

بررسی فیلشوییدهای میوسن میانی و پسین خاور افضل آباد (شمال بیرجند) بر پایه نانوفسیل‌های آهکی

فرح جلیلی^۱، فاطمه هادوی^{۲*}، بهنام رحیمی^۲ و احمد رضا خزاعی^۳

^۱دانشجوی دکترا، گروه زمین‌شناسی، پردیس بین‌الملل، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۲استاد، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

^۳استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۲۳

چکیده

در این پژوهش، زیست‌چینه‌نگاری برش خاور افضل آباد در بلوک لوت (بخشی از حوضه فیلشوی در خاور ایران) بر پایه نانوفسیل‌های آهکی مطالعه شده است. بر پایه مطالعات انجام شده در فیلشوییدهای افضل آباد، ۱۹ جنس و ۵۲ گونه از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شد. بر پایه نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شده، توالی مورد مطالعه، با زون‌های زیستی NN10-NN8 از زون‌بندی (1971) Martini همخوانی دارد که نشانگر بازه سنی میوسن میانی-میوسن پسین است.

کلیدواژه‌ها: نانوفسیل آهکی، فیلشویید، میوسن میانی-پسین، افضل آباد، بیرجند.

***نویسنده مسئول:** فاطمه هادوی

E-mail: hadavi 231@yahoo.com

۱- پیش‌نوشتار

توالی مورد مطالعه در خاور ایران و در بلوک لوت (بخشی از حوضه فیلشوی خاور ایران) در باختر روستای افضل آباد و شمال شهر بیرجند جای دارد (شکل ۱). فیلشوییدهای یاد شده ستبرایی در حدود ۴۰۰۰ متر دارد که در نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ روم (شهیدی، ۱۳۷۹) در خاور بلوک لوت، به نام واحد EF با سن ائوسن گزارش شده است (شکل ۲). برش مطالعه شده، بخش بالایی واحد EF و شامل ۸۷۰ متر تناوب شیل و ماسه‌سنگ، مارن و ماسه‌سنگ و همچنین آهک با رنگ هوازده سبز زیتونی و قهوه‌ای است. شیل‌های این واحد بیشتر تیغه‌ای و ماسه‌سنگ‌ها متوسط‌لایه تا ستبرالایه است. آثار رپیل مارک و تول‌مارک روی سطوح ماسه‌ای و شیل مدادی در لایه‌های شیلی به فراوانی دیده می‌شود. هدف از مطالعه کنونی، بررسی ۸۷۰ متر بالایی واحد EF است که واحد زیرین آن یک لایه ماسه‌سنگی به ستبرایی ۱۰۰ متر است و روی آن یک واحد متشکل از ماسه‌سنگ سرخ و میکروکنگلومرا به صورت ناپیوسته قرار دارد. گفتنی است که تنها گزارش منتشر شده فسیل‌شناسی نهشته‌های یاد شده مربوط به گزارش نقشه زمین‌شناسی روم است که بر پایه روزن‌بران به سن ائوسن اشاره دارد. از سوی دیگر اثر فسیل‌هایی از این منطقه نیز مطالعه شده است (محمدی، ۱۳۹۲).

۲- روش نمونه‌برداری و آماده‌سازی

منطقه مورد مطالعه در ۴۰ کیلومتری شمال بیرجند و در نزدیکی روستای افضل آباد قرار دارد و جاده دسترسی به آن از مسیر جاده اصلی بیرجند-مشهد و سپس جاده فرعی مهبیاباد-آغلدر-شارقجق و افضل آباد است (شکل ۱).

نهشته‌های مورد مطالعه شامل تناوب شیل و ماسه‌سنگ و مارن و آهک است و همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد، متشکل از واحد EF به شرح زیر است (شکل ۳):

- ۱۹۰ متر تناوب مارن و ماسه‌سنگ متوسط‌لایه

- ۱۰۰ متر ماسه‌سنگ متوسط‌لایه

- ۶۰ متر تناوب شیل و ماسه‌سنگ نازک‌لایه

- ۳۰ متر ماسه‌سنگ متوسط‌لایه با میان‌لایه‌های مارن

- ۱۰۰ متر ماسه‌سنگ ستبرالایه با میان‌لایه‌های شیل و مارن

- ۳۰۰ متر ماسه‌سنگ متوسط‌لایه با میان‌لایه‌های مارن

- ۵۰ متر ماسه‌سنگ ستبرالایه با میان‌لایه‌های نازک مارن

- ۴۰ متر ماسه‌سنگ متوسط‌لایه با میان‌لایه‌های شیل و نازک مارن

از این توالی ۱۴۰ نمونه با فواصلی که در شکل ۳ نمایان است، برداشت شد. همان‌گونه که در این شکل مشخص شده است برای سن‌یابی دقیق‌تر، سطوح

پایین و بالای توالی یاد شده با فاصله کمتر نمونه‌برداری شده‌اند. اگر چه احتمال وجود نانوفسیل آهکی در لایه‌های ماسه‌سنگی نیز هست ولی واحدهای ماسه‌سنگی توالی مورد مطالعه در برش افضل آباد بدون نانوفسیل آهکی هستند و در برخی مناطق واریزه‌ها به‌طور کامل لایه‌بندی را پوشش داده‌اند؛ بنابراین از این بخش‌ها نمونه‌برداری به تعداد کم صورت گرفت. همچنین برای جلوگیری از تأثیر هوازدگی، برداشت نمونه‌ها بیشتر از ۵۰ سانتی‌متری سطح انجام گرفته است. از این رو بیشتر نمونه‌ها از واحدهای شیل و مارنی برداشت شده‌اند که امکان وجود نانوفسیل‌های آهکی در آنها زیاد است. این نمونه‌ها بیشتر به روش Smear slide و برخی نیز به روش Gravity آماده شده‌اند. چرا که روش اسمیر اسلاید بهترین روش آماده‌سازی نمونه‌ها برای مطالعه با میکروسکوپ نوری و به ویژه مطالعات زیست‌چینه‌ای است. زیرا در این روش هیچ نانوفسیلی از نمونه بیرون نمی‌آید و همه به اسلاید منتقل می‌شوند. مطالعه نانوفسیل‌ها با میکروسکوپ نوری پلاریزان المپوس مدل BH2 و با استفاده از عدسی شیئی ۱۰۰ در دو نور PPL و XPL صورت گرفته و بیشتر آنها عکس‌برداری شده‌اند. عکس‌های منتخب از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شده در این توالی در شکل‌های ۴ تا ۸ آورده شده‌اند. نمودار گسترش گونه‌های شناسایی شده نیز در شکل ۳ نمایش داده شده است.

۳- نانوفسیل‌های آهکی

برای شناسایی نانوفسیل‌های توالی برداشت شده از گزارش‌های (Perch-Nielsen, 1985) و (Bown and Young, 1998) و (Theodoridis, 1984) استفاده شده است. در توالی یاد شده بر پایه این مطالعات، ۱۹ جنس و ۵۲ گونه از نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شد. حفظ‌شدگی نانوفسیل‌های آهکی در بخش پایینی این توالی متوسط و در بخش‌های میانی و بالایی توالی کم است. بروز فرایندهای دیاژنزی مانند انحلال و رشد ثانویه می‌تواند اثرات نامطلوبی بر حفظ‌شدگی گونه‌های مختلف نانوفسیلی داشته باشد (Bown and Young, 1998; Andruleit, 1997; Honjo, 1976). در نمونه‌های مطالعه شده در بخش‌هایی از توالی که گونه‌ها حفظ‌شدگی کمتری دارند، ناحیه مرکزی در برخی گونه‌های جنس‌هایی مانند *Chiasmolithus* و *Helicosphaera* یا بازوها و بخش مرکزی در جنس *Discoaster* به خوبی دیده نمی‌شود که می‌تواند نشان‌دهنده تأثیر پدیده انحلال در بخش‌هایی از توالی یاد شده باشد. در این مطالعه حضور تعدادی از نانوفسیل‌های آهکی دارای ساختارهای ظریف ناحیه مرکزی و حاشیه از یک‌سو و همچنین ماسه‌ای بودن بیشتر نمونه‌های برداشت شده می‌تواند نشانگر میزان

زیاد و وجود لایه‌های ستر ماسه‌سنگی و پوشش‌های واریزه‌ای، برای تعیین سن تنها بخش پایین و بالایی توالی مورد مطالعه و با فواصل کمتر نمونه‌برداری شدند و از بخش‌های میان آنها نیز نمونه‌های پراکنده‌تری برداشت شد. البته نمونه‌های میانی نیز دارای نانوفسیل‌های شاخص بودند. چگونگی حضور گونه‌های شناسایی شده، در شرح نانوفسیل‌های آهکی بیان شد.

به دلیل سترای زیاد نهشته‌های مورد مطالعه، در مورد زون‌های زیستی به صورت زیر بحث می‌شود:

در نمونه شماره AF1 گونه *Catinaster coalithus* دیده شد که اولین حضور آن در میوسن میانی است. در فاصله ۱۳۰ متری از گونه نام برده گونه *Discoaster hamatus* دیده می‌شود که اولین حضور این گونه نیز در میوسن میانی است. با توجه به اولین حضور این دو گونه، به ترتیب لبه پایینی و لبه بالایی زون زیستی NN8 (Martini 1971) مشخص می‌شود؛ زیرا مارتینی از اولین حضور گونه *C. coalithus* تا اولین حضور گونه *D. hamatus* را متعلق به زون زیستی NN8 می‌داند. از سوی دیگر اولین حضور گونه *Discoaster pseudovariabilis* همراه با گونه *C. coalithus* گزارش شده (Martini 1971) و Backman et al. (2012) بر این باورند که ظهور گونه *Catinaster calyculus* پس از گونه *C. coalithus* بوده که هر دو مورد یاد شده در نمونه‌های مورد بحث نیز مشهود است (شکل ۳). البته Backman et al. (2012) اولین حضور گونه *C. calyculus* را در زون زیستی NN9 می‌داند؛ ولی (Von Salis 1984) و Thierstein (1974) اولین حضور این گونه را پیش از اولین حضور گونه *D. hamatus* در اقیانوس هند و آتلانتیک جنوبی گزارش کرده‌اند. سن این زون زیستی میوسن میانی است.

از سترای ۱۳۰ متری (نمونه AF21) از قاعده برش مورد بررسی، *D. hamatu* پدیدار می‌شود و در فاصله ۳۵۰ متری (نمونه شماره AF41) ناپدید می‌شود. بر پایه زون‌بندی (Martini 1971) از اولین حضور گونه *D. hamatus* تا آخرین حضور آن نشانگر زون زیستی NN9 است. با توجه به ثبت حضور و عدم حضور این گونه در توالی مطالعه شده، سن این زون زیستی، میوسن میانی - پسین است که سترای ۲۲۰ متر را دربر می‌گیرد.

از سوی دیگر یکی از مشخصات این زون زیستی، اولین حضور دیسکواستر ۵ بازویی *Discoaster prepentaradiatus* است که در نمونه شماره AF25 نشان داده شده است (شکل ۳).

گفتنی است که لبه بالایی زون زیستی NN9 افزون بر آخرین حضور گونه *D. hamatus* با آخرین حضور گونه *C. calyculus* توسط Backman et al. (2012) معرفی شده است و این مسئله در نمونه شماره AF41 مشخص است.

Backman et al. (2012) اولین حضور گونه *Minylitha convallis* را در زون زیستی NN10 معرفی می‌کنند که این مسئله در نمونه شماره AF42 دیده می‌شود. در مطالعات انجام شده، عدم حضور گونه‌های *D. hamatus* و *C. calyculus* نشانگر لبه بالایی زون زیستی NN9 و بیانگر لبه پایینی زون زیستی NN10 است. از آنجا که در نمونه‌های انتهای برش مورد مطالعه، هیچ گونه نانوفسیل شاخص معرف لبه بالایی زون زیستی NN10 یافت نشد، می‌توان ادعا کرد که از فاصله ۳۵۰ متری قاعده تا انتهای توالی زون زیستی NN10 است. این محدوده سترایی حدود ۵۲۰ متر دارد و سن آن میوسن پسین است. از این رو سن فیلیشوییدهای مورد مطالعه میوسن میانی تا میوسن پسین پیشنهاد می‌شود.

۵- نتیجه‌گیری

نتیجه مطالعات انجام شده به شرح زیر است:
 - معرفی ۱۹ جنس و ۵۲ گونه نانوفسیل آهکی.
 - شناسایی زون‌های زیستی NN8- NN10 از زون‌بندی (Martini 1971) که بازه زمانی میوسن میانی تا میوسن پسین را نشان می‌دهد.

کم کربنات کلسیم محیط و نامساعد بودن شرایط حوضه برای زیست نانوفسیل‌های آهکی باشد.

گوناگونی نانوفسیل‌های آهکی در بخش‌های پایینی، بیشتر و در بخش میانی و بالایی که مربوط به انتهای میوسن میانی و میوسن بالایی است، کمتر است. با توجه به حضور گونه‌ها از قاعده بخش مطالعه شده، می‌توان به گسترش آنها به شرح زیر اشاره کرد:

۱) گونه‌هایی که تقریباً در همه نمونه‌ها وجود دارند:
Goniolithus fluckigeri, *Discoaster formosus*, *Discoaster brouweri*, *Scyphosphaera elegans*, *Triquetrorhabdulus callengeri*, *Scyphosphaera pulcherima*, *Reticulofenestra bisecta*, *Discoaster deflandri*. *Discoaster* sp2.

۲) گونه‌هایی که تا ۴۱۰ متری از قاعده بخش مطالعه شده دیده می‌شوند:
Sphenolithus primus, *Chiasmolithus eoaltus*, *Sphenolithus conicus*, *Helicosphaera lophota*, *Discoaster hamatus*, *Sphenolithus heteromorphus*, *Sphenolithus capricornutus*, *Holodiscolithes macroporus*, *Discoaster challengeri*, *Catinaster calyculus*, *Discoaster* sp1, *Helicosphaera heezanii*, *Helicosphaera ampliperta*, *Scyphosphaera conescens*, *Catinaster coalithus*, *Reticulofenestra ampliumbilicus*, *Reticulofenestra bisecta*, *Sphenolithus obtusus*, *Helicosphaera bownii*, *Discoaster exilis*, *Micrantholithus hebecuspis*.

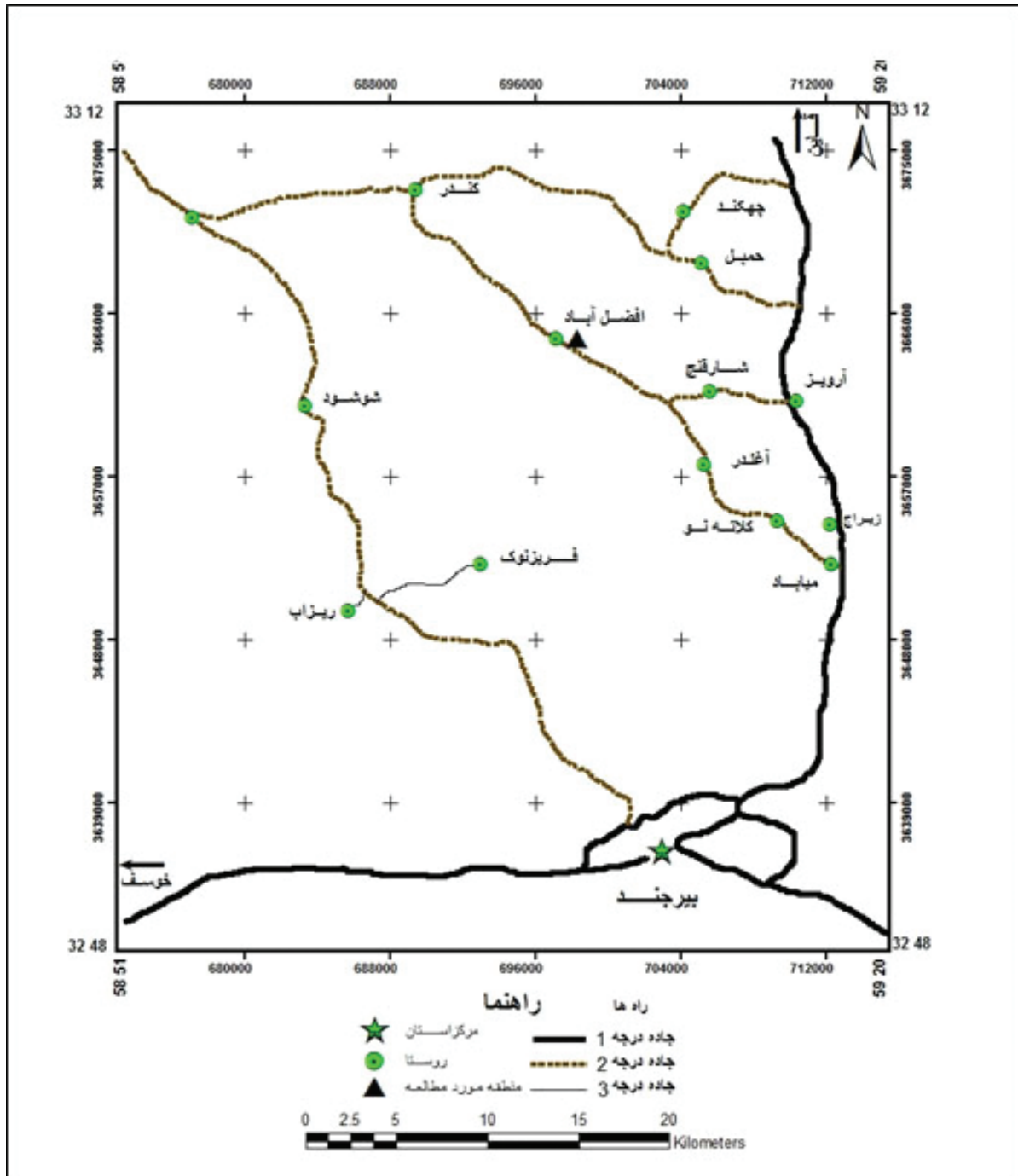
۳) نانوفسیل‌هایی که در بخش‌های میانی توالی حدوداً تا ۶۸۰ متری دیده می‌شوند:
Sphenolithus belemnus, *Ortholithes serratus*, *Helicosphaera wilcoxonii*, *Helicosphaera trumpyi*, *Discoaster* sp., *Minylitha convallis*, *Helicosphaera bownii*, *Discoaster loeblichii*, *Discoaster calcaris*, *Discoaster prepentaradiatus*, *Sphenolithus moriformis*.

۴) نانو فسیل‌هایی که از ۶۸۰ متری قاعده تا بالاترین بخش توالی دیده می‌شوند:
Scyphosphaera globulata, *Florisphaera* sp., *Rhabdolithes pseudomorianus*, *Discoaster* sp3.

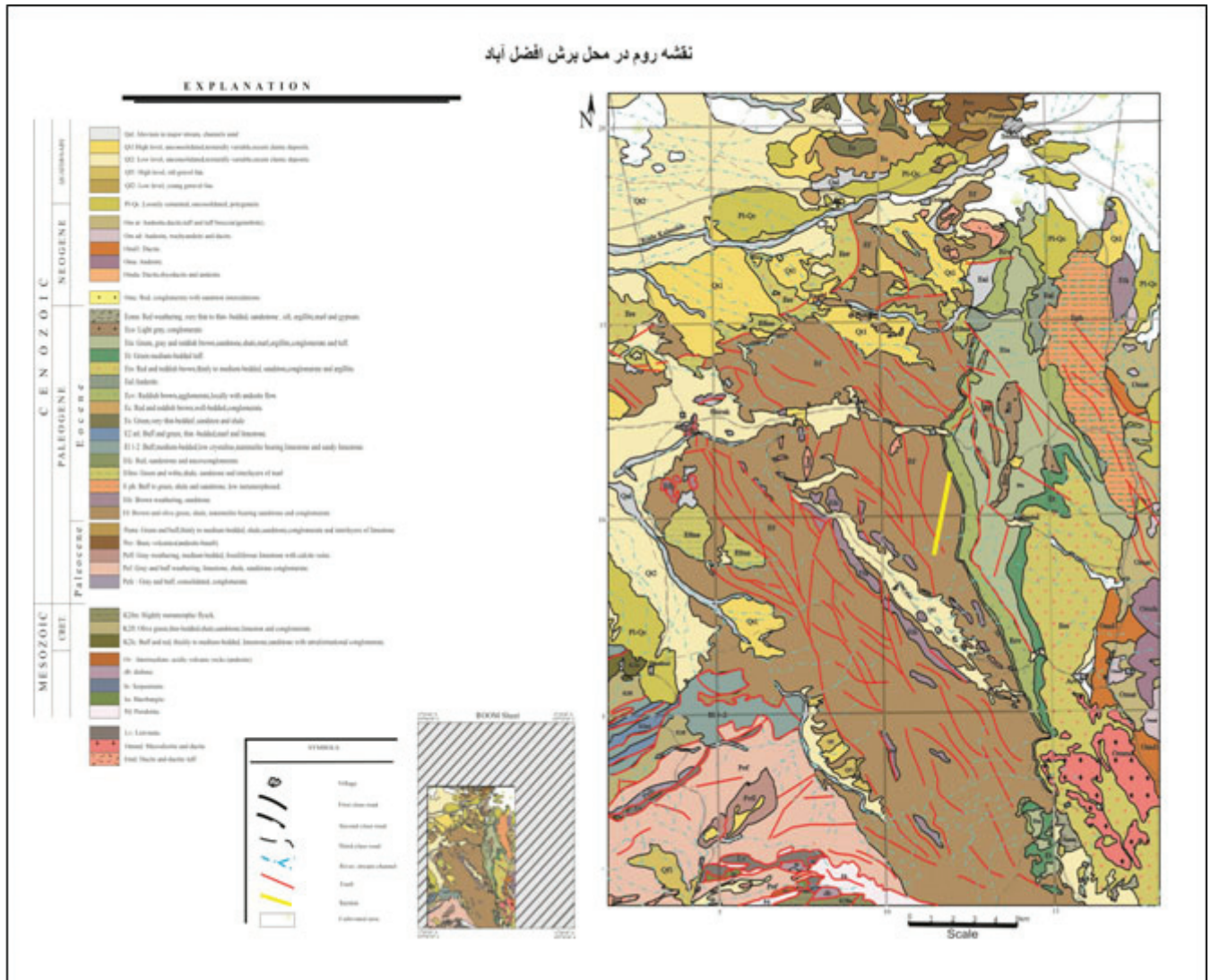
۴- زیست‌چینه‌نگاری و تعیین سن توالی مورد مطالعه

تاکنون زون‌بندی‌های بسیاری توسط محققین مختلف از جمله Okada and Bukry (1980) و Bukry (1973 and 1975) و Perch Nielsen (1985) و Martini (1971) برای سنوزویک ارائه شده است. از زون‌بندی‌های متداول، برای بازه زمانی پالئوژن و نئوژن، زون‌بندی (Martini 1971) است. به تازگی مطالعات تکمیلی دیگری توسط Backman et al. (2012) انجام شده که در این زون‌بندی با مختصری تغییر، با زون‌بندی (Martini 1971) تطبیق داده شده است. وی بازه نئوژن را به ۲۱ زون زیستی (NN1-NN21) تقسیم‌بندی کرده و نشانه‌های زون‌بندی او به صورت NN بوده که مخفف Nannoplankton Neogene است. زون‌های زیستی ارائه شده در مطالعه حاضر با زون‌بندی (Martini 1971) و معادل‌های آنها در زون‌بندی (Backman et al. 2012) انطباق داده شده‌اند. بر پایه زون‌های زیستی معرفی شده در زون‌بندی (Martini 1971) اولین حضور (FO) و آخرین حضور (LO) گونه‌های شاخص است. زون‌های زیستی معرفی شده در زون‌بندی (Backman et al. 2012) نیز بر پایه اولین حضور (B) و آخرین حضور (T) گونه‌های شاخص است.

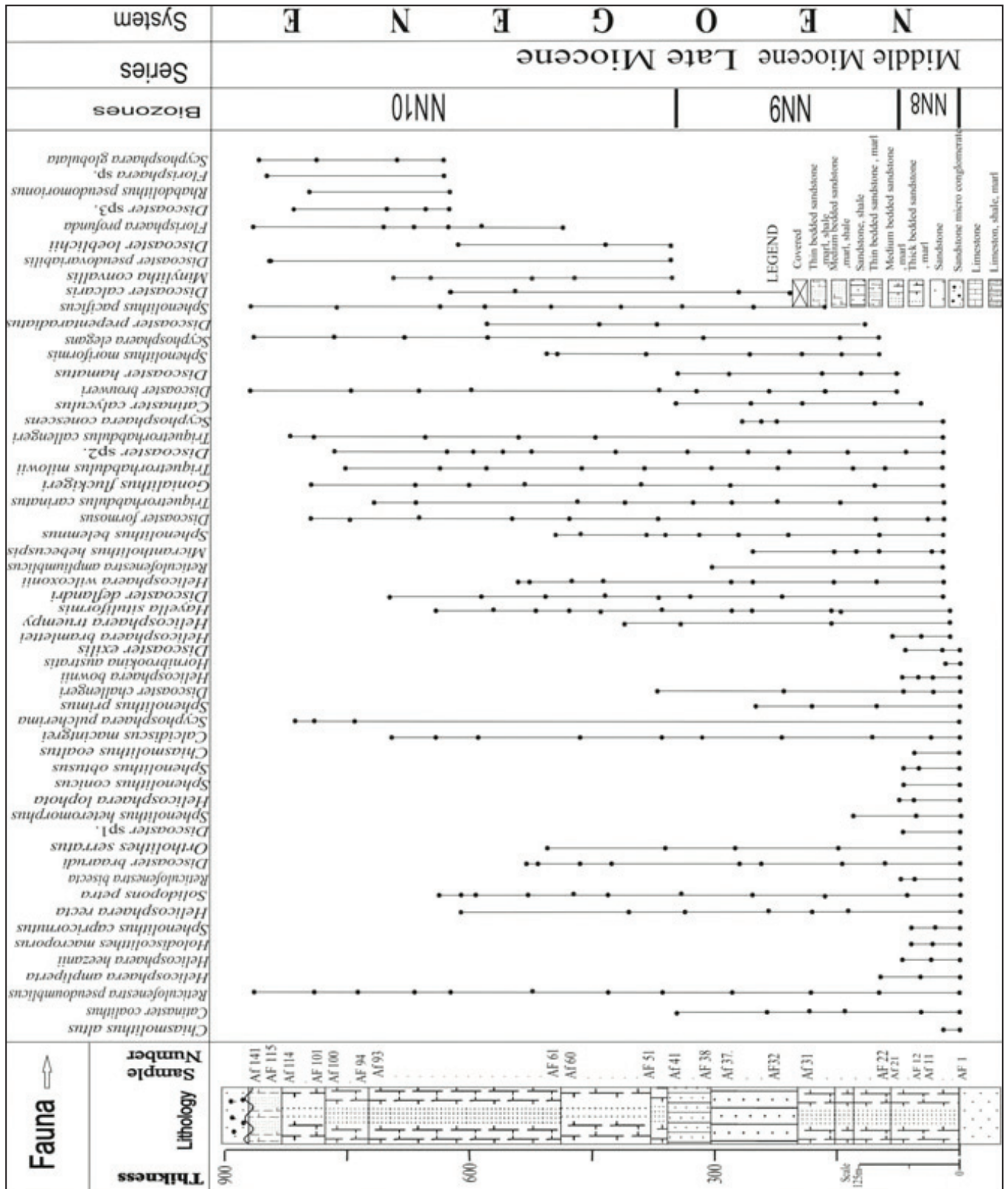
تاکنون مطالعات نانوفسیلی انجام شده در نهشته‌های نئوژن منطقه بیرجند توسط احراری و هادوی (۱۳۸۹)، زهروی و هادوی (۱۳۸۸)، هادوی و نظری سیاه‌سر (۱۳۹۰) و هادوی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش شده است. ولی از برش مورد مطالعه (افضل‌آباد) به سترای ۸۷۰ متر که شامل بخشی از فیلیشوییدهای خاور ایران است؛ تاکنون هیچ گونه نانوفسیلی گزارش نشده است و در این پژوهش برای اولین بار نانوفسیل‌های منطقه معرفی می‌شود. همان‌گونه که پیش‌تر گفته شد به دلیل سترای



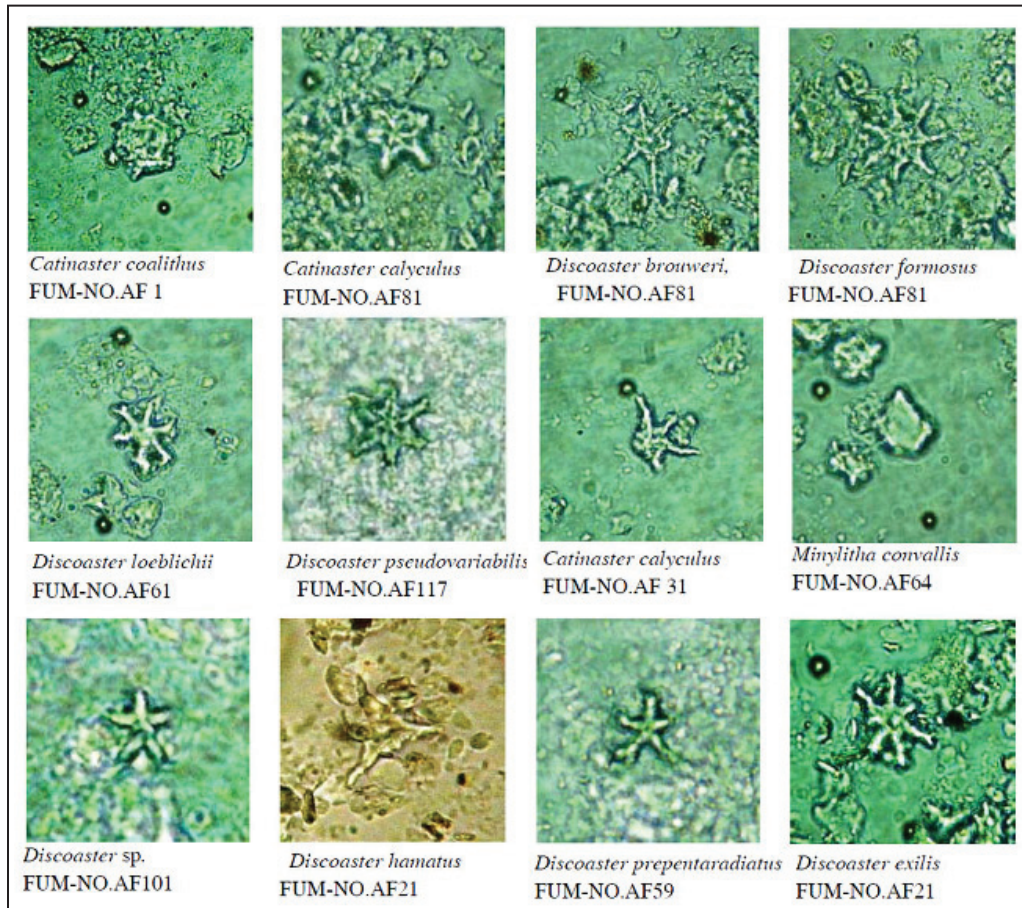
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه.



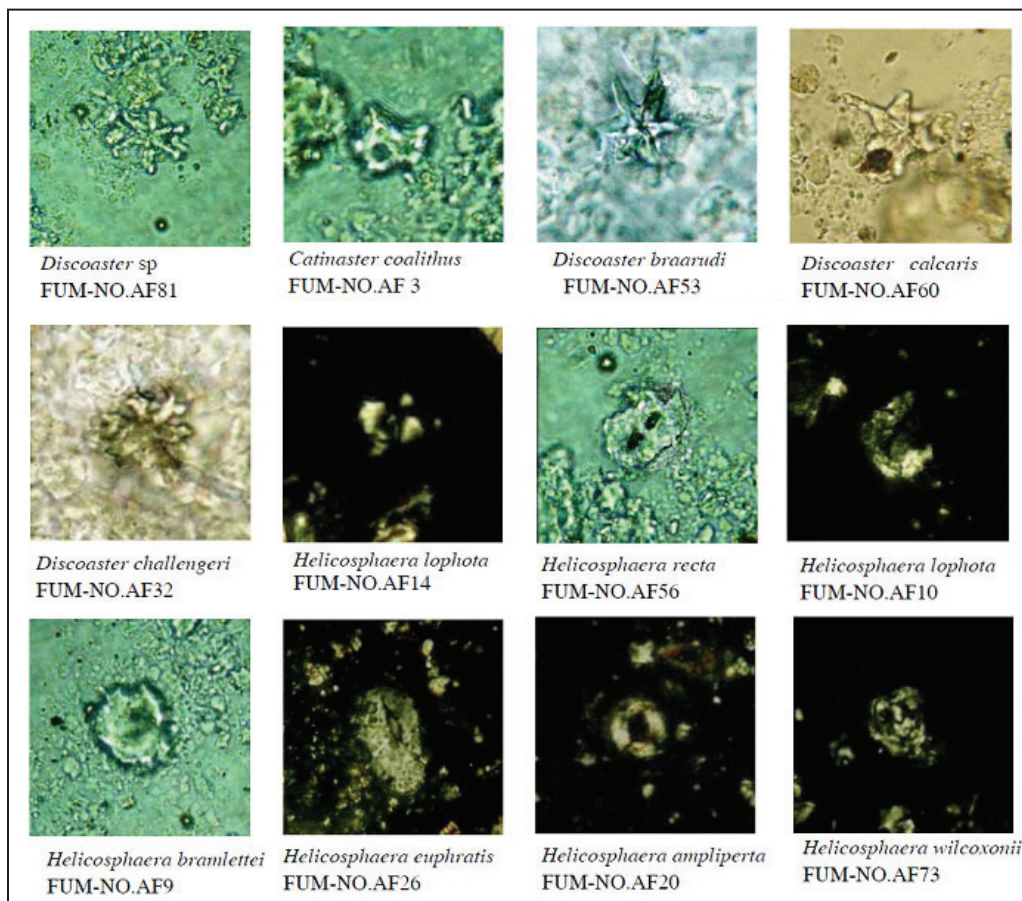
شکل ۲- محل نمونه برداری از توالی مورد مطالعه در برش خاور افضل آباد در نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ روم (شهیدی، ۱۳۷۹).



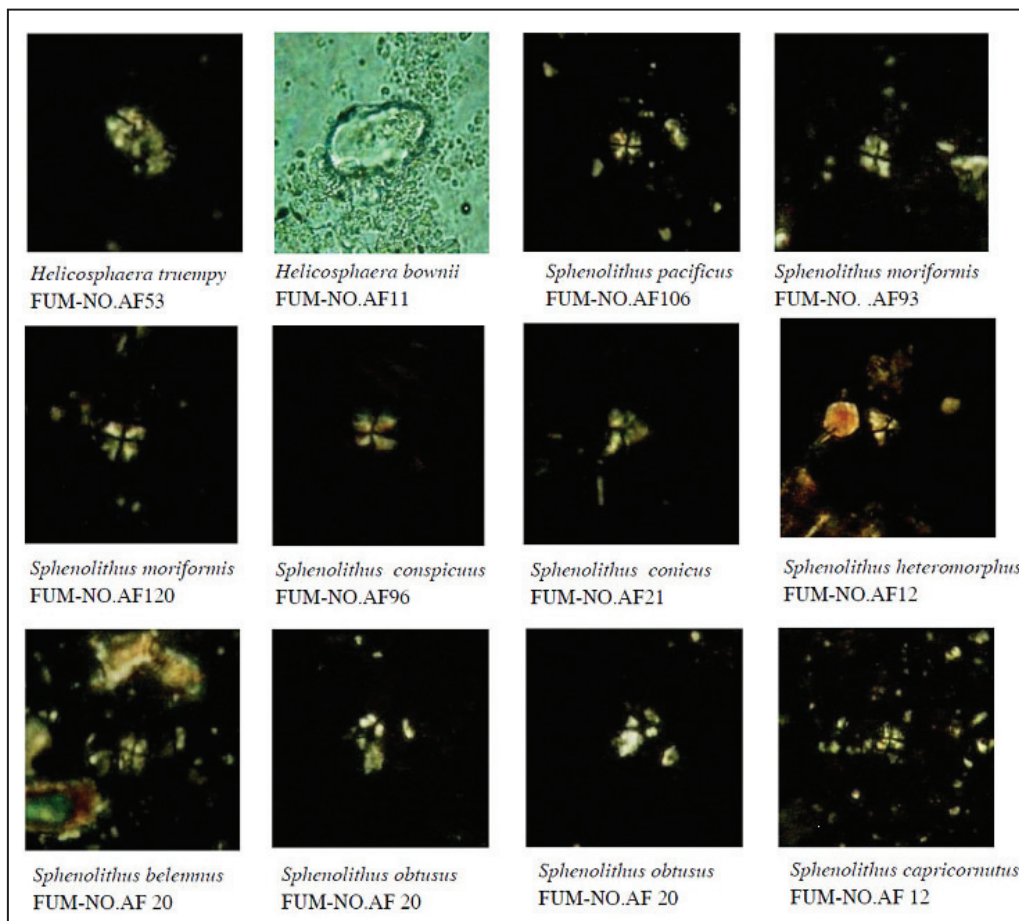
شکل ۳- نمودار گسترش زیست‌چینه‌های نانو فسیل‌های آهکی در برش خاور افضل‌آباد.



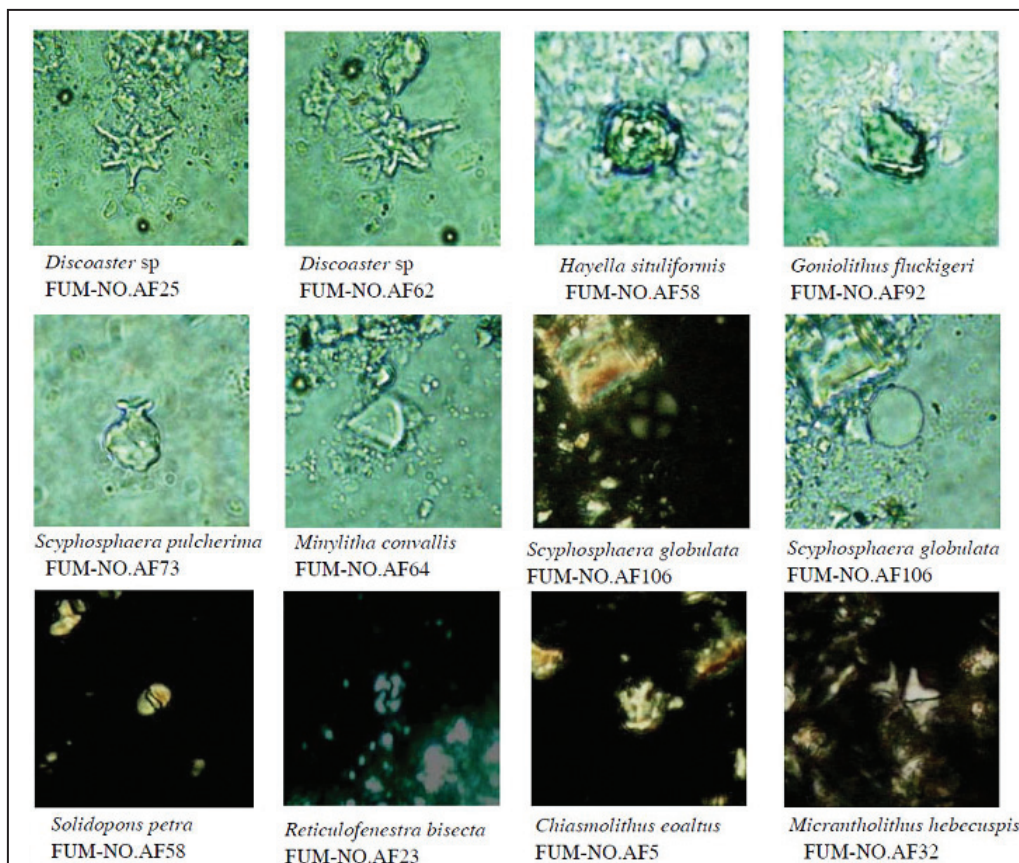
شکل ۴- تصاویر میکروسکوپ نوری نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شده در برش افضل آباد با بزرگنمایی ۱۲۵۰X.



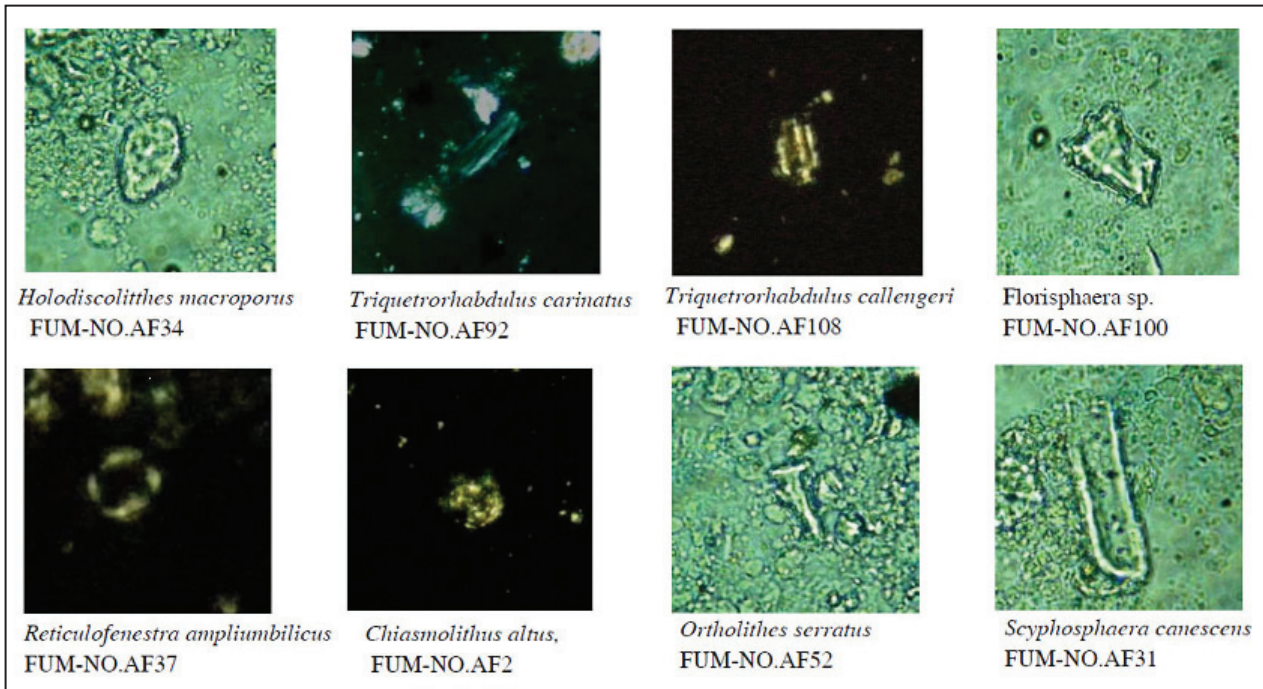
شکل ۵- تصاویر میکروسکوپ نوری نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شده در برش افضل آباد با بزرگنمایی ۱۲۵۰X.



شکل ۶- تصاویر میکروسکوپ نوری نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شده در برش افصل‌آباد با بزرگنمایی ۱۲۵۰X.



شکل ۷- تصاویر میکروسکوپ نوری نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شده در برش افصل‌آباد با بزرگنمایی ۱۲۵۰X.



شکل ۸- تصاویر میکروسکوپ نوری نانوفسیل‌های آهکی شناسایی شده در برش افضل آباد با بزرگنمایی ۱۲۵۰X.

کتابنگاری

- احراری، ا. و هادوی، ف.، ۱۳۸۹- نانواستراتیگرافی نهشته‌های جنوب غربی افضل آباد (جنوب شرق بیرجند). بیست و هشتمین گردهمایی علوم زمین و چهاردهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران. زهری، م. و هادوی، ف.، ۱۳۸۸- معرفی نانو پلانکتون‌های آهکی نهشته‌های نئوژن غرب بیرجند، بیست و هفتمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور. شهیدی، ع. ر.، ۱۳۷۹- نقشه زمین‌شناسی چهارگوش ۱:۱۰۰۰۰۰ روم. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور. محمدی، ه.، ۱۳۹۲- اثرشناسی نهشته‌های آواری پالئوسن- ائوسن در شمال بیرجند (برش فریز نوک- آغلدر)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بیرجند، ۱۲۷ص. هادوی، ف.، قویدل دارستانی، م. و خزاعی، ا. ر.، ۱۳۹۴- نانو فسیل‌های آهکی رسوبات فلیش جنوب شرق بیرجند دربرش روستای رویات، همایش ملی مهندسی عمران و زمین‌شناسی، دانشگاه آزاد واحد الیگودرز. هادوی، ف. و نظری سیاه‌سر، ز.، ۱۳۹۰- معرفی نانو پلانکتون‌های آهکی نهشته‌های نئوژن غرب بیرجند، پنجمین همایش ملی زمین‌شناسی دانشگاه پیام نور، دانشگاه پیام نور اهر.

References

- Andruleit, H., 1997- Coccolithophore fluxes in the Norwegian- Greenland Sea, seasonality, and assemblage alterations. Mar. Micropaleontol. 31: 45- 64.
- Backman, J., Raffi, I., Rio, D., Fornaciari, E. and Palike, H., 2012- Biozonation and biochronology Miocene through Pleistocene calcareous nannofossils from low and middle latitudes, Newsletters on Stratigraphy, vol. 45; p. 221-244.
- Bown, P. R. and Young, J. R., 1998- Techniques. In Bown, P.R (ed.) Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. Chapman & Hall; Kluwer Academic, 16-28.
- Bukry, D., 1973- Coccolith Stratigraphy Eastern Equatorial Pacific, 611- 653.
- Bukry, D., 1975- Coccolith and silicoflagellate strstigraphy northwestern Pacific Ocean. Deep Sea Drilling Project Leg 32 .Initial Rep. Deep Sea drill.Proj.,32,677-701.
- Honjo, S., 1976- Coccoliths: production, transportation and sedimentation. Mar. Micropaleontol. 1: 65-79.
- Martini, E., 1971- Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplankton Zonation. In: Farinacci, A. (Ed.), Proc. 2nd Int. Conf. Planktonic Microfossils, Roma, 2:739-785.
- Okada, H. and Bukry, D., 1980- Supplementary modification and introduction of code numbers of the low – latitude coccolith binstratigraphic zonation (bukry 1973, 1975).- Marine Microplacontology, 5: 321-325.
- Perch Nielsen, K., 1985- Cenozoic calcareous nannofossils , In Bolli, H. M., Saunders, J. H., and Perch.Nielsen, K., eds., Plankton Stratigraphy, Cambridge, Cambridge Univ. Press, pp. 427-554.
- Theodoridis, S., 1984- Calcareous nannofossil biostratigraphy of the Miocene and revision of the helicoliths and discoasters. Utrecht Micropaleontological Bulletin, 32: 1-27.
- Thierstein, H. R., 1974- Calcareous nanaoplankton – Leg 26, Deep Sea Drilling Project. Initial Rep. Deep Sea drill. Proj., 26, 619-67.
- Von Salis, A. K., 1984- Miocene calcareous nannofossil biostratigraphy of DSDP Hole 521A , SE Atlantic. Initial Rep. Deep Sea drill . Proj.,73, 425-7.

Investigation of middle and late Miocene flyschoid of east Afzalabad (North Birjand) based on calcareous nannofossils

F. Jalili¹, F. Hadavi^{*2}, B. Rahimi² and A. R. Khazaei³

¹Ph.D. Student, Department of Geology, International Campus, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

²Professor, Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

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

Received: 2016 April 18

Accepted: 2016 August 13

Abstract

In this research, biostratigraphy of a stratigraphic section in the east Afzalabad section in Lut Block (part of flyschoid basin in East Iran) were investigated based on calcareous nannofossils. Nineteen genera and 52 species of calcareous nannofossils were identified based on which the studied sequence confirm with NN8- NN10 biozones of Martini (1971) indicating a middle Miocene to late Miocene age.

Keywords: Calcareous nannofossil, Flyschoid, Middle Miocene- Late Miocene, Afzalabad, Birjand.

For Persian Version see pages 177 to 184

*Corresponding author: F. Hadavi; E-mail: hadavi 231@yahoo.com