

بررسی تطابق نانوپلانکتون‌های آهکی و روزن‌بران پلانکتون سازند گورپی در خاور بهبهان

سعیده سنماری^{۱*}، لیلا فضلی^۲ و مهدی عمرانی^۳

^۱ گروه معدن، دانشکده مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی قزوین، قزوین، ایران

^۲ گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند، دماوند، ایران

^۳ گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۰۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۰/۲۵

چکیده

نانوفسیل‌های آهکی و روزن‌بران پلانکتونیک دارای محدوده چینه‌شناسی کوتاه و گسترش جغرافیایی وسیع هستند لذا از این دو گروه فسیلی می‌توان برای تقسیم‌های زیست‌چینه‌ای استفاده کرد. بدین سبب و به علت نبود انجام بررسی‌های تطابقی بین این دو گروه فسیلی، برش سازند گورپی در خاور بهبهان مورد بررسی قرار گرفت. سنگ‌شناسی سازند گورپی در این ناحیه شامل سنگ‌های رسوبی مارنی است. بر مبنای بررسی‌های انجام شده تعدادی جنس و گونه از هر دو گروه فسیلی در برش گورپی شناسایی شد. با توجه به گسترش چینه‌شناسی نانوپلانکتون‌های آهکی و روزن‌بران پلانکتونیک، بازه زمانی برش مورد بررسی برای نانوپلانکتون‌های آهکی با زون‌های CC16-CC26 از زون‌بندی (Sissingh (1977) و برای روزن‌بران پلانکتونیک از زیست‌زون *Dicarinella asymetrica- Globotruncanita elevata Zone* تا زیست‌زون *Abathomphalus mayaroensis Zone* از زون‌بندی (James & Wind (1985) هم‌خوانی دارد. بر اساس محدوده چینه‌شناسی گونه‌های شاخص و زیست‌زون‌های مشخص شده سن سازند گورپی در خاور بهبهان از سانتونین پسین تا ماستریشین پسین پیشنهاد می‌شود.

کلیدواژه‌ها: تطابق، نانوپلانکتون‌های آهکی، روزن‌بران پلانکتونیک، سازند گورپی، خاور بهبهان

*نویسنده مسئول: سعیده سنماری

۱- مقدمه

حفظ‌شدگی خوب، تعداد و تنوع بسیار زیاد هستند. این گروه فسیلی دارای گسترش جغرافیایی وسیع و بازه زمانی کوتاه بوده و لذا از ابزار مهم در زیست‌چینه‌نگاری به شمار می‌روند. با توجه به بررسی‌های انجام شده بر مبنای نانوپلانکتون‌های آهکی، در منطقه مورد بررسی گونه‌هایی مانند: *Microrhabdulus decoratus*, *Micula decussata*, *Watznaueria biporta*, *Watznaueria barnesae* نمونه‌ها و به تعداد به نسبت زیاد یافت می‌شوند. همچنین گونه‌هایی مانند: *Quadrum trifidum*, *Eiffellithus turriseiffelii*, *Eiffellithus eximius*, *Ceratolithoides aculeus*, *Micula murus*, *Arkhangelskiella cymbiformis*, *Quadrum gothicum*, *Micula preamurus*, *Lithraphidites carniolensis*, *Lucianorhabdus maleformis*, *Lucianorhabdus cayeuxii* به میزان نسبتاً فراوان در برخی از نمونه‌ها دیده می‌شوند. از طرفی گونه‌هایی مانند: *Marthasterites furcatus*, *Lithraphidites quadratus* نیز به طور پراکنده در برخی از نمونه‌ها دیده می‌شوند (جدول ۱).

برخی از خانواده‌های مهم نانوپلانکتون‌های آهکی (plates 1-3) عبارتند از:

Family: Arkhangelskiellaceae (Bukry, 1969)

این خانواده شامل کوکولیت‌های بیضوی است که حاشیه آن از سه تا پنج ردیف عناصر کلسیتی تشکیل شده است. بیشتر جنس‌ها و گونه‌های این خانواده فاقد ناحیه مرکزی‌اند و گروه‌هایی نیز که ناحیه مرکزی دارند، در این ناحیه دارای سوراخ‌های پراکنده و گروهی نیز دارای شبکه‌ای فشرده از منافذ هستند. نانوفسیل‌های متعلق به این خانواده که در زیست‌چینه‌نگاری برش خاور بهبهان دارای اهمیت هستند، عبارتند از: *A. parvus constrictus* و *A. parvus parvus* (مرز سانتونین/کامپانین)، آخرین حضور *A. parvus* در مرز کامپانین/ماستریشین و همچنین ظهور گونه *Arkhangelskiella cymbiformis* در ماستریشین شاخص‌های بسیار مناسبی برای این منظور به شمار می‌روند.

Family: Calyptosphaeraceae (Boudreaux & Hay, 1969)

کوکولیت‌های موجود در این خانواده از بلورهای کلسیتی کوچک و یکنواخت (هولوکوکولیت) تشکیل شده‌اند. در نمای پروکسیمال برخی از آنها، ساقه همراه با

سازند گورپی یکی از سازندهایی است که در این حوضه و در کرتاسه پسین در محیط دریایی رسوب کرده که به طور عمده از مارن و آهک رسی تشکیل شده است. منطقه مورد بررسی در ناحیه زاگرس چین‌خورده و در ۳۱ کیلومتری خاور شهر بهبهان واقع شده است. این منطقه در موقعیت طول جغرافیایی ۴۸° ۵۰ و نیز عرض جغرافیایی ۳۸° ۳۰ قرار گرفته است (شکل ۱- الف و ب). برش مورد بررسی یال یک تاقدیس با هسته سروک و قاعده مقطع مرز سروک و گورپی است که با تغییر شدید سنگ‌شناسی و ناپوستگی آشکار هم‌شیب نمایان است. مرز بالایی با سازند پایده هم‌شیب و با تغییر رنگ مشخص است. ستبرای سازند در منطقه مورد بررسی حدود ۲۰۶ متر است که برای انجام بررسی‌های زیست‌چینه‌نگاری در مجموع ۱۶۰ نمونه از آن برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌ها پس از آماده‌سازی به وسیله میکروسکوپ نوری بررسی شدند. هدف اصلی از این بررسی شناسایی نانوپلانکتون‌های آهکی و روزن‌بران پلانکتونیک و نیز انجام عمل تطابق بین این دو گروه فسیلی است.

۲- روش بررسی و عکسبرداری

آماده‌سازی نمونه‌های نانوفسیل به روش Smear slide صورت گرفت. از این روش تنها برای بررسی نانوفسیل‌های آهکی توسط میکروسکوپ نوری (LM) استفاده می‌شود. این روش آماده‌سازی بسیار سریع و ساده بوده و برای آماده‌سازی نمونه‌های مارنی و گچی بسیار مناسب و برای تمام انواع سنگ‌های دیگر بجز سخت‌ترین رسوبات، قابل استفاده است. برای بررسی روزن‌بران پلانکتونیک نیز از روش بررسی مقاطع نازک توسط میکروسکوپ پلاریزان استفاده شده است. به منظور بررسی مقاطع نازک و اسلایدهای تهیه شده، از میکروسکوپ نوری الیمپوس BH2 و عدسی‌های شیئی با بزرگنمایی ۱۰۰-۴۰ استفاده شد.

۳- معرفی نانوپلانکتون‌های آهکی

نانوپلانکتون‌های آهکی شناسایی شده در برش گورپی واقع در خاور بهبهان دارای

از گونه‌های مهم این جنس هستند که دو گونه از آنها مانند *Ceratolithoides arcuatus* و *Ceratolithoides aculeus* به عنوان شاخص در عرض‌های جغرافیایی پایین و متوسط در کامپاین کاربرد دارند.

۴- زیست‌چینه‌نگاری نانوپلانکتون‌های آهکی

همان‌طور که بیان شد، نانوفسیل‌های سنگ‌آهکی بررسی شده در سازند گورپی دارای تعداد و تنوع بسیار زیاد بوده و این گروه فسیلی به سبب گسترش جغرافیایی وسیع و بازه زمانی کوتاه از ابزار مهم در زیست‌چینه‌نگاری به شمار می‌رود. با توجه به بررسی‌های انجام شده بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی در برش گورپی، زیست‌زون‌های CC16-CC26 از زون‌بندی (Sissingh 1977) که سنی معادل سانتونین پسین - ماستریشین پسین را به خود اختصاص می‌دهد، شناسایی و به قرار زیر معرفی می‌شوند:

Lucianorhabdus cayeuxii zone (CC16)

تعریف زون: این زون از اولین حضور گونه *Lucianorhabdus cayeuxii* تا اولین حضور گونه *Calculites obscurus* ادامه دارد. مؤلف: (Sissingh 1977)، سن: سانتونین پسین. فسیل‌های همراه: *Chiastozygus platyrhethus*, *Tranolithus phacelosus*, *Rhagodiscus angustus*, *Micula concava*, *Micula decussata*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *Reinhardtites anthophorus*, *Marthasterites furcatus*, *Lithraphidites carniolensis*, *Eiffellithus eximius*, *Quadrum gartneri* ملاحظات: Thierstein (1976) اولین حضور گونه‌های *C. obscurus* و *C. ovalis* را در قاعده سانتونین در نظر گرفت و آنها را به عنوان بهترین شاخص برای مرز کنیاسین - سانتونین در نظر گرفت.

Calculites obscurus zone (CC17)

تعریف زون: این زون از اولین حضور گونه *Calculites obscurus* تا اولین حضور گونه *Aspidolithus ex. gr. parvus* ادامه دارد. مؤلف: (Sissingh 1977) سن: سانتونین پسین - کامپاین آغازی. فسیل‌های همراه: *Chiastozygus platyrhethus*, *Tranolithus phacelosus*, *Rhagodiscus angustus*, *Micula concava*, *Micula decussata*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *Reinhardtites anthophorus*, *Marthasterites furcatus*, *Lithraphidites carniolensis*, *Eiffellithus eximius*, *Quadrum gartneri*, *Eiffellithus turrisseiffelii*, *Calculites obscurus* ملاحظات: از اولین حضور گونه *Aspidolithus parvus* برای این زیست‌زون استفاده می‌شود که این به خوبی با مرز سانتونین - کامپاین مطابقت دارد.

Aspidolithus parvus zone (CC18)

تعریف زون: این زون از اولین حضور گونه *Aspidolithus ex. gr. parvus* تا آخرین حضور گونه *Marthasterites furcatus* ادامه دارد. مؤلف: (Sissingh 1977) سن: کامپاین آغازی. فسیل‌های همراه: *Chiastozygus platyrhethus*, *Tranolithus phacelosus*, *Rhagodiscus angustus*, *Micula concava*, *Micula decussata*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *Reinhardtites anthophorus*, *Marthasterites furcatus*, *Lithraphidites carniolensis*, *Eiffellithus eximius*, *Eiffellithus turrisseiffelii*, *Calculites obscurus*, *Aspidolithus parvus parvus* ملاحظات: (Verbeek 1977b); Roth (1978) & Doeven (1983) زون یادشده را از اولین حضور گونه *Aspidolithus parvus* تا اولین حضور گونه *Ceratolithoides aculeus* تعریف نموده‌اند. در این فاصله جایی که گونه *Aspidolithus parvus* و *Marthasterites furcatus* با هم ظاهر می‌شوند کوتاه است و بیشتر در توالی‌های فشرده جایی که نمونه‌برداری به اندازه کافی وجود ندارد گم می‌شود.

خط درز بر روی آنها دیده شده است. این خانواده دارای ۱۸ جنس است که محدوده سنی آنها از سنومانین تا ماستریشین است.

Family: Coccolithaceae (Poch, 1913)

خانواده کوکولیتاسه شامل کوکولیت‌هایی با اشکال گرد و بیضوی است که دارای صفحه دیستال و پروکسیمال هستند. صفحه دیستال از عناصر گلبرگی شکل که به صورت شعاعی آرایش یافته‌اند تشکیل شده است. در بیشتر جنس‌ها سپر دیستال فاقد بی‌رفرنزانس است و بنابراین بیشتر کوکولیت‌ها در بین کراس نیکل کوچک‌تر ظاهر می‌شوند. در برخی از گونه‌ها نیز صفحه پروکسیمال دارای بی‌رفرنزانس مختصر و یا این که بدون بی‌رفرنزانس است. سپر پروکسیمال در برخی از جنس‌ها مانند *Cruciplacolithus* از دو سیکل از عناصر و در بعضی از جنس‌ها مانند *Markalius* از یک سیکل از عناصر تشکیل شده است.

Family: Eiffellithaceae (Reinhardt, 1965)

این خانواده شامل کوکولیت‌هایی بیضوی تا کروی شکل بوده که دارای یک حلقه متشکل از اجزای کلسیتی مایل در خارج و یک ناحیه مرکزی وسیع پرشده هستند. یک صلیب بزرگ نامتقارن بیشترین بخش ناحیه مرکزی را می‌پوشاند. در بعضی از گونه‌های این خانواده ممکن است یک ساقه در ساختار مرکزی دیده شود. یکی از جنس‌های این خانواده *Eiffellithus* است، که صلیب واقع در ناحیه مرکزی به شکل * و یا + است و دارای ۸ جزء بلوری بزرگ در اطراف ناحیه مرکزی است.

Family: Microrhabdulaceae (Deflandre, 1963)

این خانواده شامل کوکولیت‌هایی میله‌ای شکل با مقاطع کم و بیش دایره‌ای است. در این خانواده ظهور گونه *M. decuratus* به عنوان شاخص مهمی در زون‌بندی به کار می‌رود. بیشتر گونه‌ها در این خانواده، در دو انتهای خود مخروطی بوده و این مسئله سبب تمایز گونه *M. decuratus* از دیگر گونه‌ها می‌شود. گسترش این خانواده از سنومانین تا ترشیاری است.

Family: Polycyclolithaceae

این خانواده به طور عمده شامل کوکولیت‌های استوانه‌ای، بلوکی، ستاره‌ای و یا رزی شکل هستند. برخی جنس‌ها از بلوک‌های متصل به هم تشکیل شده‌اند و در برخی دیگر نیز این بلوک‌ها به طور کامل به هم نچسبیده‌اند. افزون بر آن، این شکل‌های رزی شکل با تعداد بازوهای مختلف و با شکل‌های متنوع در این خانواده به چشم می‌خورد. ناحیه مرکزی در برخی جنس‌ها بزرگ و در برخی خیلی کوچک است. بیشتر گونه‌های این خانواده به علت داشتن محدوده کوتاه و گسترش جغرافیایی وسیع و تنوع اشکال برای زون‌بندی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. جنس‌های این خانواده شامل *Lithastrinus* و *Quadrum*, *Polycyclolithus*, *Micula Eprolithus* است.

Family: Watznaueriaceae (Rood, Hay & Barnard, 1971)

این خانواده دارای کوکولیت‌هایی گرد و بیضوی است، به طوری که عناصر سپر دیستال بر روی هم همپوشانی دارند و عناصر سپر پروکسیمال به صورت شعاعی مرتب شده‌اند. ناحیه مرکزی باز بوده و گاهی دارای پل یا پرشدگی است.

Unclassified: Nannolith

Family: Incerta sedis

Genus: *Ceratolithoides* (Bramlette & Martini, 1964)

نانولیت‌هایی نعل اسبی شکل هستند که دو بازو و یک مخروط دارند. از لحاظ ریخت‌شناسی، به شکل‌های پیکانی، بلوکی و مکعبی دیده می‌شوند. گونه‌های مختلف این جنس تفاوت‌هایی از نظر وجود یا عدم وجود Cone، تعداد، شکل، اندازه و زاویه داخلی بازوها و... با هم دارند. گونه‌های *Ceratolithoides kamptneri*, *Ceratolithoides arcuatus*, *Ceratolithoides verbeekii*, *Ceratolithoides aculeus*

Calculites obscurus, Aspidolithus parvus constrictus, Quadrum sissinghii, Quadrum trifidum, C. aculeus

ملاحظات: تمامی مؤلفان با حضور گونه *trifidum Quadrum* در قاعده زون CC22 موافق هستند اما برای قسمت بالایی زون از شاخص‌های دیگر استفاده می‌کنند.

Tranolithus phacelosus zone (CC23)

تعریف زون: این زون از آخرین حضور گونه *Reinhardtites anthophorus* تا آخرین حضور گونه *Tranolithus phacelosus* ادامه دارد. مؤلف: Sissingh (1977) سن: کامپانین پسین - ماستریشین آغازی. فسیل‌های همراه: *Chiastozygus platyrhethus, Tranolithus phacelosus, Rhagodiscus angustus, Micula concava, Micula decussata, Lucianorhabdus cayeuxii, Lithraphidites carniolensis, Eiffellithus turriseiffelii, Calculites obscurus, Quadrum sissinghii, Quadrum trifidum, C. aculeus, R. levis* ملاحظات: بر اساس نظر Sissingh (1977) آخرین حضور گونه *Aspidolithus parvus* سبب تقسیم زون CC23 می‌شود. این گونه حوادث در عرض‌های جغرافیایی پایین و بالا دیده می‌شود.

Reinhardtites levis zone (CC24)

تعریف زون: این زون از آخرین حضور گونه *Tranolithus phacelosus* تا آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* ادامه دارد. مؤلف: Sissingh (1977) سن: ماستریشین آغازی. فسیل‌های همراه: *Chiastozygus platyrhethus, Rhagodiscus angustus, Micula concava, Micula decussata, Lucianorhabdus cayeuxii, Lithraphidites carniolensis, Eiffellithus turriseiffelii, C. aculeus, R. levis* ملاحظات: این زون در عرض‌های جغرافیایی پایین و بالا قابل تشخیص است.

Arkhangelskiella cymbiformis zone (CC25)

تعریف زون: این زون از آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* تا اولین حضور گونه *Nephrolithus frequens* ادامه دارد. مؤلفان: Perch - Nielsen (1972) که توسط Sissingh (1977) تصحیح شده است.

سن: ماستریشین پسین. فسیل‌های همراه: *Chiastozygus platyrhethus, Rhagodiscus angustus, Micula concava, Micula decussata, Lucianorhabdus cayeuxii, Lithraphidites carniolensis, Eiffellithus turriseiffelii*

ملاحظات: در مورد این زون نظرهای مختلفی وجود دارد: (Perch-Nielsen 1972) این زون را از آخرین حضور گونه *Reinhardtites anthophorus* تا اولین حضور گونه *Micula murus* یا ظهور گونه *Nephrolithus frequens* می‌داند. برای تعیین مرز بالایی این زون از گونه *Micula murus* برای عرض‌های جغرافیایی پایین و *Nephrolithus frequens* برای عرض‌های جغرافیایی بالا استفاده شده است.

این زون به وسیله (Martini 1976) از آخرین حضور گونه *trifidum Quadrum* تا اولین حضور گونه *Lithraphidites quadratus* تعریف شده است. همچنین Sissingh (1977) پیشنهاد کرد که زون CC25 را می‌توان به وسیله اولین حضور گونه *Lithraphidites quadratus* و اولین حضور گونه *Arkhangelskiella cymbiformis* تقسیم نمود. گونه *Arkhangelskiella cymbiformis* از نظر زمانی بیشتر در اواخر ماستریشین بوده و از لحاظ اندازه بزرگ و دارای دیواره ستر است که با گونه *Arkhangelskiella specillata* که دارای اندازه کوچک‌تر و نیز وجود حالت آسیاب بادی در مرکز است، متفاوت است.

گونه *A. specillata* از نظر زمانی نیز در کامپانین دیده می‌شود. بسیاری از مؤلفان در شناخت این گونه دچار اختلاف نظر بوده‌اند، یعنی برخی ظهور آن را در قاعده زون CC21 گزارش کرده‌اند.

Calculites ovalis zone (CC19)

تعریف زون: این زون از آخرین حضور گونه *Marthasterites furcatus* تا اولین حضور گونه *Ceratolithoides aculeus* ادامه دارد. مؤلف: Sissingh (1977) سن: اواخر، کامپانین آغازی. فسیل‌های همراه: *Chiastozygus platyrhethus, Tranolithus phacelosus, Rhagodiscus angustus, Micula concava, Micula decussata, Lucianorhabdus cayeuxii, Reinhardtites anthophorus, Lithraphidites carniolensis, Eiffellithus eximius, Eiffellithus turriseiffelii, Calculites obscurus, Aspidolithus parvus parvus, Aspidolithus parvus constrictus* ملاحظات: Sissingh (1977) زون یادشده را به وسیله آخرین حضور گونه *Bukryaster hayii* تقسیم‌بندی نمود، برخی از پژوهشگران انقراض گونه *Corolithion signum* را در این زیست‌زون می‌دانند.

Ceratolithoides aculeus zone (CC20)

تعریف زون: این زون از اولین حضور گونه *Ceratolithoides aculeus* تا اولین حضور گونه *Quadrum sissinghii* ادامه دارد. مؤلفان: Cepek & Hay (1969) و توسط (Martini 1976) تصحیح شده است.

سن: اواخر، کامپانین آغازی فسیل‌های همراه: *Chiastozygus platyrhethus, Tranolithus phacelosus, Rhagodiscus angustus, Micula concava, Micula decussata, Lucianorhabdus cayeuxii, Reinhardtites anthophorus, Marthasterites furcatus, Lithraphidites carniolensis, Eiffellithus eximius, Eiffellithus turriseiffelii, Calculites obscurus, Aspidolithus parvus constrictus, Ceratolithoides verbeekii* ملاحظات: در عرض‌های جغرافیایی شمالی بالا شاخصی برای این زون وجود ندارد. همچنین Roth (1978) تعریف زون یادشده را از اولین حضور گونه *Ceratolithoides aculeus* تا اولین حضور گونه *Quadrum trifidum* بیان کرد.

Quadrum sissinghii zone (CC21)

تعریف زون: این زون از اولین حضور گونه *Quadrum sissinghii* تا اولین حضور گونه *Quadrum trifidum* ادامه دارد. مؤلف: Sissingh (1977) سن: ابتدای کامپانین پسین. فسیل‌های همراه: *Chiastozygus platyrhethus, Tranolithus phacelosus, Rhagodiscus angustus, Micula concava, Micula decussata, Lucianorhabdus cayeuxii, Reinhardtites anthophorus, Lithraphidites carniolensis, Eiffellithus eximius, Eiffellithus turriseiffelii, Calculites obscurus, Aspidolithus parvus constrictus, Ceratolithoides verbeekii, Quadrum sissinghii, C. aculeus* ملاحظات: Sissingh (1977) زون یادشده را می‌توان بر اساس محدوده زمانی گونه *Ceratolithoides arcuatus* به سه قسمت تقسیم نمود. برخی اولین حضور این گونه را در قاعده این زون دانسته‌اند.

Quadrum trifidum zone (CC22)

تعریف زون: این زون از اولین حضور گونه *trifidum Quadrum* تا آخرین حضور گونه *Reinhardtites anthophorus* ادامه دارد. مؤلفان: Bukry & Bramlette (1970) که توسط Sissingh (1977) تصحیح شده است.

سن: اواخر کامپانین پسین. فسیل‌های همراه: *Chiastozygus platyrhethus, Tranolithus phacelosus, Rhagodiscus angustus, Micula concava, Micula decussata, Lucianorhabdus cayeuxii, Reinhardtites anthophorus, Lithraphidites carniolensis, Eiffellithus eximius, Eiffellithus turriseiffelii,*

نوع پیچش آن به صورت تروکواسپیرال کوتاه است. حجره‌ها در این گونه زاویه‌دار و نیمه زاویه‌دار و نیمه متورم است. پیچش در ۳/۵-۳ حلقه بوده و در ۸-۷ حجره پیچش آخر اندازه به صورت منظم و آرام افزایش می‌یابد. دهانه اولیه و درون حاشیه‌ای و نافی پوشیده شده است. محدوده سنی این گونه ماستریشین بالایی است.

Gansserina gansseri (Bolli, 1951)

توصیف: این گونه دارای پوسته‌ای با دیواره منفذدار و سطح نافی زبر و خشن است که زبری آن به سمت حجره‌های آخر کاهش یافته و صاف می‌شود. نوع پیچش آن تروکواسپیرال کوتاه است و حجره‌ها در پیچش آخر به ۵ عدد می‌رسد که به طور منظم اندازه آنها افزایش می‌یابد. حجره‌ها نیم کروی و آرایش یافته در ۳-۲/۵ دور پیچش هستند. دهانه اولیه و درون حاشیه‌ای، نافی پوشیده شده است. محدوده سنی این گونه ماستریشین است.

Abathomphalus mayaroensis (Bolli, 1951)

توصیف: این گونه دارای پوسته‌ای با دیواره منفذدار و سطح تزئین شده با گرهک‌های ریز است. نوع پیچش آن تروکواسپیرال کوتاه است. حجره آخری در برخی از آنها در بخش پشتی کمی متورم می‌شود و حجره‌ها در پیچش آخر با یکدیگر هم‌شکل نیستند. آرایش یافته در ۳ دور پیچش است و ۶-۴ حجره از پیچش آخر به سرعت اندازه آنها افزایش می‌یابد. حجره‌ها در پیچش آخر ۵ عدد است. دهانه اولیه درون حاشیه‌ای تا نافی است. محدوده سنی این گونه ماستریشین بالایی است.

Globotruncanita stuarti (De lapparent, 1918)

توصیف: شکل پوسته محدب الطرفین و دارای دیواره منفذدار با سطح صاف است. نوع پیچش آن تروکواسپیرال کوتاه است. حجره‌ها زاویه‌دار کمی با همپوشانی و آرایش یافته در ۳/۵ حلقه بوده و پیچش آخر از ۷-۶ حجره تشکیل شده است که به سختی اندازه آنها افزایش می‌یابد. حجره‌ها در دور آخر دوزنقه‌ای منظم هستند. دهانه اولیه و درون حاشیه‌ای، نافی است. محدوده سنی این گونه کامپانین بالایی تا ماستریشین است.

Globotruncana fornicata (Bolli, 1951)

توصیف: این گونه دارای پوسته‌ای با دیواره منفذدار و سطح صاف است. نوع پیچش آن تروکواسپیرال بوده و حجره‌های آن زاویه‌دار با حاشیه قطع شده و بریده بریده شده ناقص و به طور شدید کماتی و متورم در سطح پشتی است. آرایش یافته در ۳-۲/۵ دور پیچش است. ۵-۴ حجره از پیچش آخر به سرعت در اندازه افزایش می‌یابد. دهانه اولیه درون حاشیه‌ای و نافی پوشیده شده است. محدوده سنی این گونه کنیاسین بالایی تا ماستریشین میانی است.

۶- زیست‌چینه‌نگاری روزن‌بران پلانکتونیک

همان‌طور که بیان شد روزن‌بران پلانکتونیک بررسی شده در سازند گورپی دارای تنوع خوبی بوده و این گروه فسیلی نیز از ابزار مهم در زیست‌چینه‌نگاری به‌شمار می‌رود. با توجه به بررسی‌های انجام شده بر مبنای روزن‌بران پلانکتونیک در برش گورپی واقع در خاور بهبهان، زیست‌زون‌های *Dicarinella asymetrica-Globotruncanita elevata* Zone تا *Abathomphalus mayaroensis* Zone از زون‌بندی James & wind (1985) شناسایی شد که سنی معادل سانتونین پسین تا ماستریشین پسین را به خود اختصاص می‌دهد. تطابق زیست‌زون‌های ارائه شده بر مبنای روزن‌بران پلانکتونیک و نانوفسیل‌های آهکی پس از بررسی نانوپلانکتون‌های آهکی در برش مورد مطالعه، در خصوص روزن‌بران پلانکتونیک بررسی‌هایی صورت گرفت و بر اساس محدوده ظهور و انقراض گونه‌های شاخص، زون‌بندی مورد نظر ارائه شد. در نتیجه انجام عمل تطابق بین زون‌های حاصل از نانوفسیل‌های آهکی و روزن‌بران پلانکتونیک، جدول مقایسه زیست‌زون‌ها تهیه شد (جدول ۳). در برش مورد بررسی زیست‌زون ارائه شده بر مبنای

Nephrolithus frequens zone (CC26)

تعریف زون: این زون از اولین حضور تا آخرین حضور گونه *Nephrolithus frequens*

ادامه دارد. مؤلفان: Cepek & Hay (1969)

سن: اواخر، اواخر ماستریشین. فسیل‌های همراه: *Chiastozygus platyrhethus*, *Rhagodiscus angustus*, *Micula concava*, *Micula decussata*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *Lithraphidites carniolensis*, *Eiffellithus turriseiffelii*, *Lithraphidites quadratus*, *Micula murus*, *Nephrolithus frequens*, *Micula prinsii*, *Ceratolithoides kamptneri*, *C.aculeus*, *A.cymbiformis* ملاحظات: این زون به خوبی در عرض‌های جغرافیایی بالا کاربرد دارد اما از آن جا که در عرض‌های جغرافیایی پایین گونه *Nephrolithus frequens* خیلی نادر است، بنابراین در آن‌جا از اولین حضور گونه *Micula murus* و نیز گاه از اولین حضور گونه *Micula prinsii* برای تقسیم‌بندی فاصله بین اولین حضور گونه *Lithraphidites quadratus* و رأس ماستریشین استفاده می‌شود. بر مبنای زیست‌زون‌های ارائه شده، سن سازند گورپی از سانتونین پسین تا ماستریشین پسین پیشنهاد می‌شود.

۵- معرفی روزن‌بران پلانکتونیک

روزن‌بران پلانکتونیک شناسایی شده در برش گورپی دارای تنوع و حفظ‌شدگی خوب هستند. با توجه به بررسی‌های انجام شده بر مبنای روزن‌بران پلانکتونیک، در منطقه مورد بررسی گونه‌هایی مانند: *Globotruncana elevata*, *Globotruncana ventricosa*, *Globotruncanita calcarata*, *Gansserina gansseri*, *Globotruncana falsostuarti*, *Abathomphalus mayaroensis*, *Globotruncanita stuarti*, *Globotruncana fornicata*, *Omphalocyclus macroporus* (جدول ۲). برخی از گونه‌های مهم روزن‌بران پلانکتونیک موجود در برش گورپی (plate 4) عبارتند از:

Globotruncanita elevata (Brotzen, 1934)

توصیف: این گونه دارای دیواره منفذدار با سطح صاف است و نوع پیچش آن به صورت تروکواسپیرال کوتاه است. حجره‌ها در این گونه زاویه‌دار تا نیمه زاویه‌دار و به صورت متورم هستند. پیچش در ۳ حلقه آرایش یافته که اغلب ۸-۶ حجره در پیچش آخر دارای افزایش اندازه هستند. دهانه به صورت درون حاشیه‌ای است. محدوده سنی این گونه بخش بالایی سانتونین تا کامپانین است.

Globotruncana Ventricosa (White, 1928)

توصیف: این گونه دارای دیواره منفذدار با سطح صاف است و نوع پیچش آن به صورت تروکواسپیرال کوتاه است. حجره‌ها در این گونه زاویه‌دار و کمی متورم است. پیچش در ۳-۲/۵ دور بوده و تعداد حجره‌ها پیچش در دور آخر ۷-۶ است. دارای دهانه اولیه درون حاشیه‌ای تا نافی است. محدوده سنی این گونه کامپانین تا ماستریشین است.

Globotruncanita calcarata (Cushman, 1927)

توصیف: این گونه دارای دیواره منفذدار با سطح صاف است و نوع پیچش آن به صورت تروکواسپیرال کوتاه است. حجره‌ها در این گونه زاویه‌دار، نیمه‌زاویه‌دار و نیمه متورم که گاه همدیگر را می‌پوشانند است. پیچش در ۳ حلقه آرایش یافته که اغلب ۸-۶ حجره در پیچش آخر افزایش اندازه را نشان می‌دهند. دارای دهانه اولیه درون حاشیه‌ای تا نافی پوشیده است. محدوده سنی این گونه بخش بالایی سانتونین تا کامپانین است.

Globotruncana falsostuarti (Sigal, 1952)

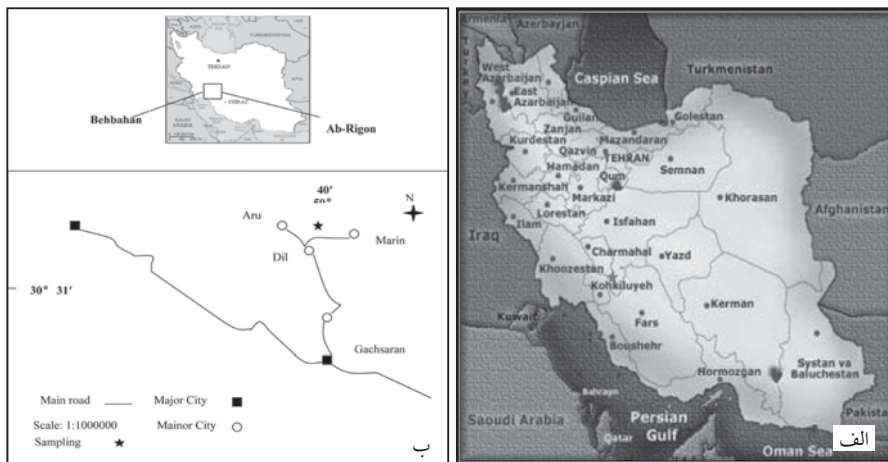
توصیف: شکل پوسته محدب الطرفین و دارای دیواره منفذدار با سطح صاف است و

نانوپلانکتون‌های آهکی و روزن‌بران پلانکتونیک بین زون‌های این دو گروه فسیلی تطابق زمانی وجود دارد. با توجه به فراوانی و تنوع گونه‌هایی که متعلق به مناطقی با عرض جغرافیایی پایین هستند و شاخص‌های بسیار مفید در زمان ماستریشین پسین در عرض‌های جغرافیایی پایین تا متوسط به شمار می‌روند، می‌توان نتیجه گرفت که حوضه رسوبگذاری سازند گورپی در عرض‌های جغرافیایی پایین و با آب و هوای گرم در زمان رسوبگذاری بوده است. در خصوص حضور گونه‌های مختلف روزن‌بران پلانکتونیک پس از پایان زمان ماستریشین نیز می‌توان گفت که پس از این زمان هنوز شرایط زمانی ماستریشین حاکم بوده است و نوع گونه‌های روزن‌بران پلانکتونیک عوض نشده است.

روزن‌بران پلانکتونیک از نظر سنی با زیست‌زون ارائه شده بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی مطابقت دارد. زیست‌زون‌های ارائه شده بر مبنای روزن‌بران پلانکتونیک در خاور بهبهان از قاعده تا رأس شامل ۵ زیست‌زون است که با محدوده زمانی سانتونین پسین - ماستریشین پسین به طور کامل مطابقت دارد.

۷- نتیجه‌گیری

بر اساس ارزش چینه‌شناسی زیست‌زون‌های تعریف شده، برای زمان رسوبگذاری سازند گورپی در خاور بهبهان سن سانتونین پسین تا ماستریشین پسین پیشنهاد می‌شود. در واقع با توجه به محدوده زمانی گونه‌های شاخص گروه‌های فسیلی از



شکل ۱- الف) موقعیت جغرافیایی منطقه مورد بررسی در ایران. ب) راه‌های دسترسی به منطقه مورد بررسی

جدول ۲- زیست‌زون‌بندی سازند گورپی بر مبنای گونه‌های شاخص روزن‌بران پلانکتون

Formation	Stage	Zones	Thickness in Samples (m)	Images	Diagnostic assemblage		
Euphratic	Maastrichtian	biozone 5 ABATHOPLHALIS MAYAROENSIS	206-208				
		biozone 4 GANSSEERIA GANSSEERI	186-206				
		biozone 3 GLOBOTRUNCANITA CALCARATA GLOBOTRUNCANITA STUARTI	157-186				
		biozone 2 GLOBOTRUNCANA VENTRIROSA	79-157				
		biozone 1 DICARINELLA ASYMETRICA - GLOBOTRUNCANITA ELEVATA	0-79				
		Santonian	Santonian		0-79		
					0-79		
					0-79		
					0-79		
					0-79		
	0-79						
	0-79						
	0-79						
	0-79						
	0-79						

جدول ۱- زیست‌زون‌بندی سازند گورپی بر مبنای گونه‌های شاخص نانوفسیل‌های آهکی

Formation	Stage	Zones	Thickness (m)	Depth (m)	Diagnostic assemblage		
Euphratic	Maastrichtian	biozone 5 ABATHOPLHALIS MAYAROENSIS	206-208	78-80			
		biozone 4 GANSSEERIA GANSSEERI	186-206	78-80			
		biozone 3 GLOBOTRUNCANITA CALCARATA GLOBOTRUNCANITA STUARTI	157-186	78-80			
		biozone 2 GLOBOTRUNCANA VENTRIROSA	79-157	78-80			
		biozone 1 DICARINELLA ASYMETRICA - GLOBOTRUNCANITA ELEVATA	0-79	78-80			
		Santonian	Santonian		0-79	78-80	
					0-79	78-80	
					0-79	78-80	
					0-79	78-80	
					0-79	78-80	
	0-79			78-80			
	0-79			78-80			
	0-79			78-80			
	0-79			78-80			
	0-79			78-80			

جدول ۳- مقایسه زیست‌زون‌ها بر اساس نانوپلانکتون‌های آهکی و روزن‌بران پلانکتون

Formation	Stage	planktonic foraminiferal zonation Loeblich & Tappan, 1968	Sissingh (1977, 1978) & Perch-Nielsen (1979, 1983, 1986) with nanofossil zonation	Ref/ID#	Thickness	Sample ID
		Z o n e s				
Arabid.	biozone 5	ABATOMPHALUS MAYAROENSIS	CC26	NEPHROLITHUS FREQUENS	NC23	200
						67
						70
						72
						73
						74
						75
						76
						77
						78
Maastrichtian	biozone4	GANSERRINA GANSSEI	CC25	ARKHANGELSKIELLA CYMBIFORMIS	NC22	196
						68
						69
						70
						71
						72
						73
						74
						75
						76
Gurpi	biozone3	GLOBOTRUNCANITA CALCARATA GLOBOTRUNCANA STUARTI	CC23	TRANOLITHUS PHACELIUS		167
						58
						59
						60
						61
						62
						63
						64
						65
						66
Campanian	biozone2	GLOBOTRUNCANA MENTRICOSA	CC22	QUADRUM TRIPLOM		72
						32
						33
						34
						35
						36
						37
						38
						39
						40
Santonian	biozone1	DICARRHELLA ASYMETRICA GLOBOTRUNCANITA ELEVATA	CC21	QUADRUM BISSINGH	NC19	21
						22
						23
						24
						25
						26
						27
						28
						29
						30
Savak			CC20	CERATOLITHOIDES ACULUS		11
						12
						13
						14
						15
						16
						17
						18
						19
						20
			CC19	CALCULITES OVALIS	NC18	31
						1
			CC18	ASPIDOLITHUS PARVUS		12
						13
						14
						15
			CC17	CALCULITES OBSCURUS	NC17	16
						17
						18
			CC16	LUCIANORHABDUS CAYEUXII	NC16	19
						20
						0

PLATE1

All figures light micrographs at x 1250
 All figures taken with cross-polarised light (PL) except 2, 5, 12, which was taken with plain light (XL).

- 1-2- *Lithraphidites carniolensis* Deflandre (1963)
- 3- *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner (1968)
- 4- *Calculites ovalis* (Stradner, 1963) Prins & Sissingh in Sissingh (1977)
- 5-6- *Calculites obscurus* (Deflandre, 1959) Prins & Sissingh in Sissingh (1977)
- 8-9- *Microrhabdulus decoratus* Deflandre (1959)
- 10- *Lucianorhabdus cayeuxii* Deflandre (1959)
- 11- *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud, 1935) Deflandre (1947)
- 7, 12- *Glaukolithus diplogrammus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Reinhardt (1964)

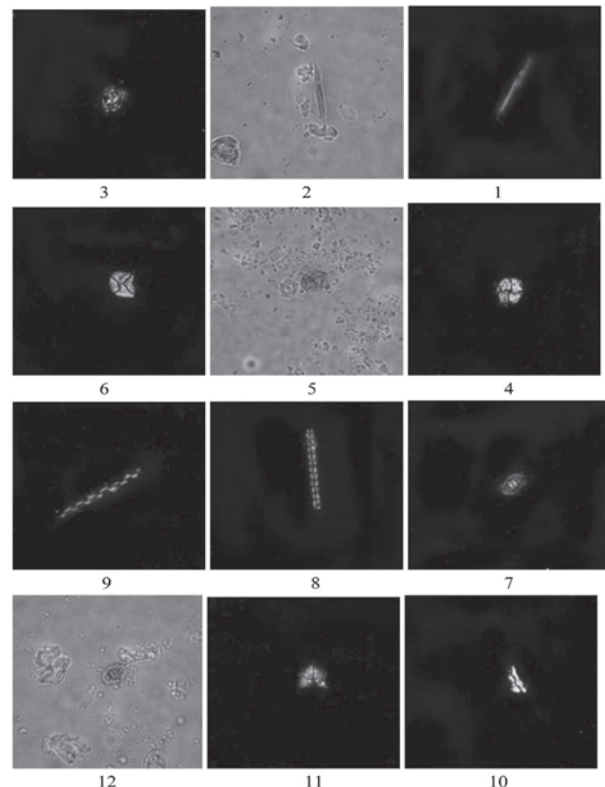


PLATE 2

All figures light micrographs at x 1250

All figures taken with cross-polarised light (PL) except 1, 5, 8, 11, 12, which was taken with plain light (XL).

1-3- *Reinhardtites anthophorus* (Deflandre, 1959) Perch-Nielsen (1968)

4-7- *Reinhardtites levis* Prins & Sissingh in Sissingh (1977)

8-10- *Quadrum trifidum* (Stradner in Stradner & Papp, 1961) Prins & Perch-Nielsen in Manivit et al., (1977)

11-12- *Quadrum gothicum* (Deflandre, 1959) Prins & Perch-Nielsen in Manivit et al., (1977)

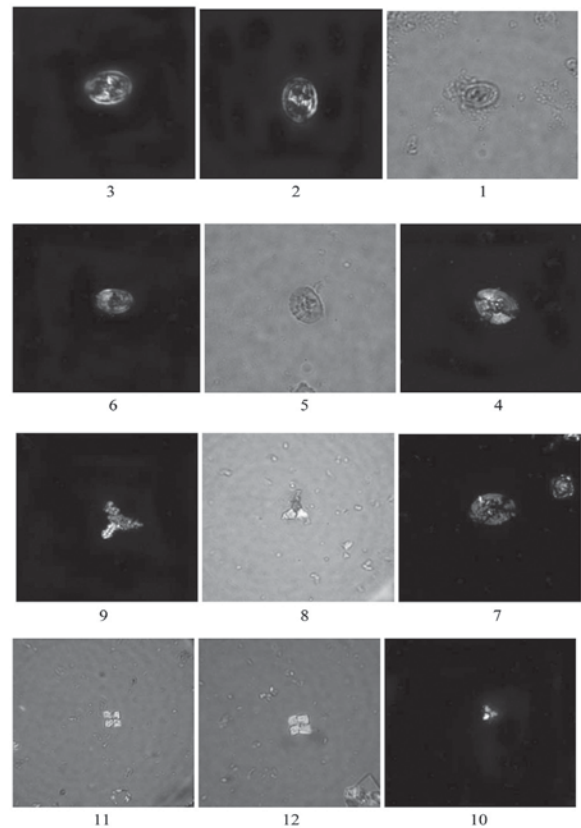


PLATE 3

All figures light micrographs at x 1250

All figures taken with cross-polarised light (PL) except 1, 3, 7, which was taken with plain light (XL).

1- *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Deflandre (1959)

2-3- *Tranolithus phacelosus* Stover (1966)

4- *Chiastozygus platyrhethus* Hill (1976)

5- *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud, 1935) Deflandre (1947)

6- *Tetrapodorhabdus decorus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Wind & Wise in Wise & Wind (1977)

8- *Calculites ovalis* (Stradner, 1963) Prins & Sissingh in Sissingh (1977)

9- *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt (1971)

10-11- *Watznaueria barnesae* (Black in Black & Barnes, 1959) Perch-Nielsen (1968)

7, 12- *Watznaueria biporta* Bukry (1969)

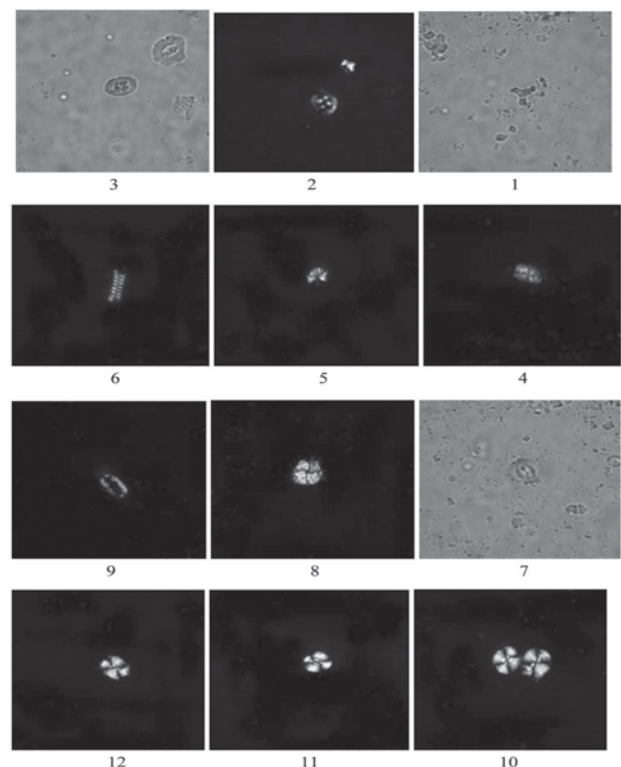
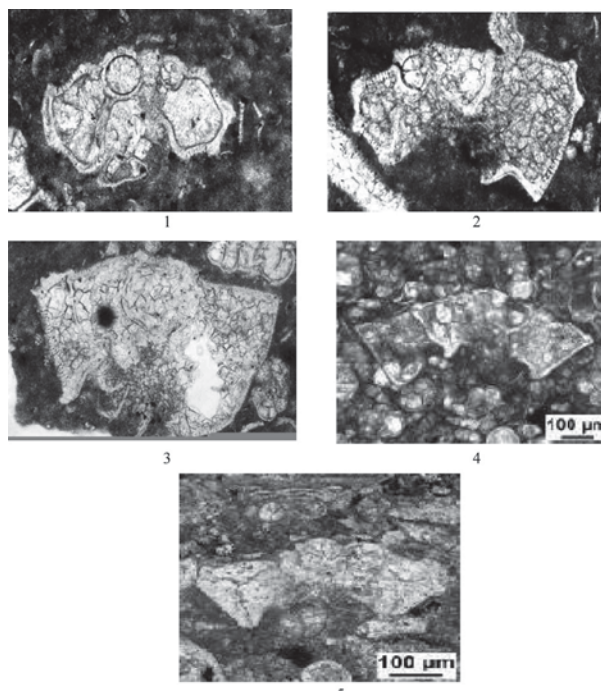


PLATE 4

All figures light micrographs (PL) at x100μm

- 1- *Globotruncanita ventricosa* (White, 1928)
- 2- *Globotruncana bulloides* (Vogler, 1941)
- 3- *Globotruncanita elevata* (Brotzen, 1934)
- 4- *Globotruncanita stuarti* (De Iapparent, 1918)
- 5- *Globotruncana aegyptica* (Nakkady, 1950)



References

- Arkhangelsky, A. D., 1912- Upper cretaceous deposits of east European Russia. Geol. Russ., 25, 1-631.
- Bown, P. R., 1991- Calcareous Nannofossil Biostratigraphy, Kluwer Academic Publishers, pp. 314.
- Bukry, D., Bramlette, M. N., 1970- coccolith age determination leg 3, Deep sea Drilling project. Initial Rep. Deep Sea drill. Proj, 3, 589-611.
- Cepek, P. & Hay, W. W., 1970- Zonation of the upper cretaceous using calcareous nannoplankton. palaobotanik, B, 3(3-4), 333-400.
- Crux, j. A., 1982- Upper cretaceous (cenomanian to campanian) calcareous nannofossils .In: A .R. lord(ed.), A stratigraphical index of calcareous nannofossils ,pp.81-135. British micropal. soc.
- Perch -Nielsen, K., 1985a- "Mesozoic Calcareous Nannofossils".: In Bolli, H. M.; Saunders, J. B.; Perch-Nielsen, K. (Eds) Plankton Stratigraphy. Cambridge Press Univ. 329 - 426.
- Sissingh, W., 1977- Biostratigraphy of cretaceous calcareous nannoplankton. Geologie en mijnbouw, 56, 37-65.
- James G.A. and Wynd J.G., 1965- Stratigraphic nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement area. Am. Assoc. Pet. Geol. Bull., 49. P

Definition and Comparison Improved Mundry's Integral with Mundry's Integral on HEM Data Inverse Modeling

A. R. Arab-Amiri^{1*}, A. Moradzadeh¹, D. Rajabi¹, B. Siemon² & N. Fathianpour³

¹Shahrood University of Technology, Faculty of Mining, Petroleum and Geophysics, Shahrood, Iran.

²Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (BGR), Hannover, Germany.

³Isfahan University of Technology (IUT), Faculty of Mining Engineering, Isfahan, Iran.

Received: 2008 August 23

Accepted: 2009 January 14

Abstract

It is about 30 years that Helicopter electromagnetic (HEM) surveys are being used for rapid mineral and ground water exploration, environmental investigations and also geological mapping in extensive areas. Despite this, one of the most important problems in using obtained data from the surveys is accurate interpretation of the data. Otherwise, there will be no beneficial results while spending high costs. Thus the interpretation of the data is as old as the surveys. Several experts have tried to improve the interpretation of HEM data and they have achieved great successes. Almost the results of all these surveys are presented as resistivity (or conductivity)-depth sections. To reach this target, the first step is to solve the electromagnetic induction integral equation. As solving this integral is not possible using analytical methods, several numerical methods such as Laplace transformation, Hankel transformation and Jacobi-Matrix methods have been suggested for the solution of the integral, and different approaches have been presented with each method by various authorities. One of the most important solution methods is fast Hankel transformation. In this paper, it is attempted to use this method for finally obtaining resistivity-depth sections. For solving the induction equation by this method, we need the kernel function of the integral and weighting coefficients that replace the Bessel function in the integral. For this, first we use the Guptasarma-Singh method. Then results of this method are corrected and evaluated. Then, these results will be analyzed and tested with two synthetic models in addition to presenting the results of inverse modeling. Finally, by adding new parameter named α_0 to induction equation, we will clearly see an improvement in the results of inverse modeling. Meanwhile, the problem of singularity that occurs at high frequencies is almost removed.

Key words: Helicopter electromagnetic, Inverse modeling, Mundry's integral, Improved Mundry's integral.

For Persian Version see pages 115 to 118

*Corresponding author: A. R. Arab-Amiri; E-mail: aamiri@gsi.ir

The Study of Calcareous Nannofossils Correlation and Foraminifera Planktonic of Gurpi Formation in East of Behbahan

S. Senemari^{1*}, L. Fazli² & M. Omrani³

¹ Department of Mining, Faculty of Engineering, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

² Department of Geology, Faculty of science, Islamic-Azad University, Damavand, Iran

³ Department of Geology, Faculty of science, Islamic-Azad University, Karaj, Iran

Received: 2007 May 01

Accepted: 2008 December 15

Abstract

Nannofossils and foraminifera planktonic have been short range stratigraphy and spread vast geographical because of that two fossils groups can be used for subdividing biostratigraphy. According to this, and due to the lack of any correlational paleontological study, the nannofossils of Gurpi Formation have been investigated in north of Gachsaran. This formation has been formed of marl. As a result of this study and based on the obtained nannofossils and foraminifera planktonic, the studied section is Late Santonian to Late Maastrichtian in age, that corresponding to CC16-CC26 Zones (Sissingh, 1977) and *Dicarinella asymetrica*-*Globotruncanita elevata* Zone to *Abathomphalus mayaroensis* Zone (James & wind, 1985).

Keywords: Correlation, Calcareous Nannofossils, Planktonic Foraminifera, Gurpi Formation, East of Behbahan.

For Persian Version see pages 119 to 126

* Corresponding author: S. Senemari; E-mail: senemari2004@yahoo.com