه مطالعه دقیق نانوفسیل‌های آهکی صورت گرفته، رسوب گذاری بخش بالایی واحد سنگ‌چینه‌ای پنجم تا انتهای برش مورد مطالعه در طی زمان زمین‌شناسی اشکوب بارتونین می‌تواند مسجل دانسته شود.

۷- بخش بالایی (واحد سنگ‌چینه‌ای ششم و هفتم): این بخش با یک ژئومتری بتک نومولیتی (*Nannulites bank*) مشخص می‌شود که دارای تجمعاتی تک‌گونه‌ای (*N. perforatus* (de Montfort) است (شکل ۵). در طی زمان ائوسن رفتار خاص این گروه از روزن‌بران کف‌زی بزرگ سبب تشکیل ساختارهای غیریفی بیل‌آپ (buildups) یا بتک‌ها (banks) به صورت تک‌گونه‌ای می‌شوند (Ami, 1965). بدین ترتیب حضوری از فراوانی بالای تک‌گونه‌ای *N. perforatus* (de Montfort) دیده می‌شود که به عنوان گونه‌ای شاخص در زون‌بندی ارائه شده توسط (Serra-Kiel et al., 1998) است. با توجه به قرارگیری مرز اشکوب‌های لوتشین بارتونین در بخش پایینی این واحد سنگ‌چینه‌ای (درون واحد سنگ‌چینه‌ای پنجم)، همچنین گزارش حضور گونه یاد شده توسط (Rahaghi and Schaub, 1976) و (Rahaghi, 1978) در نهشته‌های بارتونین و به‌ویژه اینکه در مطالعات اخیر صورت گرفته توسط (Hadi et al., 2016) گونه *N. perforatus* (de Montfort) همراه با مجموعه روزن‌بران کف‌زی بزرگ شاخص بارتونین مانند *Nlyelli* Schaub, 1981 ثبت شده است؛ از این رو، بخش بالایی توالی چینه‌ای برداشت شده در برش چنارو منطق بر زیست‌زون SBZ17 و معادل سن بارتونین پیشین است (شکل ۲). اگر چه در نقاط محدودی حضور گونه شاخص *N. perforatus* (de Montfort) در لوتشین پسین نیز گزارش شده است (Örçen, 1986; Ahmad et al., 2014) در حالی که، بر پایه مطالعات جامع و دقیق تر توسط متخصصان از جمله (Schaub, 1981) و (Serra-Kiel et al., 1998) حضور تأیید شده‌ای از اولین ظهور این گونه در انتهای لوتشین پسین به‌ویژه دست کم برای نواحی باختر تبتیس دور از ذهن به نظر می‌رسد.

۷- نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر در برش چنارو روی ستبرای ۴۳ متر از توالی‌های کرتینای دریای کم‌ژرفای ائوسن میانی (لوتشین پسین بارتونین پیشین) در ناحیه تربت‌جام و برای اولین بار در ایران بر پایه روزن‌بران کف‌زی بزرگ و نانوفسیل‌های آهکی انجام شده و مورد تطابق قرار گرفته است. در این پژوهش برای زیست‌چینه‌نگاری روزن‌بران کف‌زی بزرگ و نانوفسیل‌های آهکی به ترتیب از سیستم زون‌بندی معرفی شده توسط (Serra-Kiel et al., 1998) و زون‌های استاندارد جهانی (Martini, 1971) استفاده شد و به عنوان یکی از اهداف این پژوهش به پیاده‌سازی و تطابق زون‌های کف‌زی آب‌های کم‌ژرفا (Shallow Benthic Zones= SBZ) با زون‌های مربوط به نانوفسیل‌های آهکی انجامید. به‌طوری که رسوبات ائوسن این ناحیه از کمربند حوضه تبتیس برای اولین بار در این پژوهش معرفی شد که قابل قیاس با زیرزون‌های روزن‌بری کف‌زی بزرگ SBZ17-SBZ15? و همچنین زیست‌زون نانوفسیلی NP16 و بیانگر سن لوتشین پسین بارتونین پیشین است. در این مطالعه تکنیک مرز اشکوب‌های لوتشین بارتونین بر پایه نانوفسیل‌های آهکی انجام شده که مطابق

همچنین این گونه در حوضه زاگرس (کوه‌های آب پرده) از سازند جهرم نیز به سن ائوسن میانی معرفی شده است (Rahaghi, 1978). به‌طور کلی این گونه دارای یک توزیع گسترده جهانی در سرتاسر نواحی تبتیس در طی ائوسن بود که همه مطالعات انجام شده معرف سن بارتونین بودند (Rahaghi and Schaub, 1976; Schaub, 1981). اگر چه پس از معرفی زیست‌زون‌بندی روزن‌بران کف‌زی بزرگ توسط (Serra-Kiel et al., 1998) این گونه نشان‌دهنده آغازی از اشکوب بارتونین (SBZ17) در حوضه تبتیس در نظر گرفته شد (Varrone and Decrouez, 2007; Özcan et al., 2007). بدین ترتیب، در مطالعه حاضر نیز گونه *N. perforatus* (de Montfort) شناسایی شده در برش چنارو ناحیه تربت‌جام (کاریزنو) بر پایه زون‌بندی‌های ارائه شده به وسیله (Serra-Kiel et al., 1998) معرف بخش آغازین اشکوب بارتونین (SBZ17) برای توالی‌های کرتینای این ناحیه به شمار می‌شود (شکل ۲).

۶- بحث و تفسیر زیست‌چینه‌نگاری

در مطالعه حاضر از برش چنارو (ناحیه تربت‌جام) ستبرای ۴۳ متر از توالی دریایی و کرتینای منسوب به ائوسن برداشت شد. نهشته‌های برداشت شده در میان رختون‌های آتشفشانی ائوسن جای گرفته‌اند. بنابراین مرزهای زیرین و بالایی توالی یاد شده با ناپیوستگی منطق بر رختون‌های یاد شده است. مطالعات زیست‌چینه‌نگاری از برش برداشت شده بر پایه دو گروه میکروفسیلی ارزشمند روزن‌بران کف‌زی بزرگ (روزن‌بران کف‌زی بزرگ، بزرگ‌تر) و نانوفسیل‌های آهکی صورت گرفت که نشان‌دهنده شکل‌گیری این رسوبات در طی زمان ائوسن میانی (لوتشین بارتونین) است. از این رو، زیست‌چینه‌نگاری این برش بر پایه محتویات فسیلی قابل استخراج از واحدهای سنگ‌چینه‌ای عبارت است از:

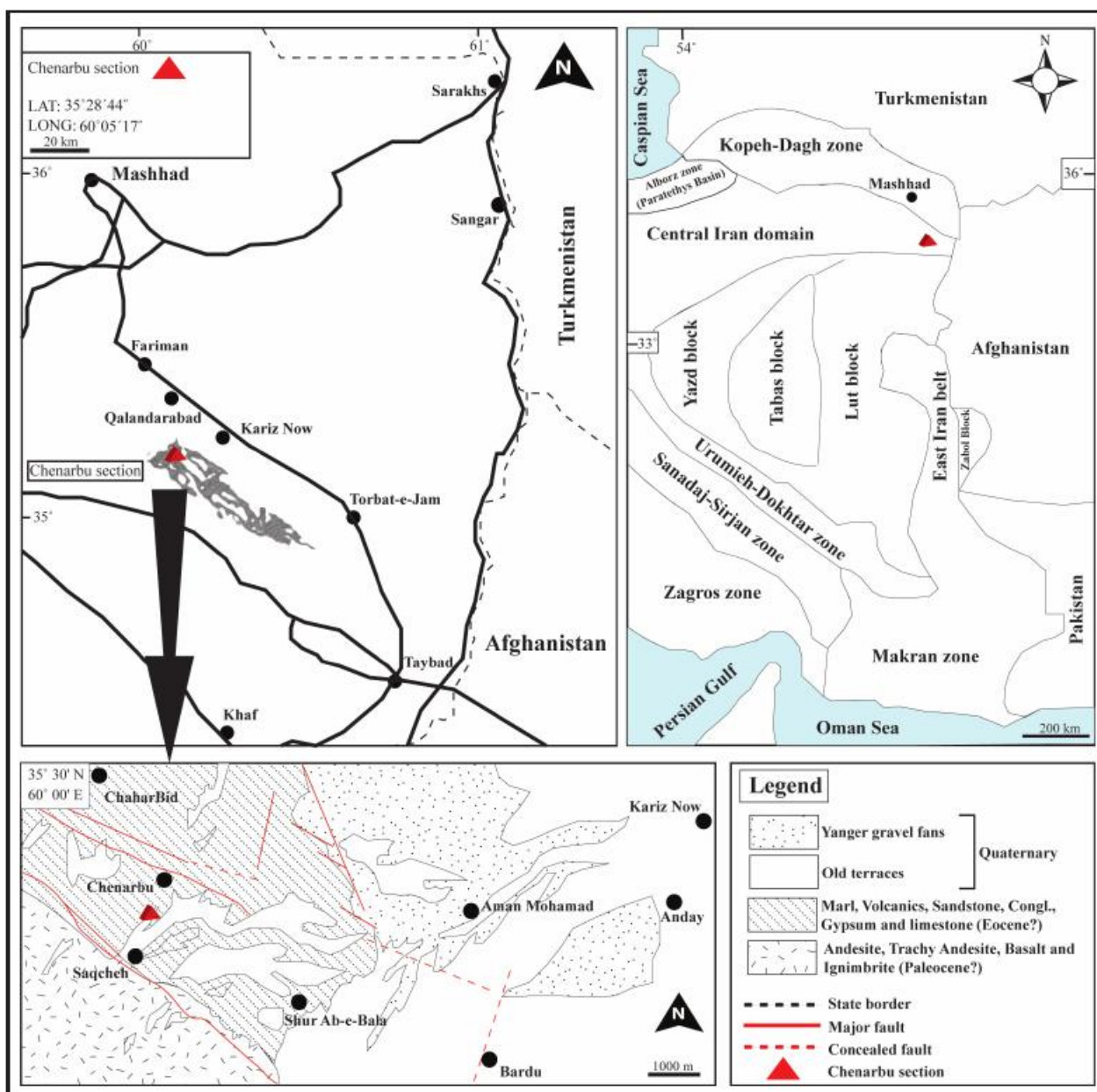
۱- بخش پایینی (واحدهای سنگ‌چینه‌ای سوم و چهارم): این بخش از برش مورد مطالعه، دارای تجمعات غنی از روزن‌بران کف‌زی بزرگ شامل *Eoripertiamagna* (La Calvez), *Fabiana cassis* (Oppenheim), *Eoannularia eocenica* (Cole ve Bermudez), *Gypsina* sp., *Textularia* sp., *Nannulites* sp., *Discocyclina* sp., *Miliolidae* و *Rotalia* sp., *Acervulina* sp. همراه با جلبک‌های سرخ پوشش‌ساز (coralline red algae) از زیرخانواده *Melobesioideae* همچون رودوفیتا (*Rhodophyta*) است (تابلو ۳). به‌گونه‌ای که این تجمعات از روزن‌بران کف‌زی بزرگ می‌توانند معرف اشکوب لوتشین باشند؛ اگر چه معرفی زیرزون‌های پیشنهادی بر پایه (Serra-Kiel et al., 1998) به دلیل نبود نمونه‌های شاخص و تنها بر پایه جایگاه چینه‌ای ممکن است معرف SBZ15? باشد (شکل ۲).

۲- بخش میانی (واحد سنگ‌چینه‌ای پنجم): مطالعات فسیل‌شناسی این واحد سنگ‌چینه‌ای برای تعیین و تفکیک مرز اشکوب‌های لوتشین بارتونین، بر پایه نانوفسیل‌های آهکی صورت گرفت که به شناسایی ۹ گونه متعلق به ۶ جنس از این گروه میکروفسیلی ارزشمند انجامید. گونه‌های شناسایی شده در این واحد سنگ‌چینه‌ای شامل *Cribocentrum reticulatum*, *Sphenolithus obtusus*, *Sphenolithus spiniger*, *Sphenolithus editus*, *Helicosphaera compacta*, *Coccolithus pelagicus*, *Coccolithus eoplagicus*, *Discoaster siapanensis*, *Discoaster barbadiensis*, *Discoaster* sp., *Reticulofenestra* sp. هستند (تابلو ۴). تجمعات نانوفسیلی دیده شده می‌تواند معرف زون NP16 Martini (1971) باشد. بر پایه تعریف، زون NP16 از آخرین حضور گونه *Blackites gladius* آغاز و به آخرین حضور گونه *Chiasmolithus solitus* محدود می‌شود (Perch-Nielsen, 1985). این زون بر پایه اولین حضور گونه‌های *C. reticulatum*, *H. compacta* (Bown, 1998) و آخرین حضور گونه *D. bifax* به چند زیرزون تقسیم می‌شود (Perch-Nielsen, 1971). در بیشتر مطالعاتی که روی نانوفسیل‌های آهکی ائوسن میانی صورت گرفته، اولین حضور گونه *C. reticulatum* پس از آخرین حضور گونه *B. gladius* و پیش از مرز لوتشین بارتونین گزارش و ثبت شده است

سپاسگزاری

نگارندگان از پروفیسور جورج لش (از دانشگاه مسیکولک مجارستان) برای تأیید شناسایی‌های انجام شده روی نمونه‌های نومولیتی، از جناب آقایان مهندس میثم همتی‌نصب و دکتر جلیل سعدونی (مدیریت اکتشاف نفت) به خاطر همکاری مؤثرشان و از داوران محترم که با نظرات ارزشمندشان به بهتر شدن مقاله کمک کرده‌اند، سپاسگزاری می‌کنند.

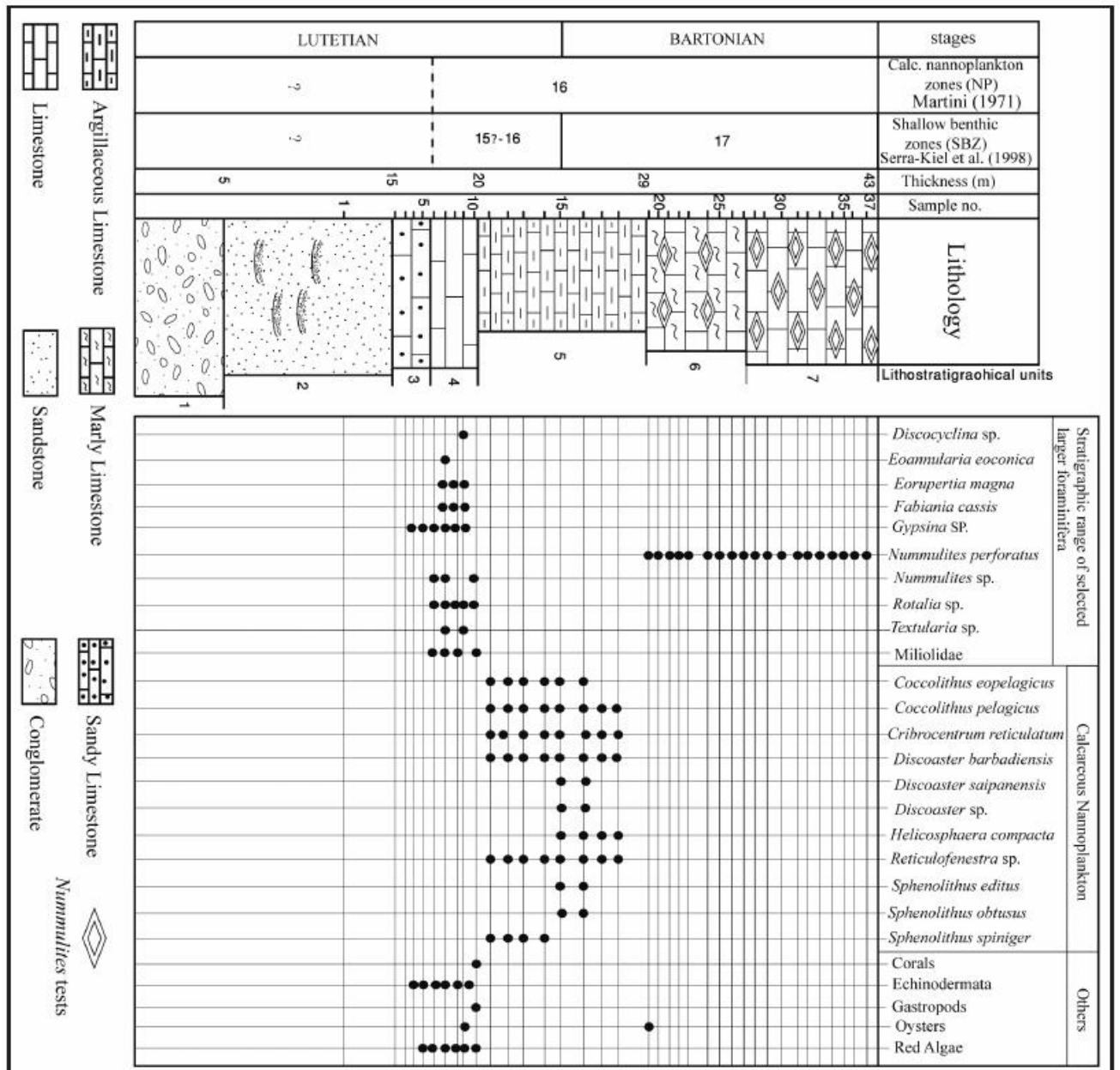
با دیگر مطالعات صورت گرفته در نقاط مختلف دنیا این مرز در بخش میانی زون NP16 (Martini 1971) جای گرفته است. از سوی دیگر، بنک نومولیتی تک‌گونه‌ای *N. perforatus* (de Montfort) شناسایی و معرفی شده نیز در بخش بالایی این زون نانوفسیلی جای گرفته است. افزون بر آن، نتایج مطالعات تیپ‌شناسی و بایومتریک صورت گرفته روی نمونه‌های *Nummulites* همگی بیانگر ظهور گونه *N. perforatus* (de Montfort) در بارتونین پیشین (SBZ17) در این بخش حوضه تنبیس است.



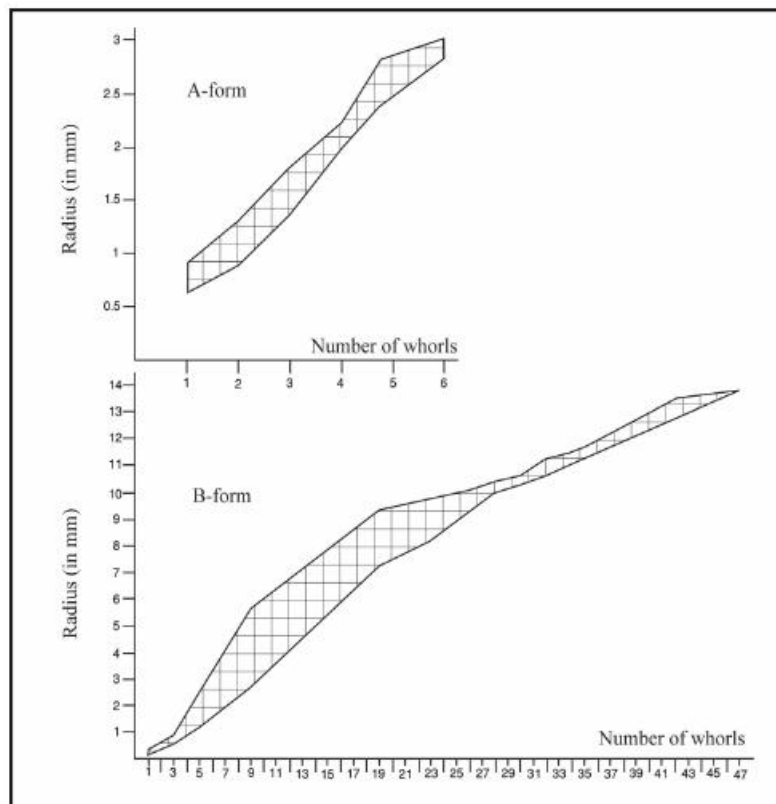
شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی و راه‌های دسترسی منطقه مورد مطالعه (برگرفته از (Aghanabati (2004), Eftekhari-Nezhad et al. (1983), Vaziri-Moghadam et al. (2006).

Time (Ma)	Epoch	Age	Calcareous Nannofossil zones (Martini (1971))	Larger Benthic Foraminifer Shallow Benthic Zones (SBZ) Serra-Kiel et al. (1998)
40 - 45	Eocene	Bartonian	NP17	SBZ18
			NP16	SBZ17
		Lutetian	NP15	SBZ16
			NP14	SBZ15
			SBZ14	
				SBZ13

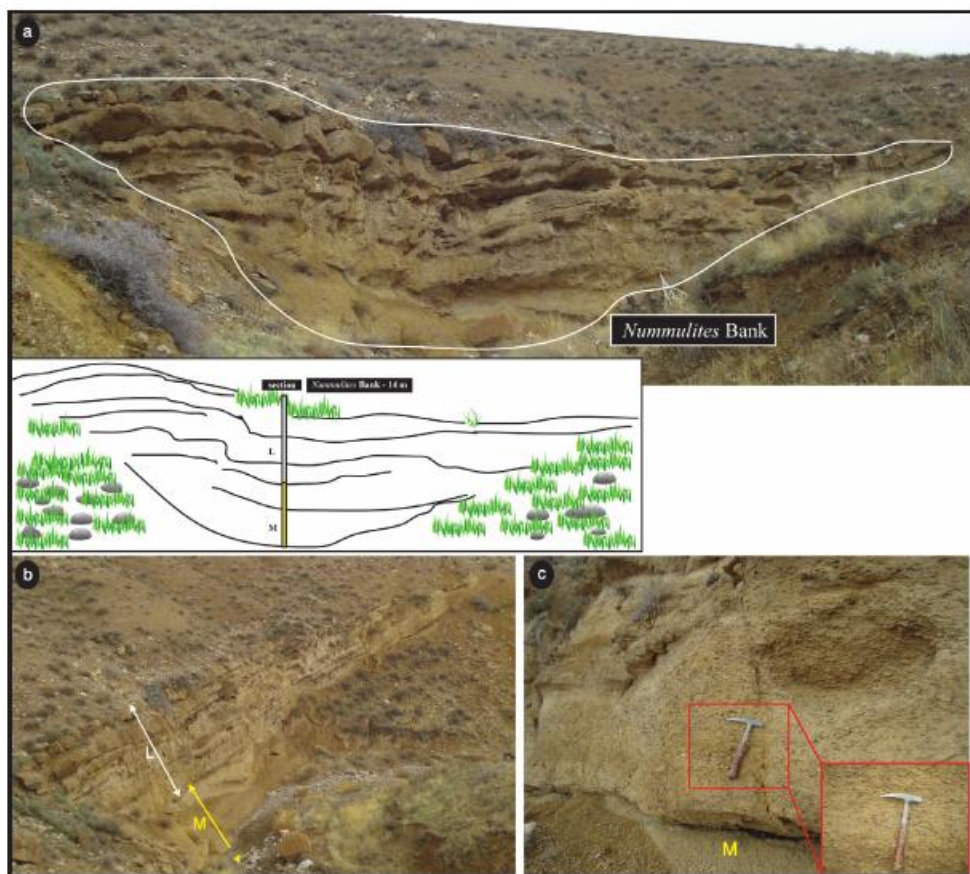
شکل ۳- مقایسه‌ای از زون بندی روزن‌بریان کمبوزی بزرگ و نانوسل های آهکی انوس میانی در محوطه تپه تپه (برگرفته با کمی تغییرات از Martini (1971) و Berggren et al. (1995) و مقایسه زمانی از Serra-kiel et al. (1998)



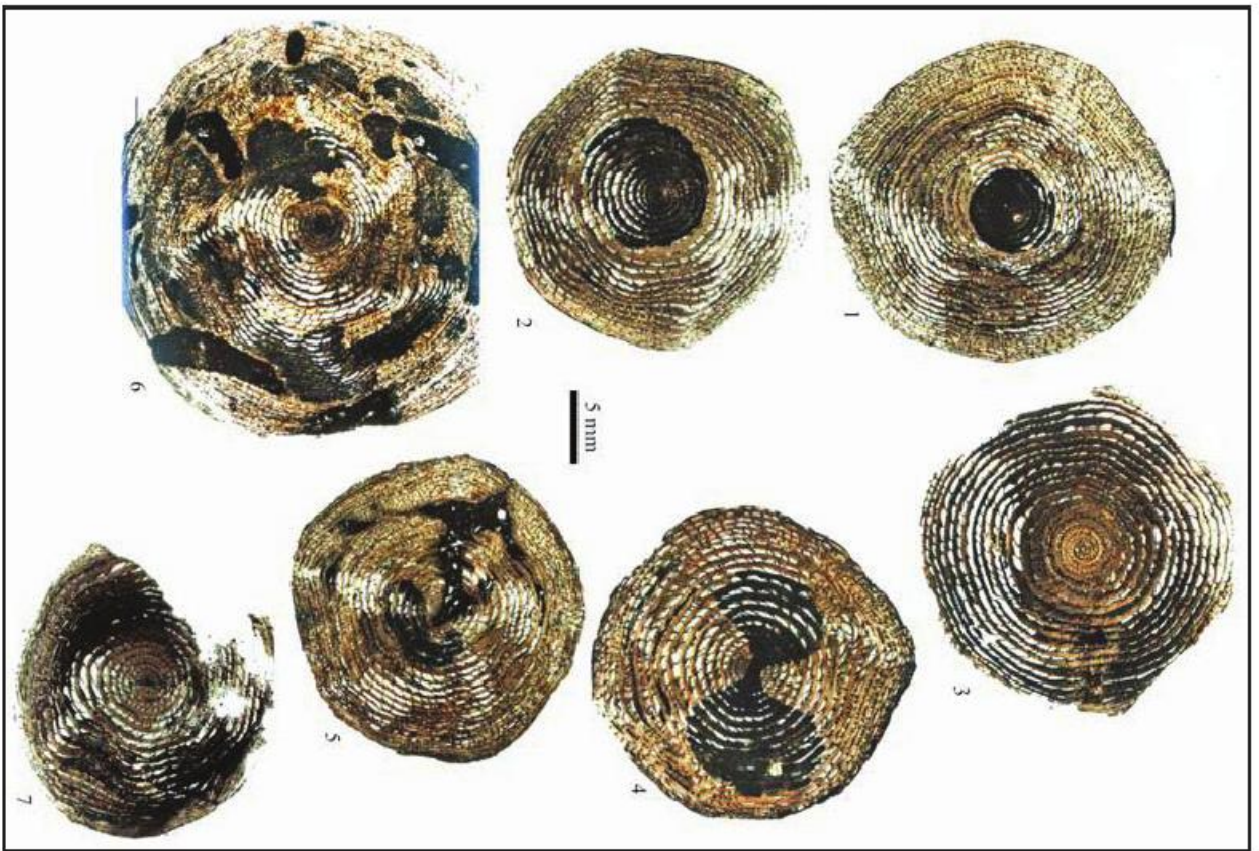
شکل ۷- نمایش ستون سنگ چینه‌ای و گسترش چینه‌ای روزن‌بریان کمبوزی بزرگ و نانوسل های آهکی در برش چهارم ناحیه تربت حاتم



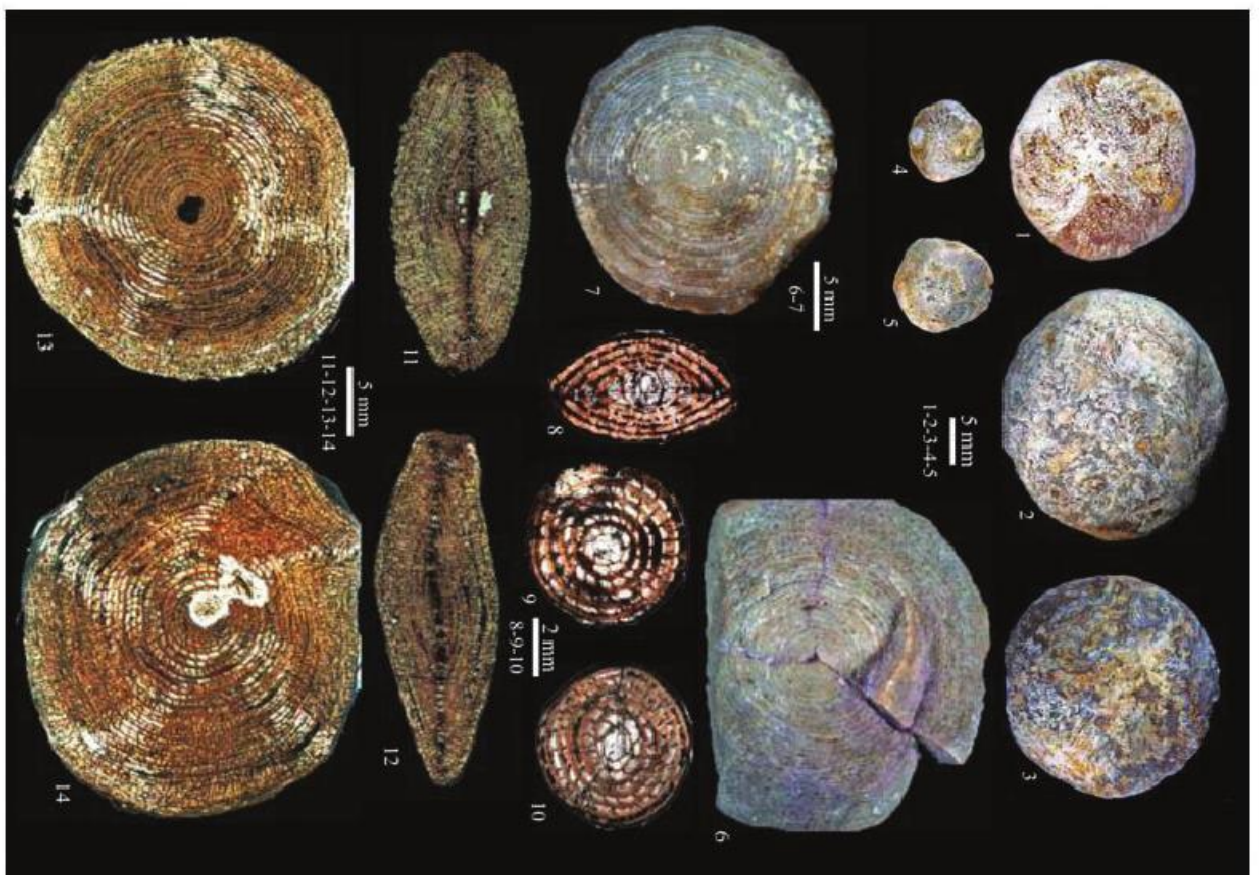
شکل ۴- نمودار رشد گونه *N. perforatus* (de Montfort) بر پایه فرم‌های مگالوسفریک و میکروسفریک.



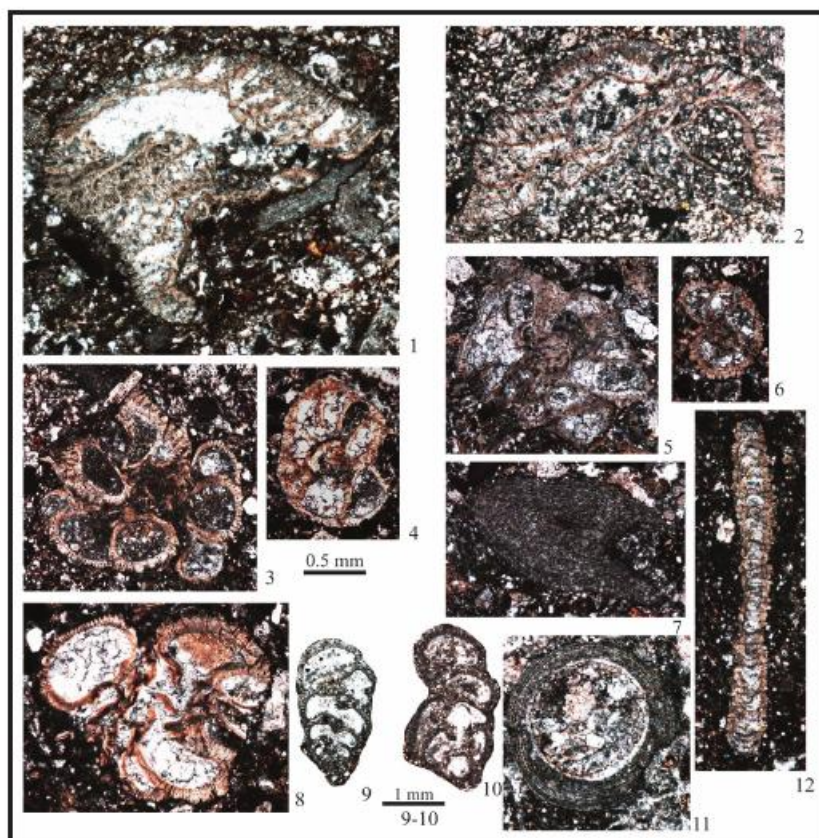
شکل ۵- (a) نمایی از ژئومتری بنک نومولیتی (Nummulites bank) در برش چناربو (ناحیه تربت جام)؛ (b) تجمعات گونه *N. perforatus* (de Montfort) در یک توالی آهک مارنی با ماتریکس مادستونی (M) و به‌طور یکنواخت در زیر لایه‌هایی از آهک‌های متوسط تا سبتر لایه در بردارنده فراوانی بالایی از *N. perforatus* (de Montfort) (رخساره L) (Nummulites rudstone)؛ (c) نمایی از تجمعات گونه *N. perforatus* (de Montfort) با اندازه‌های بزرگ چیره شده (B-forms) در واحد M.



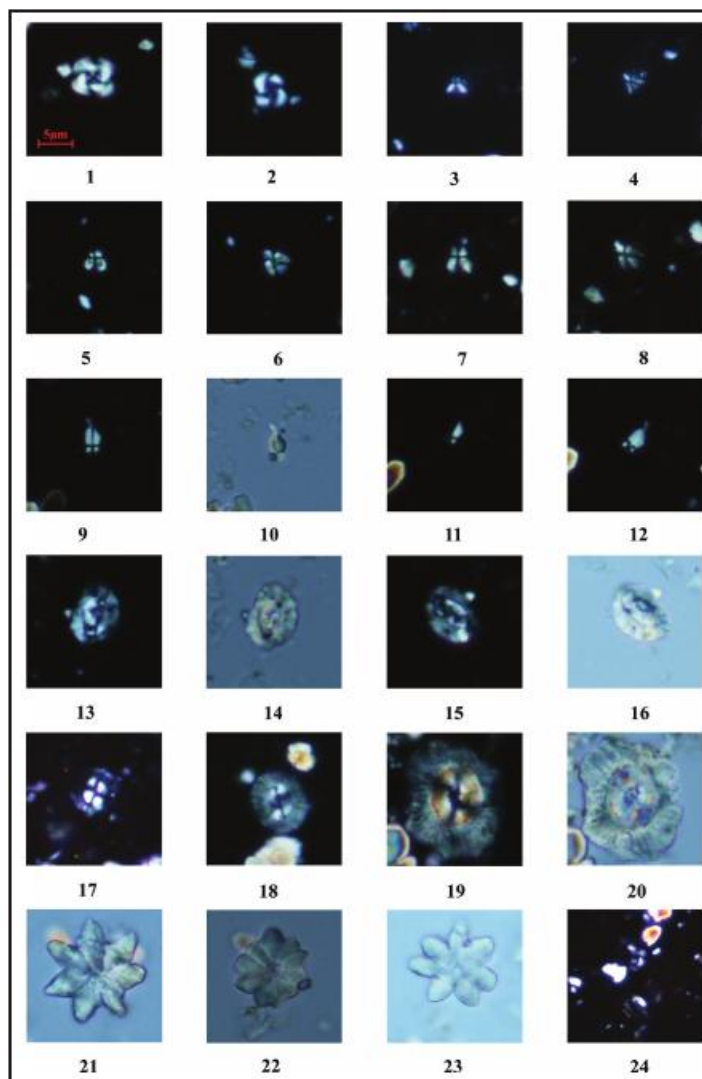
تابلو ۲ - گونه *U. perforata* (de Montfort) برش های استوانی نرم های میکروستریک.



تابلو ۱ - گونه *U. perforata* (de Montfort) برش های استوانی از نرم های میکروستریک، ۱ و ۲؛ برش های استوانی از نرم های میکروستریک، ۳ تا ۵؛ برش های استوانی از نرم های میکروستریک، ۶ و ۷؛ برش های استوانی از نرم های میکروستریک، ۸ و ۹؛ برش های استوانی از نرم های میکروستریک، ۱۰ و ۱۱؛ برش های استوانی از نرم های میکروستریک، ۱۲ و ۱۳؛ برش های استوانی از نرم های میکروستریک، ۱۴.



تابلو ۳- ۱ تا ۲) *Fabiania cassis* (Oppenheim) ۳ تا ۶ و ۸)
 ۷) *Europeria magna* (La Calvez) ۹ تا ۱۰)
 ۱۱) *Textularia* sp. *eoconica* (Cole ve Bermudez
 ۱۲) *Acervulina* sp.



تابلو ۴- نانوفسیل های آهکی برش چناریو.

1- 2) *Cribocentrian reticulatum* (Perch-Nielsen) (XPL). 3- 4) *Sphenolithus editus* (XPL. 3: 0°, 4: 45°). 5- 8) *Sphenolithus spiniger* (Bukry) (XPL. 5 & 7: 0°, 6&8: 45°). 9- 12) *Sphenolithus obtusus* (Bukry) (9,11 & 12: XPL. 11: 30°, 12: 45°. 10: QW). 13- 16) *Helicosphaera compacta* (Bramlette and Wilconxon) (XPL. 13 and 15. 14&16: QW. 13-14: 0°, 15-16: 45°). 17- 18) *Coccolithus pelagicus* (Schiller) (XPL. 17&18: 0°). 19- 20) *Coccolithus eopelagicus* (Bramlette and Sullivan) (XPL. 19: 0°. 20: QW: 0°). 21) *Discoaster saipanensis* (Bramlette and Riedel) (QW). 22) *Discoaster barbadiensis* (Bramlette and Riedel) (QW). 23) *Discoaster* sp. (QW). 24) *Reticulofenestra* sp. (XPL). QW: Quartz Wedge.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های کلیدی به کار گرفته شده برای شناسایی گونه "perforatus" N. به وسیله (Rahaghi (1980), Schaub (1981), Samanta (1981), Deviciler (2010) که با مطالعات انجام شده در این مقاله مقایسه شد.

مطالعه حاضر		Deveçiler (2010)		Samanta (1981)		Schaub (1981)		Rahaghi (1980)		برخی ویژگی‌ها
B-forms	A-forms	B-forms	A-forms	B-forms	A-forms	B-forms	A-forms	B-forms	A-forms	
۷/۷-۱۰	متوسط ۲	۵-۱۵/۳	۲/۵-۳/۲	۹/۴-۱۲/۶	۲/۲-۳/۷	۴/۵-۲۵	۶، ۳/۵ ۹، ۷	در حدود ۸	۲/۴	استبرای نمونه (میلی متر)
۱۳/۷-۲۸/۷	۴/۶-۵/۳۵	۱۲-۲۶/۳	۴/۳-۵/۵	۲۱/۵-۲۹/۲	۴/۹-۵/۲	۱۸-۴۰	۱/۵، ۱/۵ ۴، ۳	بیشتر از ۲۳-۲۵	۵/۵-۶	قطر نمونه (میلی متر)
-	۸۲۰-۱۲۰۰	-	۵۹۰-۸۶۰	-	۵۶۰-۶۶۰ -۶۴۰-۸۰۰ (پر-توکونک) ۳۲۰-۵۸۰ -۲۸۰-۴۸۰ (دو-توکونک)	-	۷۵۰-۱۲۵۰	-	۸۰۰-۹۰۰ ۱۰۰۰-۱۲۰۰	قطر حجره چتبی (میکرون)
شعاع‌ها در دور پیش توزدهم ۶/۹-۸/۲	دور پیش در شعاع ۲/۶-۲/۸	۳۷ پیش در شعاع ۱۲/۲	۶ پیش در شعاعی نزدیک به ۲/۷	-	-	-	دور پیش در شعاع ۱/۵ دور پیش در شعاع ۵	-	۶-۷ پیش در شعاع ۲/۲	تعداد پیش‌ها

کتابکاری

حاجیان، ج.، ۱۳۷۵- پالتوسن- اوسن در ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدنی کشور، ۴۶۰ ص.

References

- Aghanabati, A., 2004. Geology of Iran. Geological Survey of Iran, Tehran.
- Ahmad, S. Jalal, W. Ali, F. Hanif, M. Ullah, Z. Khan, S. Ali, A. Jan, I. U. and Rehman, K., 2014. Using larger benthic foraminifera for the paleogeographic reconstruction of Neo-Tethys during Paleogene. Arab J Geosci, 8: 5095-5110.
- Arney, J. E. and Wise, S. W. Jr., 2003- Paleocene-Eocene nanofossil biostratigraphy of ODP Leg 183, Kerguelen Plateau. In: Frey, F. A., Coffin, M. F., Wallace, P. J. and Quilty, P. G. (Eds), Proceedings of the Ocean Drilling Project, Scientific Results, 183: 1-59. College Station TX: Ocean Drilling Program.
- Arni, P., 1965- L'évolution des Nummulitinae en tant que facteur de modification des dépôts littoraux. Bur. Rech. Géol. Min. 32: 7-20.
- Aubry, M. P., 1983- Biostratigraphie du Paléogène épicontinental de l'Europe du nord-ouest, étude fondée sur les nanofossiles calcaires. Docum. Lab. Geol. Lyon, 89.
- Aubry, M. P., 1986- Paleogene calcareous nanoplankton biostratigraphy of northwestern Europe. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 55: 267-334.
- Avşar, N., 1991- Systematic study of some species of the Nummulites of Uzunlu (Boğazlıyan-Yozgat) region. Geosound, 19, 17-33.
- Avşar, N., 1992- Belcik (Yıldızeli-Sivas) yöresinde bulunan bazı Nummulites türlerinin sistematik incelemesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimari Fakültesi Dergisi, 7 (1): 151-169.
- Berggren, W. A., Kent, D. V., Swisshier, C. C. and Aubry, M. A., 1995- A revised Paleogene geochronology and chronostratigraphy. In Berggren, W. A., Kent, D. V. and Hardenbol, J. (Eds), Soc. Econ. Geol. Paleont. Spe. Public. Tulsa, 129-212.
- Blondeau, A., 1972- Les Nummulites. De L'enseignement à la recherche des sciences de la terre, Librairie Vuibert, Paris, 1-254.
- Bown, P. R., 1998- Calcareous Nanofossil Biostratigraphy. British Micropaleontological Society Publications Series, London, ed. Kluwer Academic Press, 315.
- Deveciler, A., 2010- The first appearance of the Bartonian benthic foraminifera at the Çayraz Section (north of Haymana, south Ankara, central Turkey). Yerbilimleri 31 (3): 191-203.
- Eftekhari-Nezhad, J., Naimi, A. and Behruzi, A., 1983- Explanatory text of the Kariz Now quadrangle map. No. 8060, 1:100000. Geological Survey of Iran.
- Hadi, M., Parandavar, M., Kiani, M. and Dabaghi, F., 2016- The first marine record of the Bartonian Nummulites and Calcareous nanofossils at the Tihoyeh section of the Jiroft area (Central Iran). European Geosciences Union General Assembly, Vienna (2016).
- Hottinger, L., 2007- Revision of the foraminiferal genus Globoreticulina Rahaghi, 1978 and of its associated fauna of larger foraminifera from the late Middle Eocene of Iran. Carnets de Géologie - Notebooks on Geology, (CG2007-A06): 1-51.
- Lleuca, F., 1929- Los nummulitidos de España. Memorias Comisión Investigaciones Paleontológicas y Prehistoricas, Madrid, 36 (8): 1-400.
- Martini, E., 1971- Standard Tertiary and Quaternary calcareous nanoplankton zonation. In: Farinacci, A. (Eds), Proceedings of the 2nd International Conference on Planktonic Microfossils 2, Ed. Tecnosci., Roma: 739-785.

- Montfort, D. P. de., 1808- Concyologie systematique et classification methodique des coquilles, Paris, 1-409.
- Örçen, S., 1986- Biostratigraphy and paleontology of the Medik-Ebreme (NW Malatya) area, MTA Bull., 105/106: 15-45.
- Özcan, E., Less, G. Y. and Kertesz, B., 2007- Late Ypresian to middle Lutetian orthophragminid record from central and northern Turkey: taxonomy and remarks on zonal scheme. Turkish Journal of Earth Science, 16: 281-321.
- Papazzoni, C. A. and Sirotti, A., 1995- Nummulite biostratigraphy at the Middle/Upper Eocene Boundary in the Northern Mediterranean area. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigraphia, 101 (1): 63-80.
- Perch-Nielsen, K., 1971- Elektronenmikroskopische untersuchungen an Coccolithen und verwandten Formen aus dem Eozan von Danemark. Biologiske Skrifter Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, 18(3): 1-76.
- Perch-Nielsen, K., 1985- Cenozoic Calcareous Nannofossils. In Bolli, H. M., Saundes, J. B., and Perch-Nielsen, K. (eds.), Plankton Stratigraphy. Cambridge University Press, Cambridge, 427 - 554.
- Racey, A., 1995- Lithostratigraphy and larger foraminiferal (nummulitid) biostratigraphy of the Tertiary of northern Oman. Micropaleontology, 41: 1-123.
- Rahaghi, A. and Schaub, H., 1976- Nummulites et Assilines de la Tethys Paleogene; Taxinomie, phylogenesse et et biostratigraphie. Schvveizerische Päläontologische Abhandlungen Mem. suisses de Paleont. 104.
- Rahaghi, A., 1978- Paleogene biostratigraphy of some parts of Iran.- National Iranian Oil Company, Geolo-gical Laboratories, Teheran, publication no. 7: 82, 41 pls.
- Rahaghi, A., 1980- Tertiary faunal assemblage of Qum-Kasan, Sabzewar and Jahrum areas.- National Iranian Oil Company, Geological Laboratories, Teheran, publication no. 8: 64, 30 pls.
- Rahaghi, A., 1983- Stratigraphy and faunal assemblage of Paleocene-Lower Eocene in Iran. Ministry of oil, National Iranian Oil Company, Geological Laboratories, no. 10.
- Samanta, B. K., 1981- Two stratigraphically important Nummulites species from the Middle Eocene of India and Europe. Palaeontology, 24 (4): 803-826.
- Schaub, H., 1981- Nummulites et Assilina de la Téthys paléogène. Taxinomie, Phylogénèse et biostratigraphie. Memoires Suisses de Paléontologie 104, 105, 106: 1-236.
- Serra-Kiel, J., Hottinger, L., Caus, E., Drobne, K., Ferrandez, C., Jauhri, A. K., Less, G., Pavlovec, R., Pignatti, J., Samso, J. M., Schaub, H., Sirel, E., Strougo, A., Tambareau, Y., Tosquella, J. and Zakrevskaya, E., 1998- Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene. Bull. Soc. Geol. Fr. 169/2: 281-299.
- Urquhart, E., Gardin, S., Leckie, R. M., Wood, S. A., Pross, J., Georgescu, M. D., Ladner, B. and Takata, H., 2007- A paleontological synthesis of ODP Leg 210, Newfoundland Basin. In: Tucholke, B. E., Sibuet, J.-C., Klaus, A. (Eds.), Proc. ODP, Sci. Results, vol. 210: 1-53.
- Varol, O., 1989- Eocene calcareous nannofossils from Sile, (Northwest Turkey). Revista Española de icropaleontologia, 21: 273-320.
- Varrone, D. and Decrouez, D., 2007- Eocene larger Foraminiferal biostratigraphy in the southernmost Dauphinois Domain (Maritime Alps, France-Italy Border). Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigraphia, 113 (2): 257-267.
- Vaziri-Moghaddam, H., Kimiagari, M. and Taheri, A., 2006- Depositional environment and sequence stratigraphy of the Oligocene-Miocene Asmari Formation in SW Iran, Lali Area» Facies, 52(1): 41-51.

Biostratigraphy of the Eocene carbonate deposits in the eastern part of the central Iran (Torbat-e-Jam area): stratigraphic significance of *Nummulites perforatus* and calcareous nannofossils

H. Mosaddegh¹, M. Hadi² and M. Parandavar²

¹Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Earth Science, Kharazmi University, Tehran, Iran

²Ph.D Student, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received: 2015 August 10

Received: 2016 June 22

Abstract

The Eocene marine deposits in the Chenarbu section in Torbat-e-Jam region (eastern part of Central Iran Zone) have been biostratigraphically studied based on large benthic foraminifera coincide with Shallow Benthic Zones (SBZ) and Calcareous Nannofossils, according to standard worldwide zones (NP). This investigation has been conducted on carbonate sediments with a focus on large benthic foraminifera assemblage such as *Eorupertia magna* (La Calvez), *Fabiania cassis* (Oppenheim), *Eoannularia eoconica* (Cole ve Bemudez), *Gypsina* sp., *Textularia* sp., *Nummulites perforatus* (De Montfort) *Nummulites* sp., *Discocyclina* sp., *Rotalia* sp., *Acervulina* sp., and calcareous nannofossils such as *Criboecentrum reticulatum*, *Sphenolithus obtusus*, *Sphenolithus spiniger*, *Sphenolithus editus*, *Helicosphaera compacta*, *Coccolithus pelagicus*, *Coccolithus eopelagicus*, *Reticulofenestra* sp., *Discoaster* sp., *Discoaster siapanensis*, *Discoaster barbadiensis*. Therefore, based on the determined index species, the SBZ15?- 17 biozones of large benthic foraminifera and the NP16 biozone of calcareous nannofossils in the studied section have been detected which both assign the Late Lutetian- Early Bartonian (Middle Eocene) age for the section. Also, the Lutetian- Bartonian boundary according to index calcareous nannofossil species was separated carefully, and the first appearance of the foraminifera species of *N. perforatus* (de Montfort) in the middle part of the deposited sequence was recorded during geological time of the Bartonian stage. Therefore, this fact points that in Iran alike western parts of the Tethys basin, the first appearance of *N. perforatus* (de Montfort) occurred in Early Bartonian (SBZ17). Systematic of *Nummulites perforatus* (de Montfort) was described based on typological and biometrical characterization.

Keywords: Eocene, Bartonian, Large Benthic Foraminifera, Calcareous Nannofossils, Torbat-e-Jam.

For Persian Version see pages 91 to 100

*Corresponding author: H. Mosaddegh, E-mail: mosaddegh@khu.ac.ir