

## پالینواستراتیگرافی رسوبات پالئوزوئیک پیشین در جنوب ناحیه فاضل آباد (خولین دره)، جنوب شرق گرگان

محمد قویدل سیوکی، استاد انستیتو مهندسی نفت دانشگاه تهران\*

مریم سادات حسین زاده مقدم، کارشناس زمین شناسی شرکت نفت فلات قاره ایران

### چکیده

ناحیه مورد مطالعه خولین دره نامیده می شود که در ۱۹ کیلومتری جنوب فاضل آباد و ۴۶ کیلومتری جنوب شرق شهر گرگان قرار دارد. تعداد ۶۲ نمونه بصورت سیستماتیک از رسوبات پالئوزوئیک پیشین این ناحیه برداشت گردید و در آزمایشگاه پالینولوژی مدیریت اکتشاف وزارت نفت مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفت. اغلب نمونه ها حاوی پالینومورفهای فراوان (کیتینوزوآ، آکریتارش، اسکلوکودونت و کریتوسپور) می باشد که از میان گروههای مختلف پالینومرف، تنها آکریتارش ها در حد جنس و گونه مورد مطالعه قرار گرفتند و در مجموع ۵۵ گونه آکریتارش متعلق به ۲۹ جنس شناسایی شد. واحدهای سنگ چینه ای پالئوزوئیک پیشین در ناحیه مورد مطالعه شامل سازندهای لالون، آبستو و ابرسج می باشد. در این تحقیق مشخص گردید که سازند لالون فاقد پالینومورف بوده و بر مبنای موقعیت چینه شناسی آن، به کامبرین پیشین نسبت داده شد. اما سازند آبستو دارای آکریتارش فراوان از جمله: *Saharidia downiei*، *Acanthodiacrodium ubui*، *Micrhystridium shinetonense*، *Dactylofusa squama* و *Athabascaella penika* می باشد که بر مبنای ارزش چینه شناسی آنها زمان اردوئین پیشین (ترمادوسین) برای این سازند پیشنهاد می شود. سازند ابرسج نیز دارای آکریتارش، کیتینوزوآ، اسکلوکودونت و کریتوسپور فراوان است. از مهمترین آکریتارش های آن می توان *Orthosphaeridium insculptum*، *Baltisphaeridium perclarum*، *Tunisphaeridium*، *Actinotodissus crassus*، *Villosacapsula setosapellicula*، *Veryhachium subglobosum* و *Dactylofusa spinata* را نام برد که زمان اردوئین پسین را برای این سازند پیشنهاد می کنند. بر مبنای ارزش چینه شناسی گونه های آکریتارش در سکانس رسوبی پالئوزوئیک پیشین ناحیه مورد مطالعه دو نبود چینه شناسی بزرگ وجود

دارد. اولین نبود چینه شناسی بین سازندهای لالون و آبستو وجود دارد که زمان کامبرین میانی و پسین را در بر می گیرد و معرف عدم رسوبگذاری سازند میلا در ناحیه مورد مطالعه می باشد. دومین نبود چینه شناسی بین سازندهای آبستو و ابرسج وجود دارد که رسوبات بخشی از اردویسین پیشین (آرنیگین) و تمام اردویسین میانی (لانویرین- لاندلین) را در بر می گیرد (آکریتارش های آرنیگین و اردویسین میانی بصورت نابرجا در سازند ابرسج وجود دارند). این دو نبود چینه شناسی احتمالاً با فعالیتهای کوهزایی کالدونین در ناحیه مطابقت دارد.

وجود آکریتارش ها در سازند آبستو و نیز حضور اجتماع کیتینوزوآ، آکریتارش، اسکلوکودونت و کریپتوسپور در سازند ابرسج معرف ته نشین شدن این دو سازند در محیط دریایی کم عمق می باشد. آکریتارش های سازند آبستو کاملاً شبیه اجتماعات آکریتارشی است که تا کنون از افق های رسوبی همزمان در زاگرس، ایران مرکزی و سایر نقاط البرز و نیز کشور های الجزایر، لیبی، عربستان سعودی، مراکش، تونس و انگلیس گزارش شده اند که معرف ارتباط قطعی ناحیه مورد مطالعه با ابرقاره گندوانا در زمان اردویسین است. آکریتارش های اردویسین پسین انتشاری مشابه در دو ابرقاره گندوانا و لورازیا دارند اما وجود بیوزون های کیتینوزوآی مربوط به گندوانا همراه با گونه های آکریتارش سازند ابرسج، بار دیگر ارتباط ناحیه مورد مطالعه را به ابرقاره گندوانا در زمان اردویسین پسین نشان می دهد.

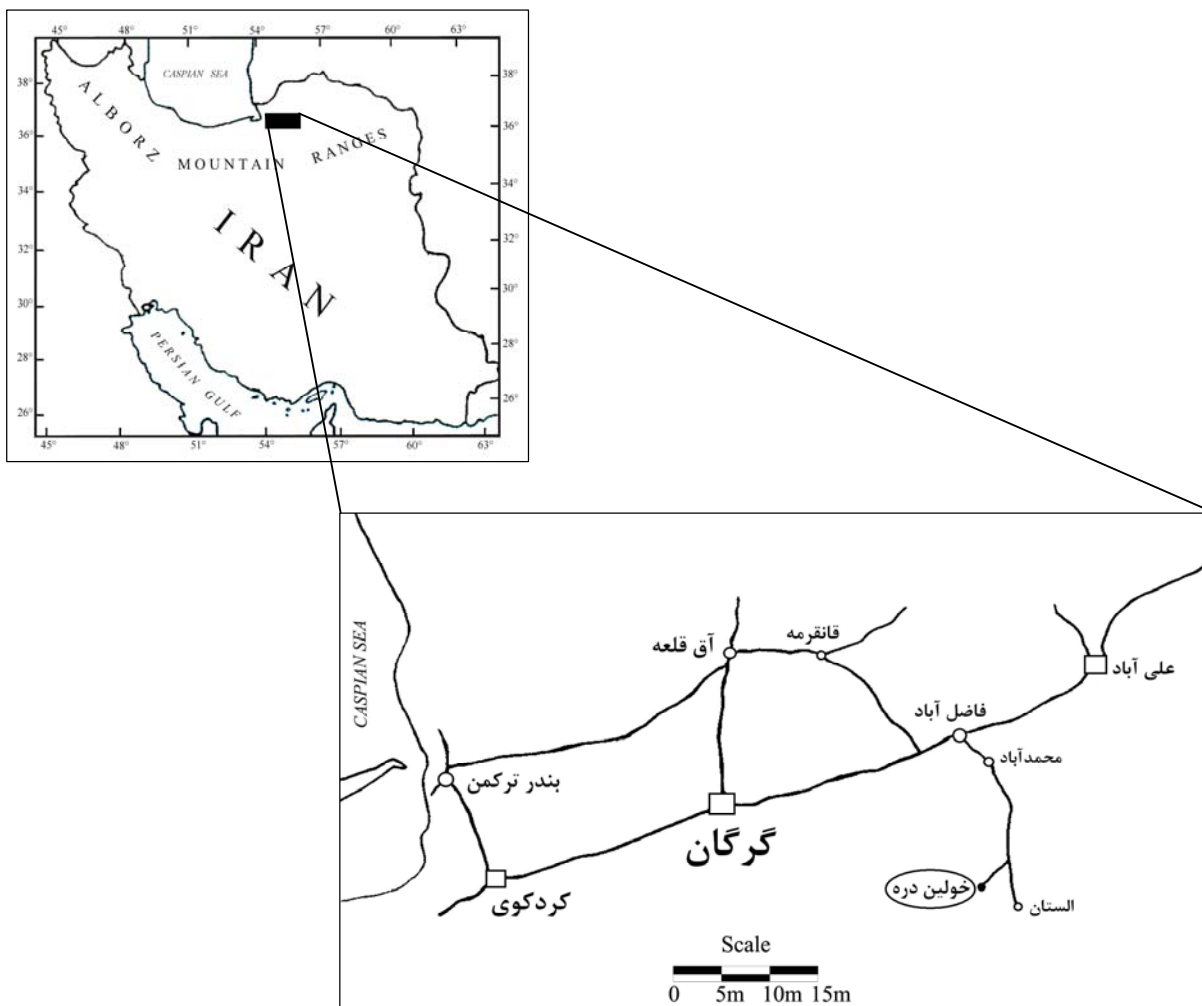
**واژه های کلیدی:** پالینواستراتیگرافی، رسوبات پالئوزوئیک پیشین، خولین دره

## مقدمه

رسوبات پالئوزوئیک زیرین در حوالی شهرستان فاضل آباد دارای رخنمون است. ناحیه مورد مطالعه خولین دره نامیده می شود که در ۴۶ کیلومتری جنوب شرق گرگان قرار دارد و دارای موقعیت جغرافیایی  $N=36^{\circ}45'29.2''$  و  $E=54^{\circ}48'23.4''$  است (شکل-۱). رسوبات پالئوزوئیک در ناحیه مورد مطالعه تنها به نام رسوبات اردویسین نامیده شده است بنابراین انتساب آن به اردویسین پیشین یا پسین مشخص نگردیده است. از این رو، رسوبات اردویسین در ناحیه خولین دره اندازه گیری و نمونه برداری شد و پس از تجزیه در آزمایشگاه پالینولوژی مدیریت اکتشاف وزارت نفت، مورد مطالعه قرار گرفت تا با استفاده از ارزش چینه شناسی و پالئوژئوگرافی آکریتارش ها بتوان نسبت سنی و موقعیت پالئوژئوگرافی این بخش از البرز را مشخص کرد.

## روش کار در روی زمین و آزمایشگاه

در نقشه های زمین شناسی گرگان که توسط شهرابی (۱۳۵۶) و صالحی راد (۱۹۷۹) تهیه شده است، رسوبات پالئوزوئیک در ناحیه مورد مطالعه (خولین دره) به نام سازندهای آبستو و ابرسج نامیده شده است. این اسامی از نواحی ابرسج و آبستو در کوه شاهوار واقع در شمال غرب شاهرود گرفته شده و به زمان اردویسین نسبت داده شده است. رسوبات اردویسین در ناحیه مورد مطالعه دارای ضخامت ۴۰۶ متر است که تعداد ۶۲ نمونه بطور سیستماتیک از آن برداشت و تنها ۳۷ نمونه آن در آزمایشگاه پالینولوژی مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت تجزیه و مورد بررسی قرار گرفت.



شکل-۱: راههای دسترسی به ناحیه مورد مطالعه

پلاستیکی به قطر ۱۵ میکرون عبور داده شد که در نتیجه، میکروفسیل ها از مواد آلی ناخواسته جدا شدند. مواد آلی باقیمانده مجموعه ای از پالینومورف هایی هستند که در برابر اسیدها مقاوم می باشند. پس از انجام مراحل نهائی تجزیه نمونه ها، اسلاید میکروسکوپی از هر نمونه تهیه و با میکروسکوپ هایی با بزرگنمایی بالا مورد مطالعه قرار گرفت.

برای جدا سازی پالینومورف ها از کانی ها و ترکیبات مختلف به ترتیب از محلول های شیمیایی اسید کلریدریک، اسید فلئوئوریدریک و برمات روی (با وزن مخصوص ۲) استفاده شد. اسید کلریدریک برای انحلال ترکیبات کربناته، اسید فلئوئوریدریک برای انحلال ترکیبات سیلیکاته و برمات روی برای جدا کردن کانی های سنگین از پالینومورف ها مورد استفاده قرار گرفت. پس از اتمام مراحل فوق، مواد آلی باقیمانده از غربال های

نمونه های آکریتارش فوق بر مبنای انتشار چینه شناسی آن ها به چهار بیوزون تجمعی قابل تقسیم است که از پائین به بالا به شرح زیر می باشند:

- **مجموعه آکریتارشی بیوزون I:** این بیوزون با ظهور و انقراض گونه هایی از جمله:  
*Saharidia downiei, Acanthodiacrodium ubui, Micrhystridium shinetonense, Cymatiogalea bouvardii, Vulcanisphaera britannica, Dactylofusa squama, Cymatiogalea membranispina.*

مشخص می شود و در ضخامت ۴۹ متر گسترش دارد (شکل-۲). گونه های آکریتارش این بایوزون تا کنون از رسوبات اردوئین پیشین بلژیک (Martin 1969, 1972)، انگلستان (Downie, 1958, 1959, 1963; Rasul, 1974, 1979, 1976)، الجزایر (Combaz 1967; Deunff 1961; Jardine et al. 1974)، فرانسه (Jardine et al. 1974) & Peniguel, Combaz)، اسپانیا (Cramer 1964; Deflandre 1946; 1972)، و در ایران نیز از نواحی مختلف البرز و زاگرس گزارش شده اند (قویدل سیوکی، ۱۳۶۹، ۱۳۷۴، ۱۳۸۴). بنابراین زمان ترمادوسین پیشین را برای این بخش از سازند آبهتو پیشنهاد می کند.

- **مجموعه آکریتارشی بیوزون II:** این بیوزون با ظهور و انقراض گونه های آکریتارشی از قبیل:  
*Vulcanisphaera africana, Cymatiogalea cylindrata, Athabascaella penika*

مشخص می شود و در ضخامت ۵۹ متر انتهایی سازند آبهتو گسترش دارد (شکل-۲). آکریتارش های این بیوزون تا کنون از رسوبات اردوئین زیرین بلژیک (Martin 1969, 1972; Stockmans & Williere, 1963, 1960)، انگلستان (Downie 1958, 1959, 1963; Rasul, 1974, 1979)، فرانسه (Combaz & Peniguel, 1974, 1979)، اسپانیا (Cramer 1964; Deflandre 1946; 1972)، آفریقا (Deunff 1977; Combaz 1967; Deunff 1961; Rasul, 1974, 1979)

## بایواستراتیگرافی آکریتارش ها ( فیتوپلانکتون ها ) در ناحیه مورد مطالعه

در این مطالعه ۵۵ گونه آکریتارش (۲۹ جنس) و یک

گونه کریتوسپور شناسایی گردید که عبارتند از:

*Saharidia downiei, Dactylofusa squama, Micrhystridium shinetonense, Vulcanisphaera africana, Cymatiogalea bouvardii, Cymatiogalea membranispina, Polygonium gracile, Acanthodiacrodium raia., Vulcanisphaera britannica, Acanthodiacrodium ubui, Cymatiogalea cylindrata, Athabascaella penika, Peteinosphaeridium accinctulum, Orthosphaeridium rectangulare, Multiplicisphaeridium irregulare, Orthosphaeridium insculptum, Multiplicisphaeridium bifurcatum, Navifusa ancepsipuncta, Dactylofusa striata, Dactylofusa spinata, Veryhachium oklahomense, Tunisphaeridium eisenackii, Frankea hamulata, Lophosphaeridium sp., Multiplicisphaeridium raspa, Veryhachium trispinosum, Baltisphaeridium perclarum, Ordovicidium elegantulum, Dactylofusa cabottii, Actinotodissus crassus, Veryhachium europaeum, Veryhachium subglobosum, Villosacapsula setosapellicula, Veryhachium triangulatum, Leiofusa fusiformis, Veryhachium sp.A., Evittia remota, Baltisphaeridium oligopsakium, Ordovicidium heteromorphicum, Petaloferidium stigii, Leiosphaeridia sp., Lophosphaeridium varum, Veryhachium lairdii, Evittia sp., Picostella turgida, Gorgonisphaeridium antiquum, Veryhachium reductum, Orthosphaeridium bispinosum, Anomaloplaisium sp., Veryhachium trisulcum, Pirea ornate and Tetrahedraletes sp.*

گزارش شده اند (قویدل سیوکی، ۱۳۶۹، ۱۳۷۳، ۱۳۷۴، ۱۳۸۴). همراه گونه های این بیوزون گونه های آکریتارش نابرجا مربوط به اردوئیسین پیشین و میانی از قبیل: *Baltisphaeridium llanvinianum*, *Orthosphaeridium ternatum*, *Rhopaliophora palmata*, *Gorganisphaeridium frequens*, *Saharidia downiei* و *Vulcanisphaera africana* وجود دارد که معرف فرسایش رسوبات بخش بالایی اردوئیسین پیشین و اردوئیسین میانی و راسب شدن آن ها در رسوبات اردوئیسین پسین می باشد. بر مبنای ارزش چینه شناسی گونه های آکریتارش این بیوزون زمان آشگیلین پیشین برای این ضخامت از سازند ابرسج پیشنهاد می شود.

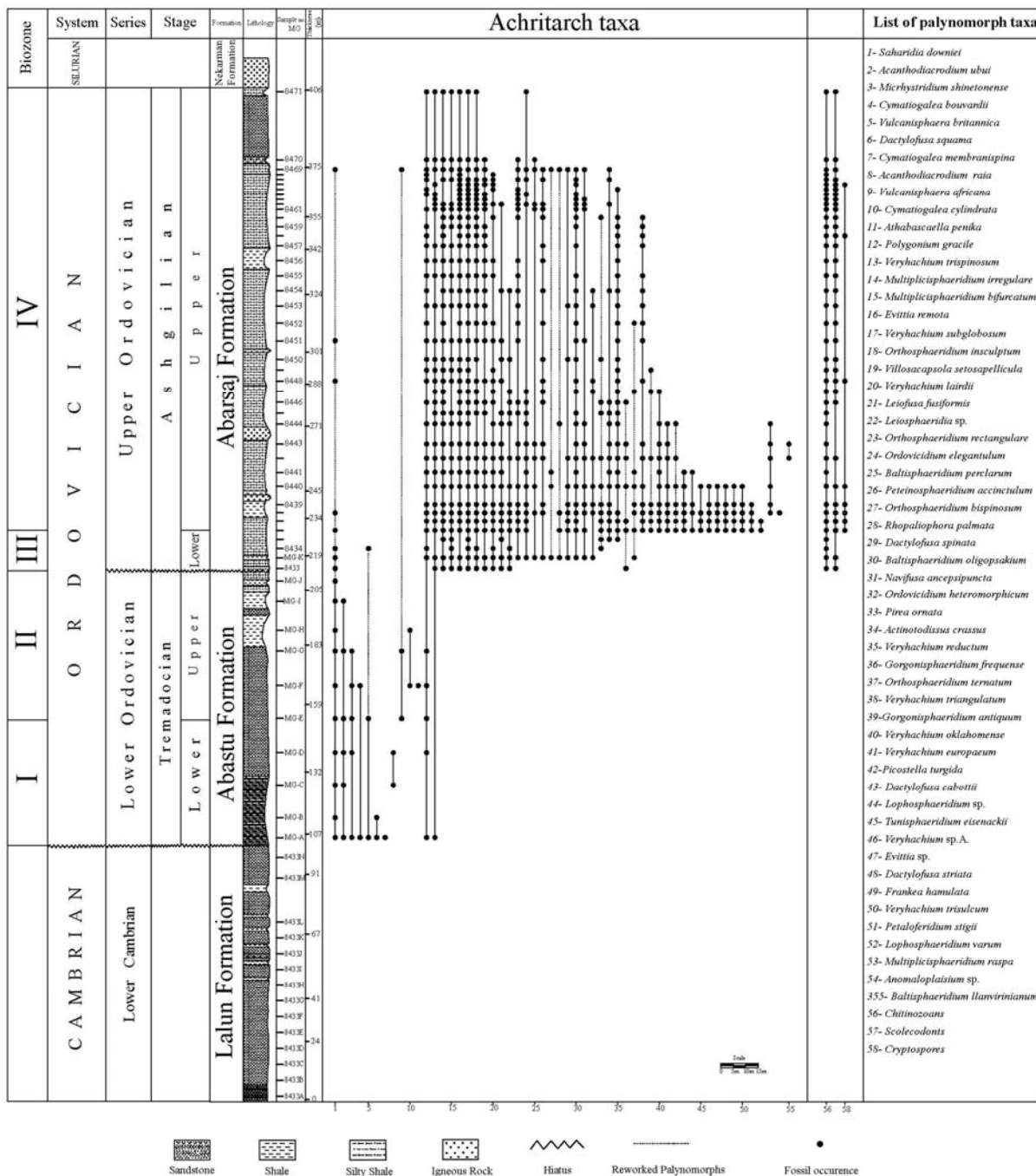
– **مجموعه آکریتارشی بیوزون IV:** این بیوزون با ظهور و انقراض گونه های آکریتارشی از قبیل: *Veryhachium triangulatum*, *Veryhachium oklahomense*, *Veryhachium europaeum*, *Picostella turgida*, *Dactylofusa cabottii*, *Tunisphaeridium eisenackii*, *Dactylofusa striata*, *Veryhachium trisulcum*, *Petaloferidium stigii*, *Lophosphaeridium varum*, *Multiplicisphaeridium raspa*, *Anomaloplaisium* sp.

مشخص می شود و در ضخامت ۱۷۸ متر انتهایی سازند ابرسج گسترش دارد (شکل-۲). آکریتارش های این بیوزون تا کنون از رسوبات اردوئیسین پسین انگلستان (Turner, 1984)، آمریکای شمالی (Loeblich & Tappan 1970, 1976, 1978; Playford & Wicander 2006; Jardine et al. 1974; Wicander et al. 1999)، آفریقا (Deunff 1977) و در ایران نیز از نواحی مختلف البرز، زاگرس و ایران مرکزی گزارش شده اند (قویدل سیوکی ۱۳۶۹، ۱۳۷۳، ۱۳۷۴، ۱۳۸۴) و زمان آشگیلین پسین را برای این بخش از سازند ابرسج پیشنهاد می کند.

(Jardine et al. 1974)، چین (Martin & Yin Leiming 1995; Tongiorgi et al. 1988; Yin Leiming 1995) و در ایران نیز از نواحی مختلف البرز، زاگرس و ایران مرکزی گزارش شده اند (قویدل سیوکی، ۱۳۶۹، ۱۳۷۴، ۱۳۸۴). بر مبنای ارزش چینه شناسی این آکریتارش ها زمان ترمادوسین پسین برای این بخش از سازند آبستو پیشنهاد می شود.

– **مجموعه آکریتارشی بیوزون III:** این بیوزون با انقراض کامل گونه های آکریتارش بیوزون های I و II و ظهور و انقراض گونه های آکریتارش جدید مانند: *Baltisphaeridium perclarum*, *Multiplicisphaeridium irregulare*, *Evittia remota*, *Multiplicisphaeridium bifurcatum*, *Veryhachium subglobosum*, *Orthosphaeridium insculptum*, *Villosacapsula setosapellucula*, *Orthosphaeridium rectangulare*, *Ordovicidium elegantulum*, *Peteinosphaeridium accinctulum*, *Dactylofusa spinata*, *Navifusa ancepsipuncta*, *Ordovicidium heteromorphicum*, *Actinotodissus crassus*, *Veryhachium reductum*.

مشخص می شود و در ضخامت ۱۶ متر از قاعده سازند ابرسج گسترش دارد (شکل-۲). گونه های آکریتارش این بیوزون تا کنون از رسوبات اردوئیسین پسین آمریکا (Fensome et al. 1990; Jacobson 1978; Loeblich 1970; Loeblich & Tappan 1971, 1976, 1978; Playford & Wicander 2006; Wicander et al. 1999)، انگلستان (Turner, 1984) کانادا (Wicander et al. 1999)، آفریقا (Jardine et al. 1974; Deunff 1977)، سوئد (Gorka 1987; Kjellstrom 1971)، جمهوری چک (Vavrdova 1966; Konzalova-Mazankova 1969)، الجزایر (Jardine et al. 1974; Deunff 1977) و در ایران نیز از نواحی مختلف البرز، زاگرس و ایران مرکزی



شکل-۲: انتشار چینه شناسی گونه های مختلف آکریتارش در توالی رسوبی پالئوزوئیک پیشین ناحیه فاضل آباد (خولین دره)، جنوب شرق گرگان.

## نتیجه گیری

از مطالعه پالئو استراتیگرافی توالی رسوبی پالئوژئیک پیشین ناحیه فاضل آباد (خولین دره) در جنوب شرق گرگان نتایج زیر پیشنهاد می شود:

۱- در این مطالعه در مجموع ۵۵ گونه آکریتارش ( ۲۹ جنس) در سازند های آبستو و ابرسج شناسایی گردید.

۲- قدیمی ترین واحد سنگ چینه ای در ناحیه خولین دره، سازند لالون با ضخامت ۱۰۴ متر می باشد که شامل ماسه سنگهای قرمز است. نمونه های تجزیه شده از این سازند فاقد پالینومرف بوده و با توجه به ویژگی های لیتولوژیکی و موقعیت چینه شناسی، سن کامبرین پیشین برای آن پیشنهاد شده است.

۳- سازند آبستو دارای ضخامت ۱۰۸ متر است، که با توجه به ارزش چینه شناسی مجموعه های آکریتارشی بیوزونهای I و II زمان اردوئین پیشین (ترمادوسین) برای این سازند پیشنهاد می شود. سازند آبستو معادل بخشی از سازند لشکرک در البرز غربی می باشد.

۴- در ناحیه مورد مطالعه سازند ابرسج ۱۹۴ متر ضخامت دارد که با توجه به ارزش چینه شناسی مجموعه های آکریتارشی بیوزونهای III و IV به زمان اردوئین پسین (آشگیلین) مربوط می شود و در واقع این ضخامت بخشی از سازند قلی را تشکیل می دهد.

۵- در سکانس رسوبی پالئوژئیک زیرین ناحیه مورد مطالعه دو نبود چینه شناسی بزرگ وجود دارد:

اولین نبود چینه شناسی بین سازند لالون و سازند آبستو وجود دارد که رسوبات کامبرین میانی و کامبرین فوقانی (سازند میلا) را در بر می گیرد. دومین نبود چینه شناسی بین سازند های آبستو و ابرسج وجود دارد که رسوبات آرنیگین (بخش بالایی اردوئین زیرین)، اردوئین میانی (لانورین - لاندلین) را شامل می شود.

۶- حضور میکروفسیلهای نابرجا (reworked) در سازند ابرسج معرف آن است که در زمان اردوئین پسین حوضه رسوبی بسیار فعال بوده و موجب فرسایش رسوبات قدیم تر این ناحیه و یا نواحی مجاور گردیده است.

۷- وجود آکریتارش ها در سازند آبستو و نیز حضور اجتماع کیتینوزوآ، آکریتارش، اسکلوکودونت و کریتوسپور در سازند ابرسج معرف تشکیل این دو سازند در محیط دریایی کم عمق می باشد.

۸- گونه های آکریتارش معرفی شده، قابل مقایسه با گونه های آکریتارشی گزارش شده از البرز غربی و مرکزی، زاگرس، ایران مرکزی و الجزایر، لیبی، عربستان سعودی، مراکش، تونس و انگلیس گزارش شده اند که ارتباط قطعی ناحیه مورد مطالعه را با ابرقاره گندوانا در دوره اردوئین نشان می دهد.

## منابع

- ۱- شهرابی، م.، ۱۳۵۶، نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ گرگان. سازمان نقشه برداری کشور.
- ۲- قویدل سیوکی، م.، ۱۳۶۹، مطالعه آکریتارش ها و کیتینوزواهای سازندهای میلا، ایلک، زردکوه و فراقون در ناحیه زردکوه و انطباق آنها با سکانس پالئوژئیک ناحیه چالی شه و چاه دارنگ. مجموعه مقالات سمپوزیوم دیپیرسم با نگرشی ویژه به ایران، جلد اول، صفحات ۱۴۱ تا ۲۱۸.
- ۳- قویدل سیوکی، م.، ۱۳۷۳، مطالعه پالینولوژیکی رسوبات اردوئین و سازند فراقون در کوه سورمه و تعیین ارتباط سن آنها بر مبنای میکروفسیلهها. فصلنامه علمی علوم زمین، شماره ۱۲، صفحات ۲۸ تا ۳۵.

III. Espèces du Primaire. Archives originales, Centre de documentation; Centre national de la recherche scientifique, France, no. 257, p. I-V, fiches 1096-1185.

13- Deunff, J., 1951, Sur la présence de Microorganismes (Hystrichosphères) dans les schistes ordoviciens du Finistère. Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, v. 233, no. 4, p. 321-323.

14- Deunff, J., 1954, Veryhachium, genre nouveau d'Hystrichosphères du Primaire. Compte rendu Sommaire des séances de la Société géologique de France, no. 13, p. 305-308.

15- Deunff, J., 1955, Un microplancton fossile Dévonien à Hystrichosphères du Continent Nord-Américain. Bulletin du microscopie appliquée, sér. 2, v. 5, nos. 11-12, p. 138-149, pl. 1-4.

16- Deunff, J., 1959, Microorganismes planctoniques du primaire Armoricaïn. I. Ordovicien du Veryhachium (presqu'île de Crozone). Bulletin de la Société géologique et minéralogique de Bretagne, nouvelle sér., no. 2, p. 1-41, pl. 1-11. (Cover date 1958, issue date 1959; *fide* Loeblich and Tappan, 1976, p306)

17- Deunff, J., 1961. Un microplancton à Hystrichosphères dans le Tremadoc du Sahara. Revue de micropaléontologie, v. 4, no. 1, p. 37-52, pl. 1-3.

18- Deunff, J., 1977, Un microplancton à Acritarches dans les schistes llanvirniens de l'Anti-Atlas (Zagora-Maroc). Notes, Service géologique du Maroc, v. 38, no. 268, p. 141-151, pl. 1-2.

19- Downie, C., 1958, An assemblage of microplancton from the Shineton Shale (Tremadocian). Proceedings of the Yorkshire Geological Society, v. 31, no. 12, p. 331-349, pl. 16-17.

20- Downie, C., 1959, Hystrichospheres from the Silurian Wenlock Shale of England. Palaeontology, v. 2, no. 1, p. 56-71, pl. 10-12.

۴- قويدل سیوکی، م.، ۱۳۷۴، اولین گزارش پالینولوژی رسوبات اردوئین البرز مرکزی، ناحیه حسنکدر. مجله علوم دانشگاه تهران، جلد ۲۱، شماره ۱، صفحات ۱۰ تا ۲۳.

۵- قويدل سیوکی، م.، ۱۳۸۴، پژوهشهای پالینولوژی در واحدهای سنگ چینه ای پالئوزوئیک حوضه های رسوبی زاگرس، البرز و ایران مرکزی، انتشارات شرکت ملی نفت ایران.

۶- قويدل سیوکی، م. و م. ا.، خسروی، ۱۳۷۴، مطالعه رسوبات پالئوزوئیک زیرین در تنگ زاکین-کوه فراقون و معرفی سازندهای سیاهو و سرچاهان در حوضه زاگرس.

فصلنامه علمی علوم زمین، شماره ۱۴، صفحات ۲ تا ۲۱.

7- Burmann, G., 1970, Weitere organische Mikrofossilien aus dem unteren Ordovizium. Paläontologische Abhandlungen, Abt. B, v. 3, no. 3-4, p. 289-332, pl. 2-19.

8- Combaz, A., 1967, Un microbios du Trémadocien dans un sondage d'Hassi-Messaoud. Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux, v. 104, no. 29, p. 1-26, pl. 1-4.

9- Combaz, A. and G., Peniguel, 1972, Étude palynostratigraphique de l'Ordovicien dans sondages du Bassin de Canning (Australie Occidentale). Société nationale des pétroles d'Aquitaine, Centre de recherche de Pau, Bulletin, v. 6, no. 1, p. 121-167, pl. 1-4.

10- Cramer, F. H., 1964, Microplankton from three Palaeozoic formations in the province of León, NW-Spain: Leidse Geologische Mededelingen, v. 30, p. 253-361.

11- Cramer, F. H., 1971, Distribution of selected Silurian acritarchs. An account of the palynostratigraphy and paleogeography of selected Silurian acritarchs: Revista Española de Micropaleontología, numero extraordinario, v. 1, 203 p. (imprinted 1970, issued 1971 according to Loeblich and Tappan, 1976, p. 302).

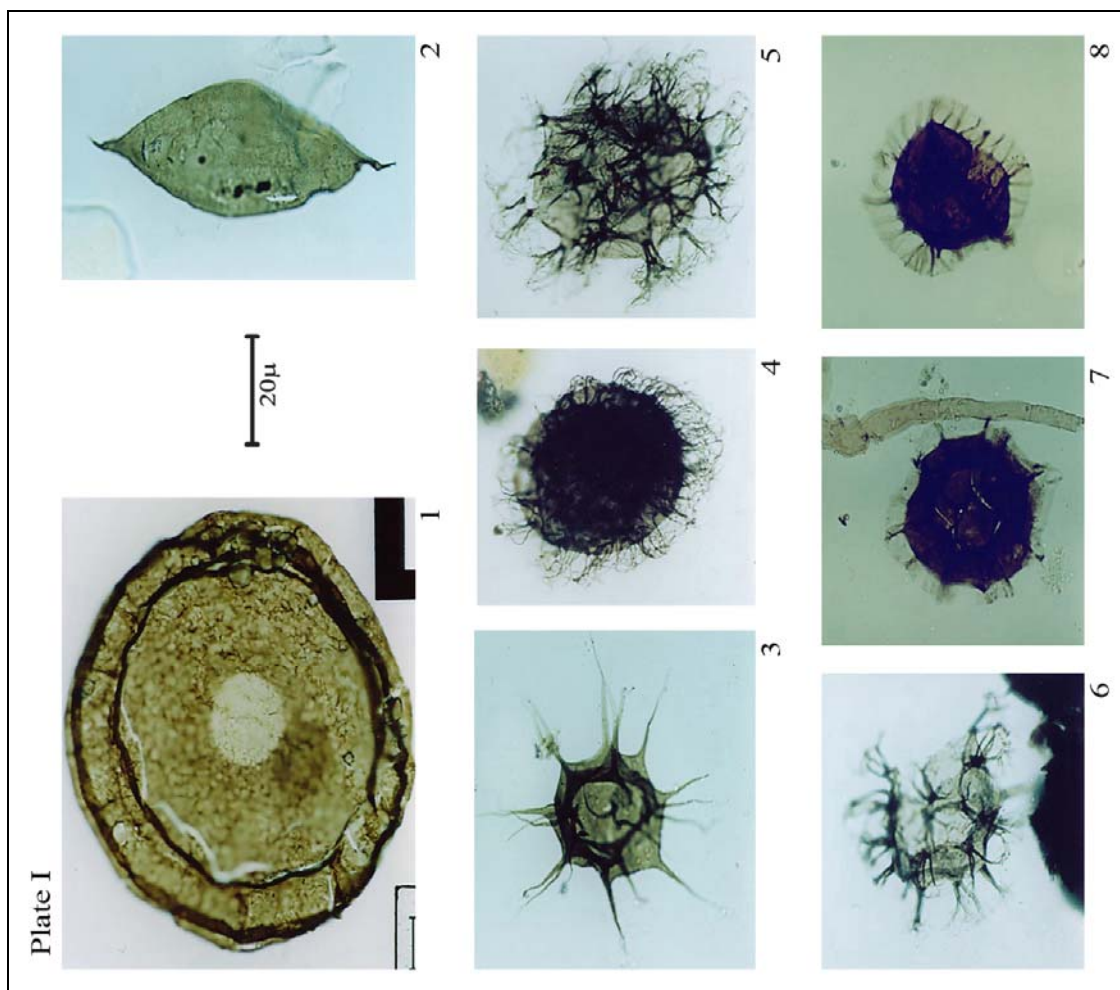
12- Deflandre, G., 1946, Fichier micropaléontologique série 8. Hystrichoshaeridés



- no.1 in Gotland, Sweden. Sver. geol., Unders., Ser. C, no. 669, v. 65, no. 15, p. 1-35.
- 30- Konzalová-Mazancová, M., 1969, Acritarcha Evitt, 1963, aus dem Unter-Ashgillian Böhmens. Palaeontographica Abt. B., v. 125, no. 1-3, p. 81-92, pl. 15-16.
- 31- Lister, T. R., 1970, The acritarchs and chitinozoa from the Wenlock and Ludlow Series of the Ludlow and Millichope areas, Shropshire. Palaeontographical Society Monographs, v. 124 (publication 528), no. 1, p. 1-100, pl. 1-13.
- 31- Loeblich, A. R., Jr., 1970, Morphology, ultrastructure and distribution of Paleozoic acritarchs: Proceedings of the North American Paleontological Convention, Chicago, 1969, part G, p. 705-788.
- 32- Loeblich, A. R., Jr. and H., Tappan, 1971, Two new Orthosphaeridium (Acritarcha) from the Middel and Upper Ordovician: Transactions of the American Microscopy Society, v.90, p. 182-188.
- 33- Loeblich, A. R., Jr. and Tappan, H., 1976. Some new and revised organic-walled phytoplankton microfossil genera. Journal of Paleontology, v. 50, p. 301-308.
- 34- Loeblich, A. R., Jr. and H., Tappan, 1978, Some middle and late Ordovician microplankton from central North America. Journal of Paleontology, v. 52, p. 1233-1287.
- 35- Martin, F., 1969, Les Acritarches de l'Ordovicien et du Silurien belges. Détermination et valeur stratigraphique. Institut royal des sciences naturelles de Belgique, Mémoire, no. 160, p. 1-175, pl. 1-8. (Cover date 1968, issue date 1969.)
- 36- Martin, F., 1972, Les Acritarches de l'Ordovicien inférieur de la Montagne Noire (Hérault, France). Institut royal des sciences naturelles de Belgique, sciences de la terre, Bulletin, v. 48, no. 10, p. 1-61, pl. 1-11.
- 37- Martin, F. and Yin Leiming, 1988, Early Ordovician acritarchs from southern Jilin
- 21- Downie, C., 1963, Hystrichospheres (acritarchs) and spores of the Wenlock Shales (Silurian) of Wenlock, England. Palaeontology, v. 6, no. 4, p. 625-652, pl. 91-92.
- 22- Eisenack, A., 1938, Hystrichosphaerideen und verwandten Formen im baltischen Silur. Zeitschrift für Geschiebeforschung und Flachlandsgeologie, v. 14, no. 1, p. 1-30, pl. 1-4.
- 23- Eisenack, A., Cramer, F. H. and Díez, M. d. C. R., 1976. Katalog der fossilen Dinoflagellaten, Hystrichosphaeren. Band III Acritarcha 2. Teil 863 pp, E. Schweizerbartsche, Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- 24- Eisenack, A., Cramer, F. H. and M. d. C. R., Díez, 1979, Katalog der Fossilen Dinoflagellaten, Hystrichosphaeren und verwandten mikrofossilien. Band VI acritarcha 3. Teil 533 p. E. Schweizerbartsche, Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- 25- Fensome, R.A., Williams, G.L., Barss, M. S.; Freeman, J. M.; and J. M., Hill, 1990, Acritarchs and fossil prasinophytes: an index to genera, species, and infraspecific taxa: American Association of Stratigraphic Palynologists Contributions Series 25, 771p.
- 26- Górka, H., 1987, Acritarches et Prasinophyceae de l'Ordovicien moyen (Viruën) de Sondage de Smedsby Gård no.1 (Gotland, Suède). Review of Palaeobotany and Palynology, v. 52, p. 257-297, pl. 1-11.
- 27- Jacobson, S. R., 1978, Acritarchs from the Upper Ordovician Clays Ferry Formation, Kentucky, U.S.A.. Palynologi, numero extraordinario 1, p. 293-301, pl. 1.
- 28- Jardiné, S., A., Combaz, L., Magloire, G., Peniguel, and G., Vachey, 1974, Distribution stratigraphique des acritarches dans le Paléozoïque du Sahara algérien. Review of Palaeobotany and Palynology, v.18, p.99-129.
- 29- Kjellström, G., 1971, Middle Ordovician microplankton from the Grötlingbo, Borehole

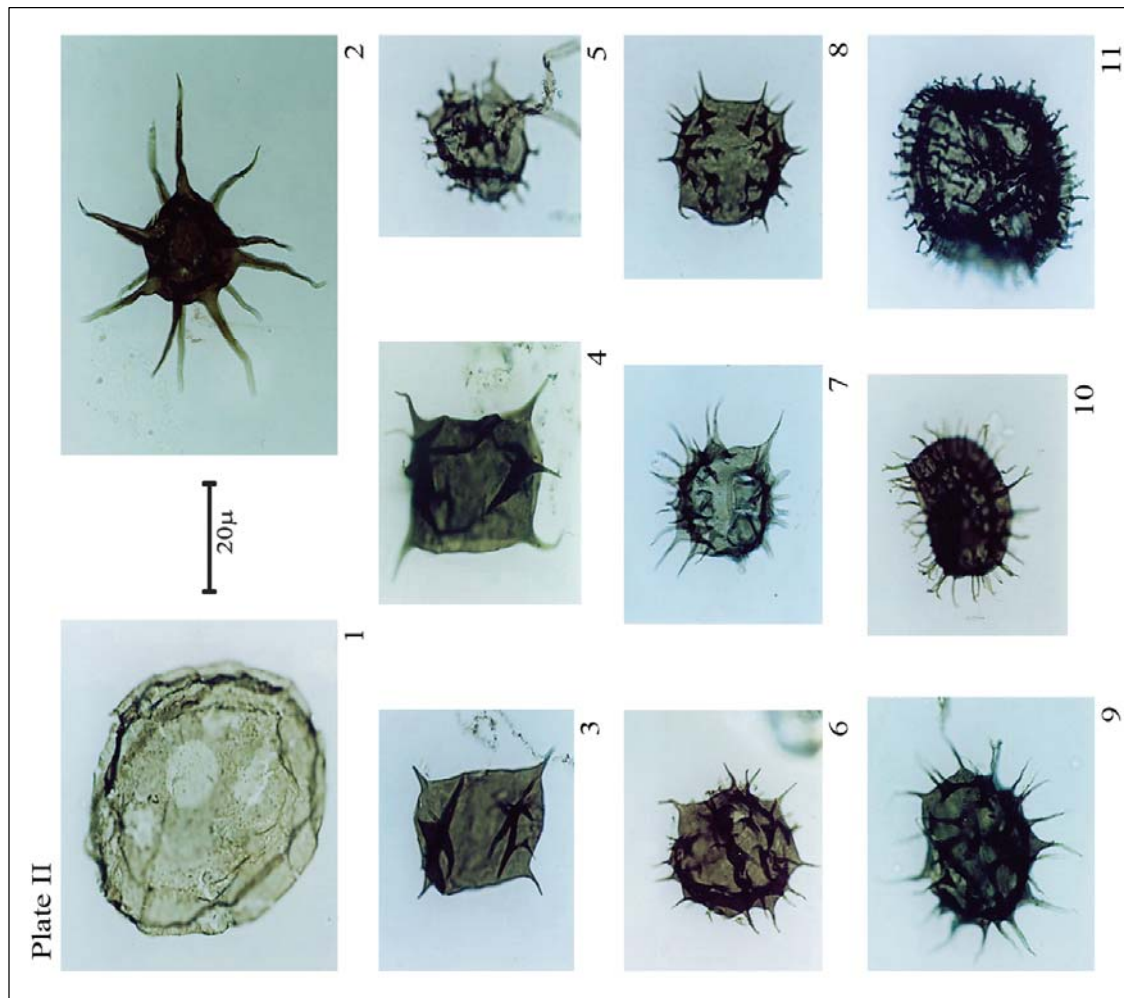
- 47- Stockmans, F. and Y., Willière, 1963, Les Hystrichosphères ou mieux Acritarches du Silurien Belge. Sondage de la Brasserie Lust à Courtrai (Kortrijk). Bulletin de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie, v. 71, no. 3, p. 450-481, pl. 1-3.
- 48- Tappan, H., and A. R., Jr. Loeblich, 1971, Surface sculpture of the wall in lower Paleozoic acritarches. Micropaleontology, v.17, p. 385-410.
- 49- Tongiorgi, M., Yin Lei-ming & A., Di Milia, 1995, Arenigian acritarch from the Daping section (Yangtze Gorges area, Hubei Province, Southern China) and their palaeogeographic significance. Rev. palaeobot., v. 86, p. 13-48, 4 pls., Amsterdam.
- 50- Turner, R.E., 1984, Acritarchs from the type area of the Ordovician Caradocian Series, Shropshire, England. Palaeontographica, Abt. B, v. 190, 4-6, p. 87-157.
- 51- Vavrdová, M, 1966, Palaeozoic microplankton from central Bohemia: Časopis pro Mineralogii Geologii, v.11, p. 409-414.
- 52- Wicander, R., Playford, G., and E. B., Robertson, 1999, Stratigraphic and paleogeographic significance of an Upper Ordovician acritarch flora from the Maquoketa Shale, northeastern Missouri, U.S.A.: Supplement to Journal of Paleontology, v. 73, no. 6, Memoirs of the Paleontological Society, no. 51, 38p.
- 53- Yin Leiming, Y., 1995, Early Ordovician acritarchs from Hunjiang region, Hubei, China. Palaeont. sinica, 185, ser. A (12), 107-170, 36pls. Beijing.
- Province, northeast China. Palaeontology, v. 31, part 1, p. 109-127, pl. 13-19.
- 38- Playford, G., and F., Martin, 1984, Ordovician acritarchs from the Canning Basin, Western Australia. Alcheringa, v. 8, p. 187-223.
- 39- Playford, G. and R., Wicander, 2006, Organic-walled microphytoplankton of the Sylvan Shale (Richmondian: Upper Ordovician), Arbuckle Mountains, Southern Oklahoma, U.S.A. Oklahoma Geological Survey, Bulletin, p. 116, 148.
- 40- Rasul, S. M., 1974, The Lower Palaeozoic acritarchs Priscogalea and Cymatiogalea. Palaeontology, v. 17, no. 1, p. 41-63, pl. 3-7.
- 41- Rasul, S. M., 1976, New species of the genus *Volcanisphaera* (Acritarcha) from the Tremadocian of England. Micropaleontology, v. 22, p. 479-484.
- 42- Rasul, S. M., 1979, Acritarch zonation of the Tremadoc Series of the Shineton Shales, Wrekin, Shropshire, England. Palynology, v. 3, p. 53-72, pl. 1-3.
- 43- Salehi-Rad, 1979, Etude Géologique de la région de Gorgan (Alborz Oriental, Iran): Ph. D. Thesis, Université de Paris Sud, 162p.
- 44- Sarjeant, W.A.S.; and R. P. W., Stancliffe, 1996, The acritarch genus *Polygonium*, Vavrdová emends Sarjeant and Stancliffe 1994: a reassessment of its constituent species. Annales de la Société géologique de Belgique, v.117, p. 355-369.
- 45- Staplin, F. L.; Jansonius, Jan; and S. A. J., Pocock, 1965, Evaluation of some acritachous hystrichosphere genera: Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, v. 123, p. 167-201.
- 46- Stockmans, F. and Y., Willière, 1960, Hystrichosphères du Dévonien belge (Sondage de l'Asile d'aliénés à Tournai). Senckenbergiana. Lethaea, v. 41, no. 1-6, p. 1-11, pl. 1-2.

**Explanation of Plates**  
**All magnification  $\times 1000$  (Scale bar =  $20\mu\text{m}$ )**



**Plate I**

- Fig. 1: *Saharidia downiei* Combaz, 1967.  
 Fig. 2: *Dactylofusa squama* (Deunff, 1961) Combaz, 1967.  
 Fig. 3: *Michystridium shinetonense* Downie, 1958.  
 Fig. 4: *Athabascaella penika* Martin & Yin Leiming, 1988.  
 Figs. 5, 6: *Vulcanisphaera africana* Deunff, 1961.  
 Fig. 7: *Cymatiogalea bouvardii* Martin, 1972.  
 Fig. 8: *Cymatiogalea membranispina* Deunff, 1961.



### Plate II

Fig. 1: *Saharidia downiei* Combaz, 1967.

Fig. 2: *Polygonium gracile* Vavrdová, 1966 emend. Sarjeant & Stancliffe, 1996.

Figs. 3, 4: *Acanthodiacrodium raia* (Deunff, 1961) Eisenack, Cramer & Díez, 1979.

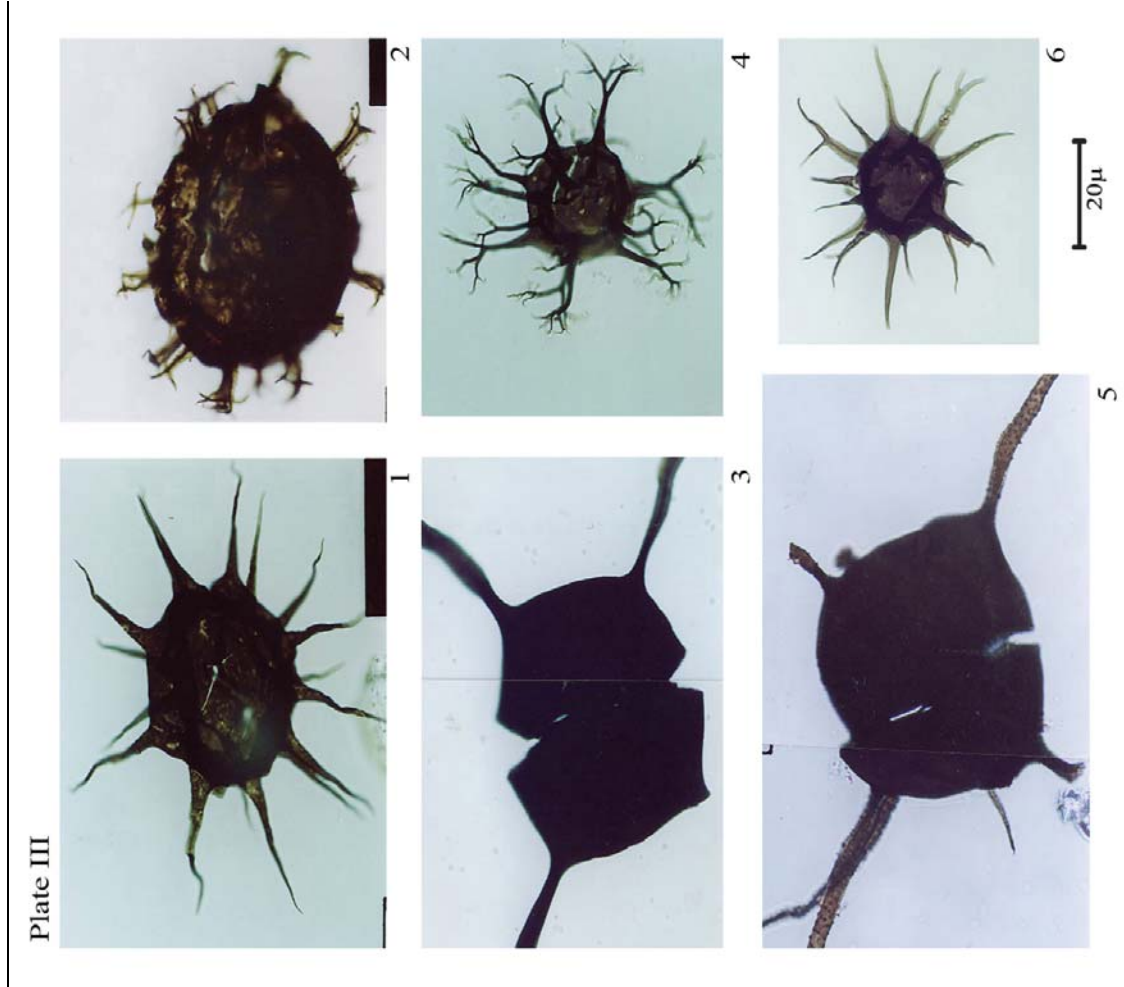
Fig. 5: *Vulcanisphaera britannica* Rasul, 1976.

Figs. 6, 7, 8: *Acanthodiacrodium ubui* Martin, 1968.

Fig. 9: *Micrhystridium shinetonense* Downie, 1958.

Fig. 10: *Cymatiogalea cylindrata* Rasul, 1974.

Fig. 11: *Athabascaella penika* Martin & Yin Leiming, 1988.



**Plate III**

Fig. 1: *Polygonium gracile* Vavrdová, 1966 emend. Sarjeant, & Stancliffe, 1996.

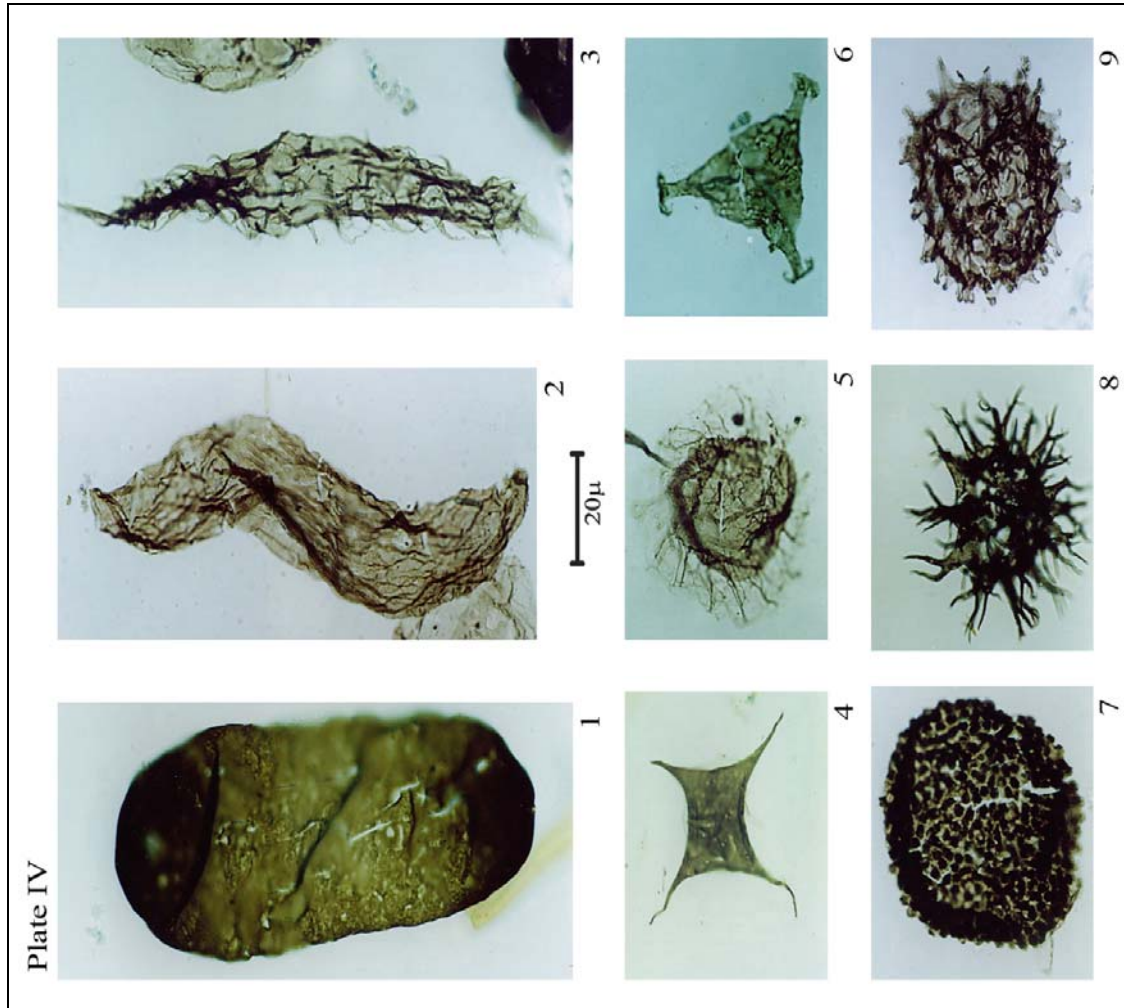
Fig. 2: *Peteinosphaeridium accinctulum* Wicander, Playford, & Robertson, 1999.

Fig. 3: *Orthosphaeridium rectangulare* Loeblich, 1970.

Fig. 4: *Multiplicisphaeridium irregulare* Staplin, Jansonius, & Pocock, 1965.

Fig. 5: *Orthosphaeridium insculptum* Loeblich, 1970.

Fig. 6: *Multiplicisphaeridium bifurcatum* Staplin, Jansonius, & Pocock, 1965.



#### Plate IV

Fig. 1: *Navifusa ancepsipuncta* Loeblich, 1970.

Fig. 2: *Dactylofusa striata* Staplin, Jansonius, & Pocock, 1965) Fensome, Williams, Barss, Freeman, & Hill, 1990.

Fig. 3: *Dactylofusa spinata* Staplin, Jansonius & Pocock, 1965.

Fig. 4: *Veryhachium oklahomense* Loeblich, 1970.

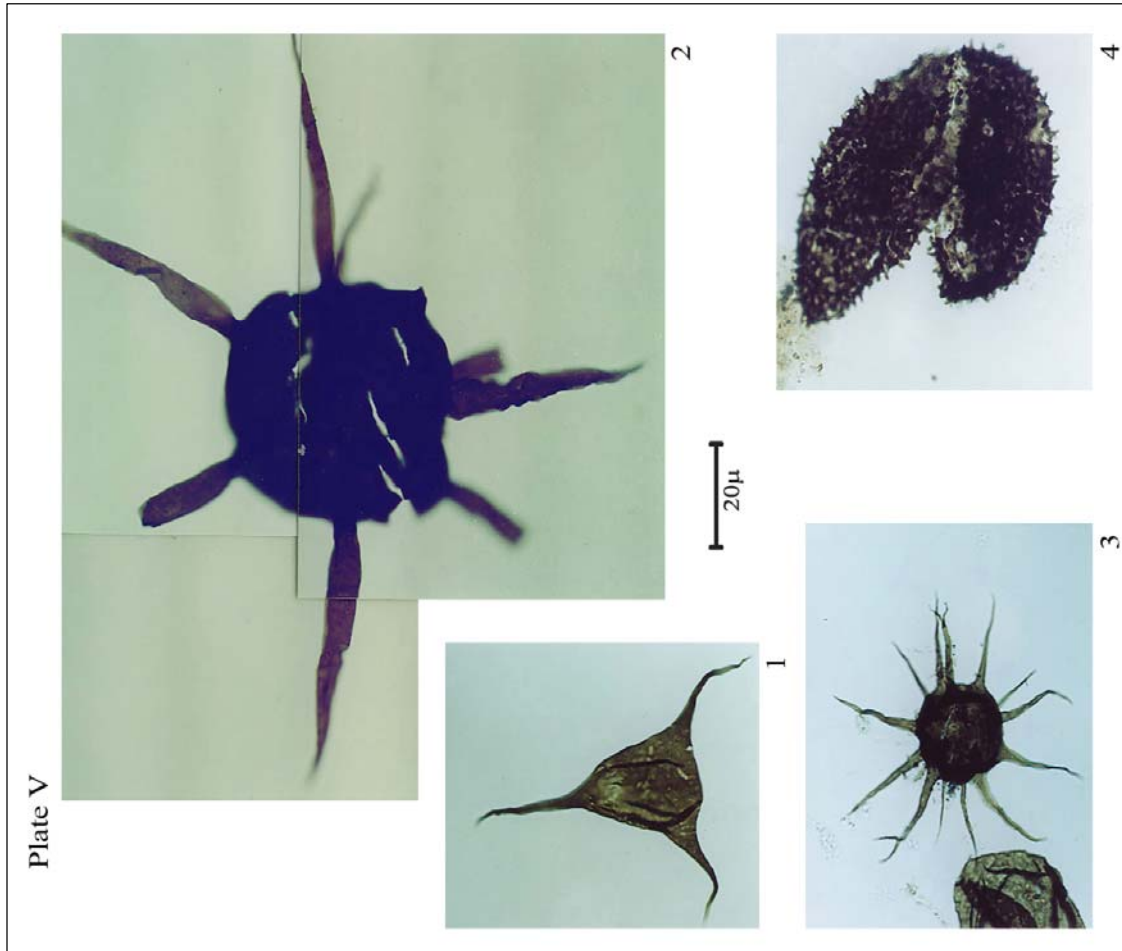
Fig. 5: *Tunisphaeridium eisenackii* Loeblich & Tappan, 1978.

Fig. 6: *Frankea hamulata* Burmann, 1970.

Fig. 7: *Lophosphaeridium* sp.

Fig. 8: *Multiplicisphaeridium irregulare* Staplin, Jansonius, & Pocock, 1965.

Fig. 9: *Multiplicisphaeridium raspa* (Cramer, 1964) Eisenack, Cramer, & Diez, 1973.



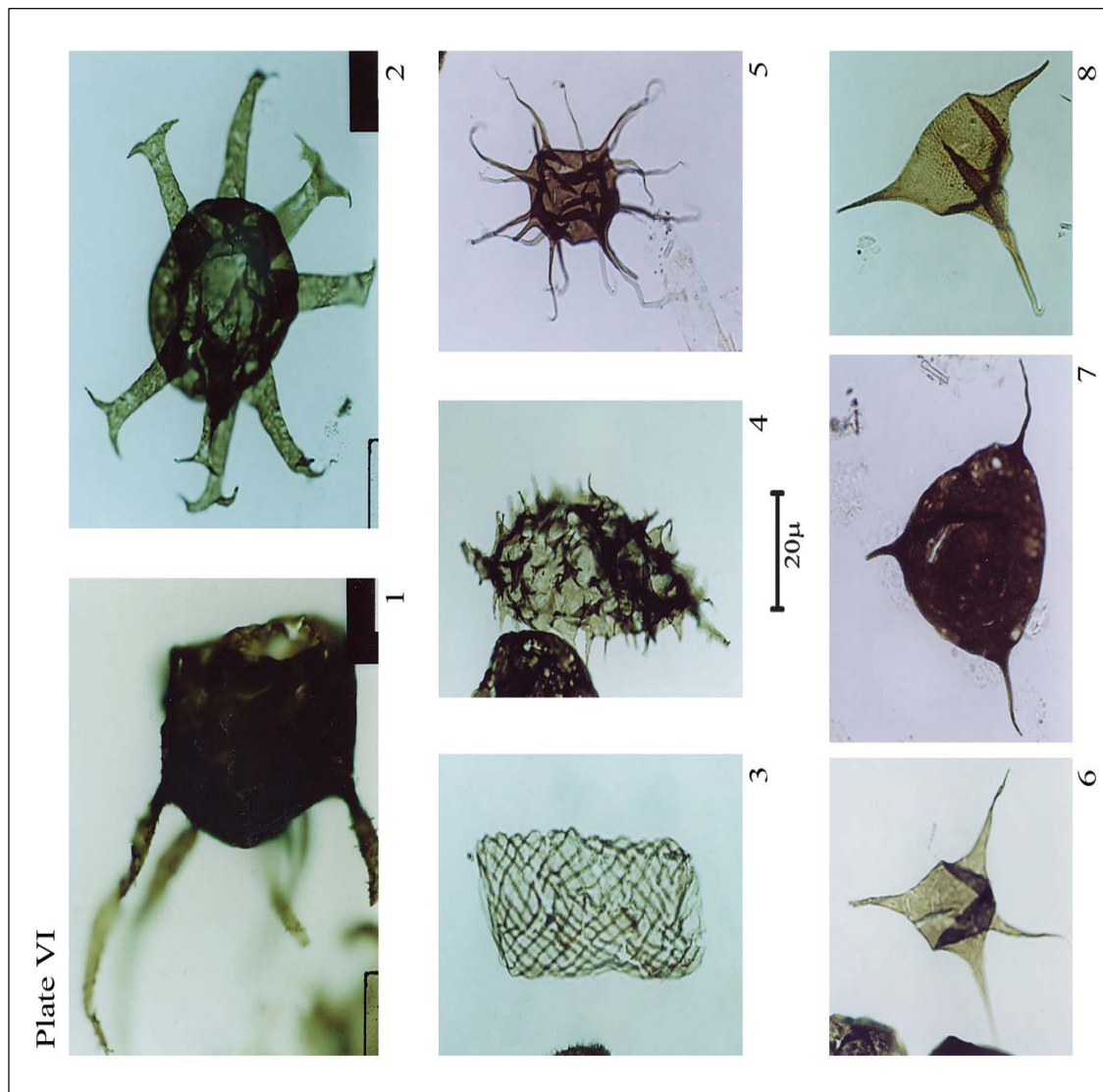
**Plate V**

Fig. 1: *Veryhachium trispinosum* (Eisenack, 1938) Deunff, 1954.

Fig. 2: *Baltisphaeridium perclarum* Loeblich & Tappan, 1978.

Fig. 3: *Multiplicisphaeridium bifurcatum* Staplin, Jansonius, & Pocock, 1965.

Fig. 4: *Gorgonisphaeridium antiquum* Loeblich & Tappan, 1978.



### Plate VI

Fig. 1: *Orthosphaeridium insculptum* Loeblich, 1970.

Fig. 2: *Ordoviciidium elegantulum* Tappan and Loeblich, 1971.

Fig. 3: *Dactylofusa cabottii* (Cramer, 1971) Fensome, Williams, Barss, Freeman, & Hill, 1990.

Fig. 4: *Dactylofusa spinata* Staplin, Jansonius, Pocock, 1965.

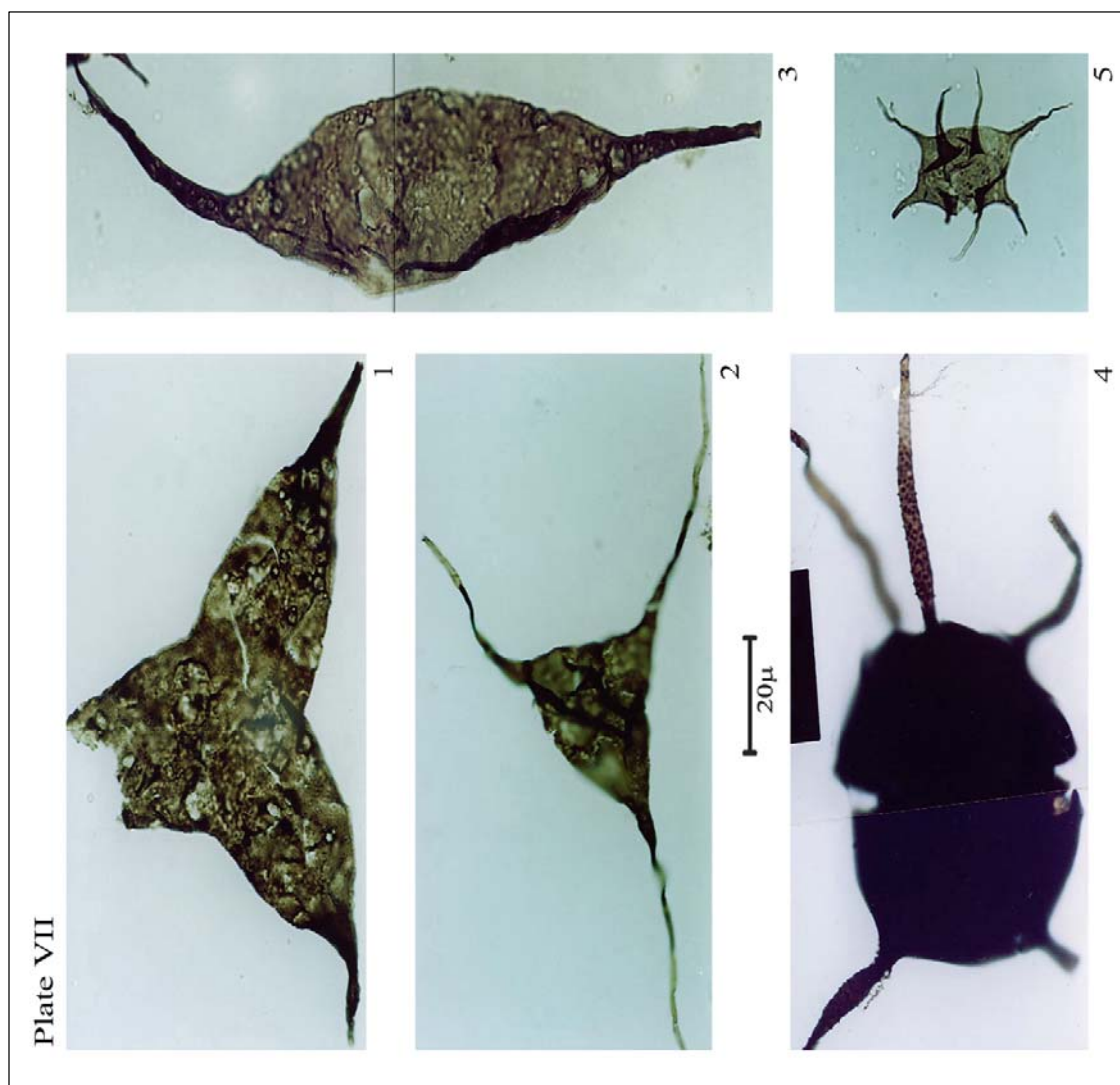
Fig. 5: *Actinotodissus crassus* Loeblich & Tappan, 1978.

Fig. 6: *Veryhachium europaeum* Stockmans & Willière, 1960.

Fig. 7: *Veryhachium subglobosum* Jardiné, Combaz, Magloire, Peniguel & Vachey, 1974.

Fig. 8: *Villosacapsula setosapellicula* (Loeblich, 1970) Loeblich & Tappan, 1976.





### Plate VII

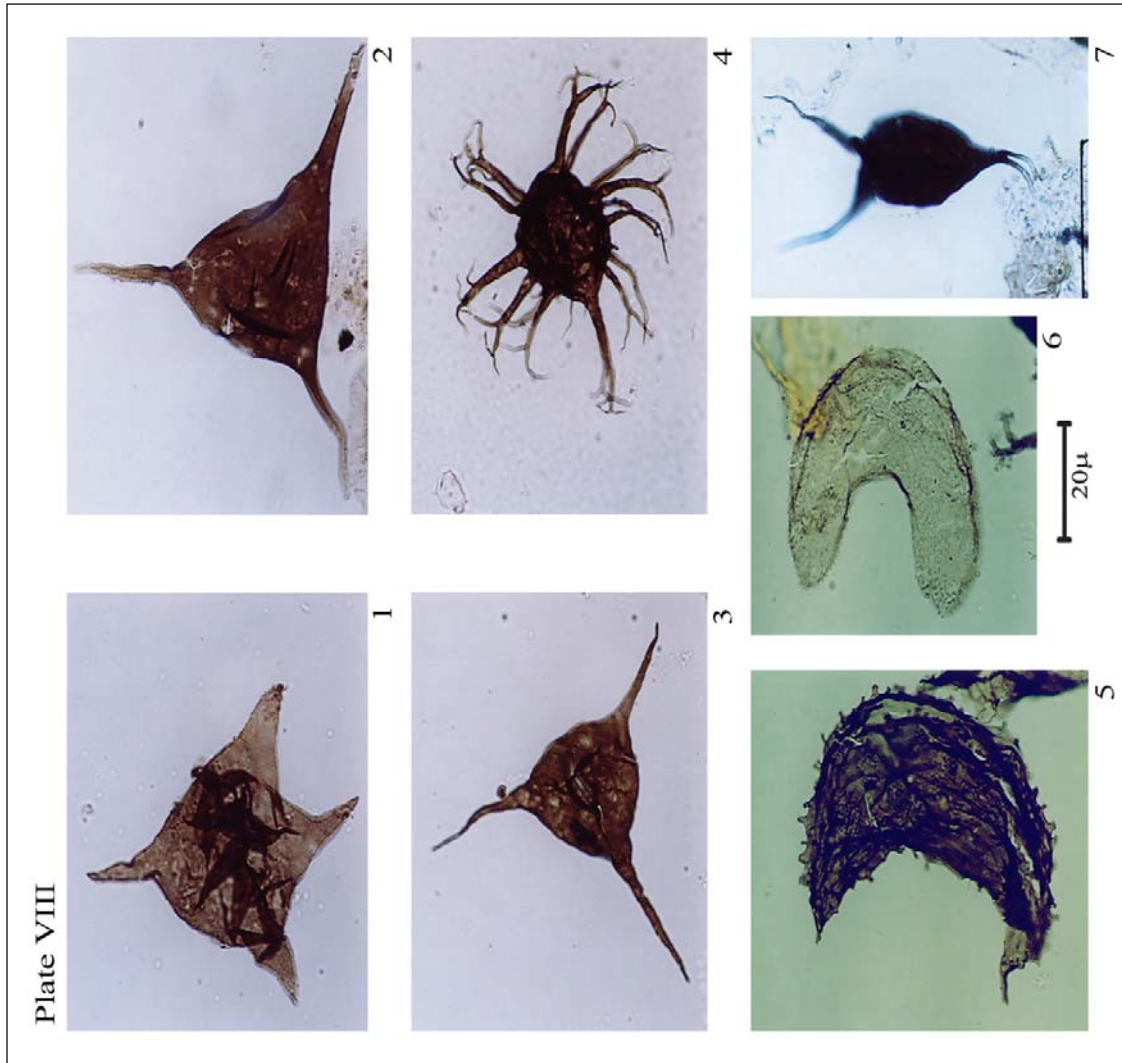
Fig. 1: *Veryhachium triangulatum* Konzalová-Mazanková, 1969.

Fig. 2: *Veryhachium trispinosum* (Eisenack, 1938) Deunff, 1954.

Fig. 3: *Leiofusa fusiformis* (Eisenack) Eisenack, 1938.

Fig. 4: *Orthosphaeridium insculptum* Loeblich, 1970.

Fig. 5: *Picostella turgida* Yin, Di Milia & Tongiorgi, 1998.



**Plate VIII**

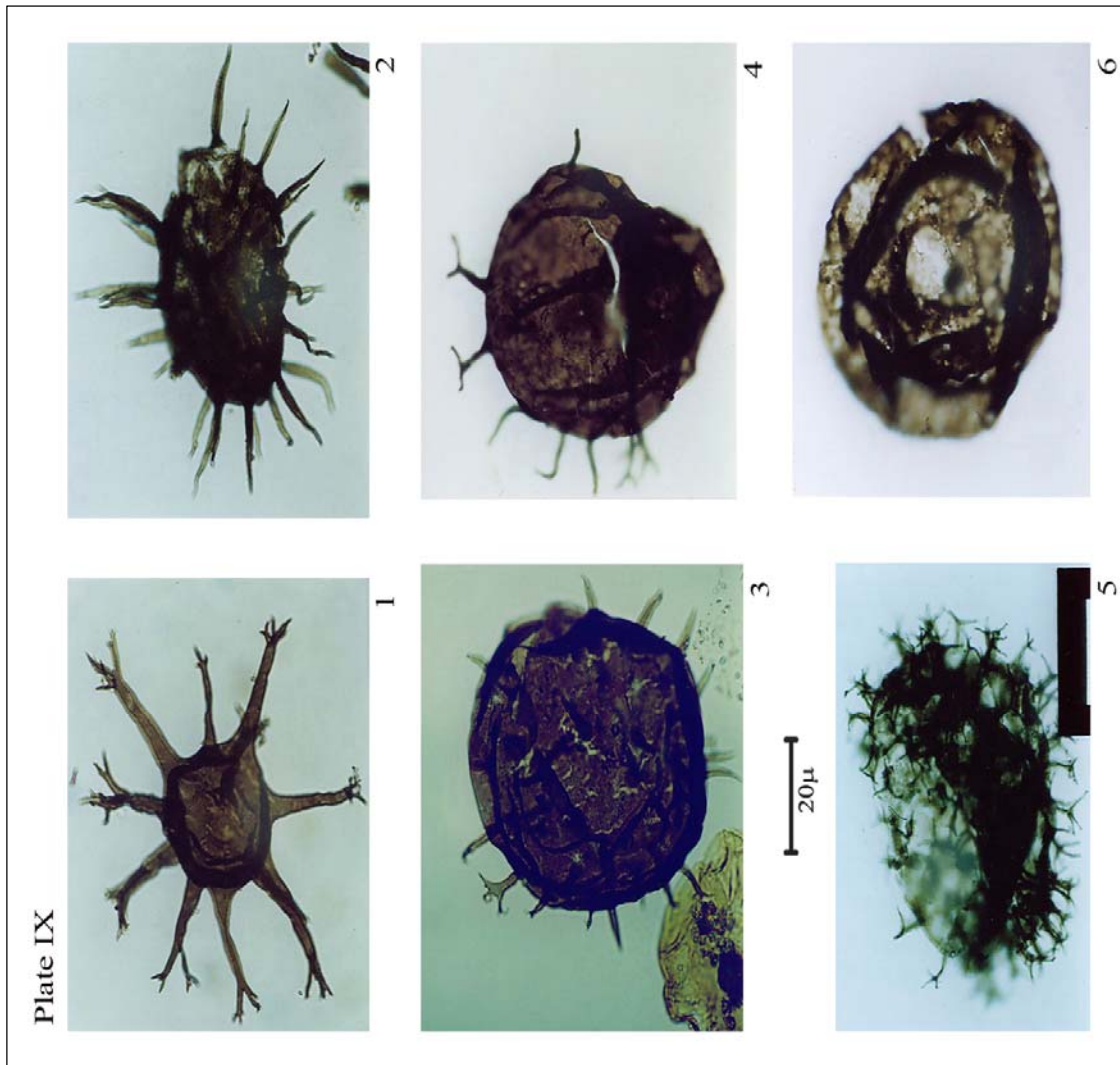
Fig. 1: *Evittia* sp.

Figs. 2, 3: *Veryhachium trispinosum* (Eisenack, 1938) Deunff, 1954.

Fig. 4: *Multiplicisphaeridium irregulare* Staplin, Jansonius, & Pocock, 1965.

Fig. 5, 6: *Dactylofusa spinata* Staplin, Jansonius & Pocock, 1965.

Fig. 7: *Veryhachium* sp.A.



**Plate IX**

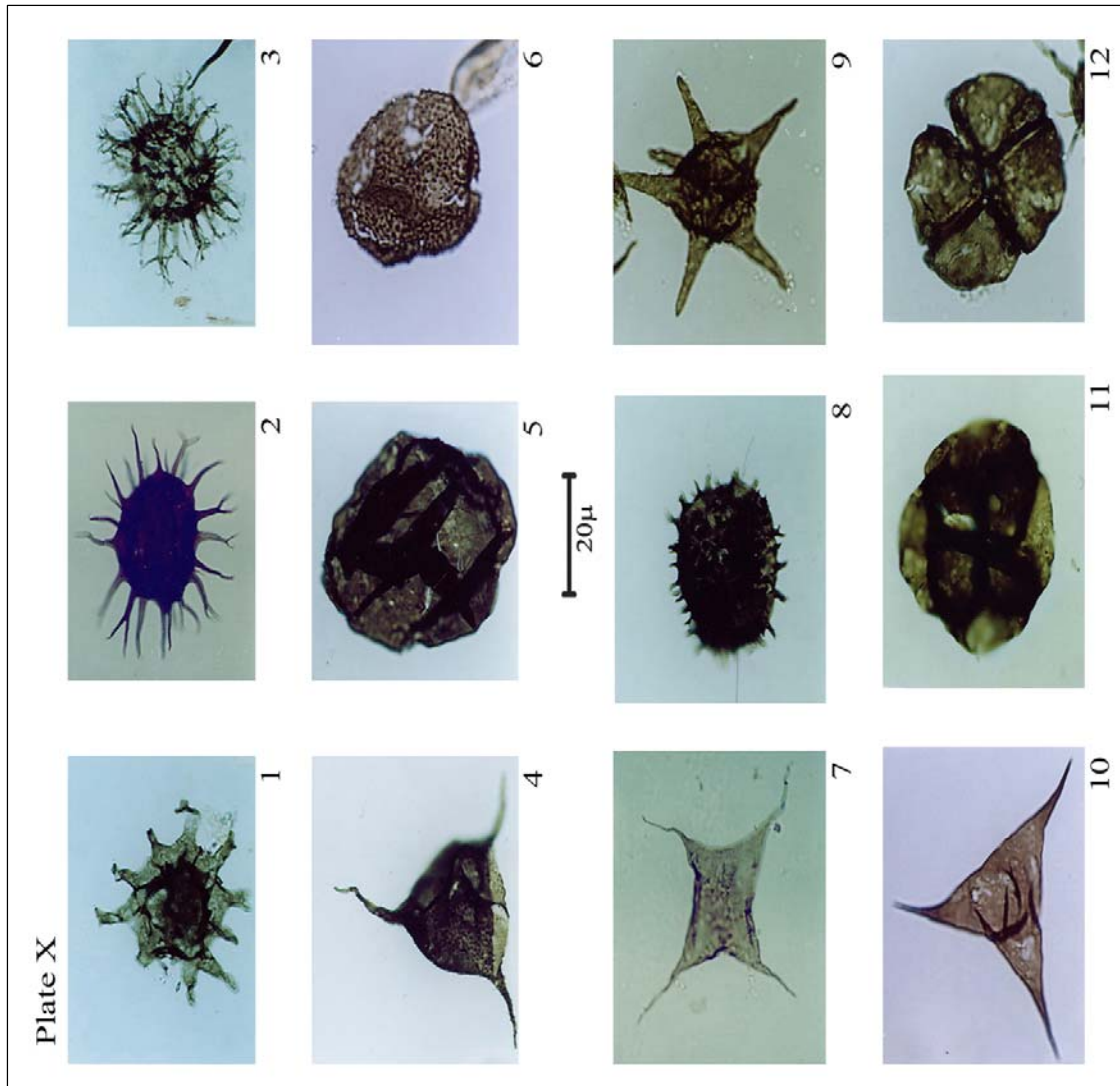
Fig. 1: *Evittia remota* (Deunff, 1955) Lister, 1970.

Fig. 2: *Baltisphaeridium oligopsakium* Loeblich & Tappan, 1978.

Fig. 3, 4: *Ordovicidium heteromorphicum* (Kjellström, 1971) Loeblich & Tappan, 1978.

Fig. 5: *Peteinosphaeridium accinctulum* Wicander, Playford, & Robertson, 1999.

Fig. 6: *Saharidia downiei* Combaz, 1967 (rework).



**Plate X**

Fig. 1: *Petaloferidium stigii* Jacobson, 1978.

Fig. 2: *Multiplicisphaeridium bifurcatum* Staplin, Jansonius, & Pocock, 1965.

Fig. 3: *Multiplicisphaeridium irregulare* Staplin, Jansonius, & Pocock, 1965.

Fig. 4: *Villosacapsula setosapellicula* (Loeblich, 1970) Loeblich & Tappan, 1976.

Fig. 5: *Leiosphaeridia* sp.

Fig. 6: *Lophosphaeridium varum* Wicander, Playford & Robertson, 1999.

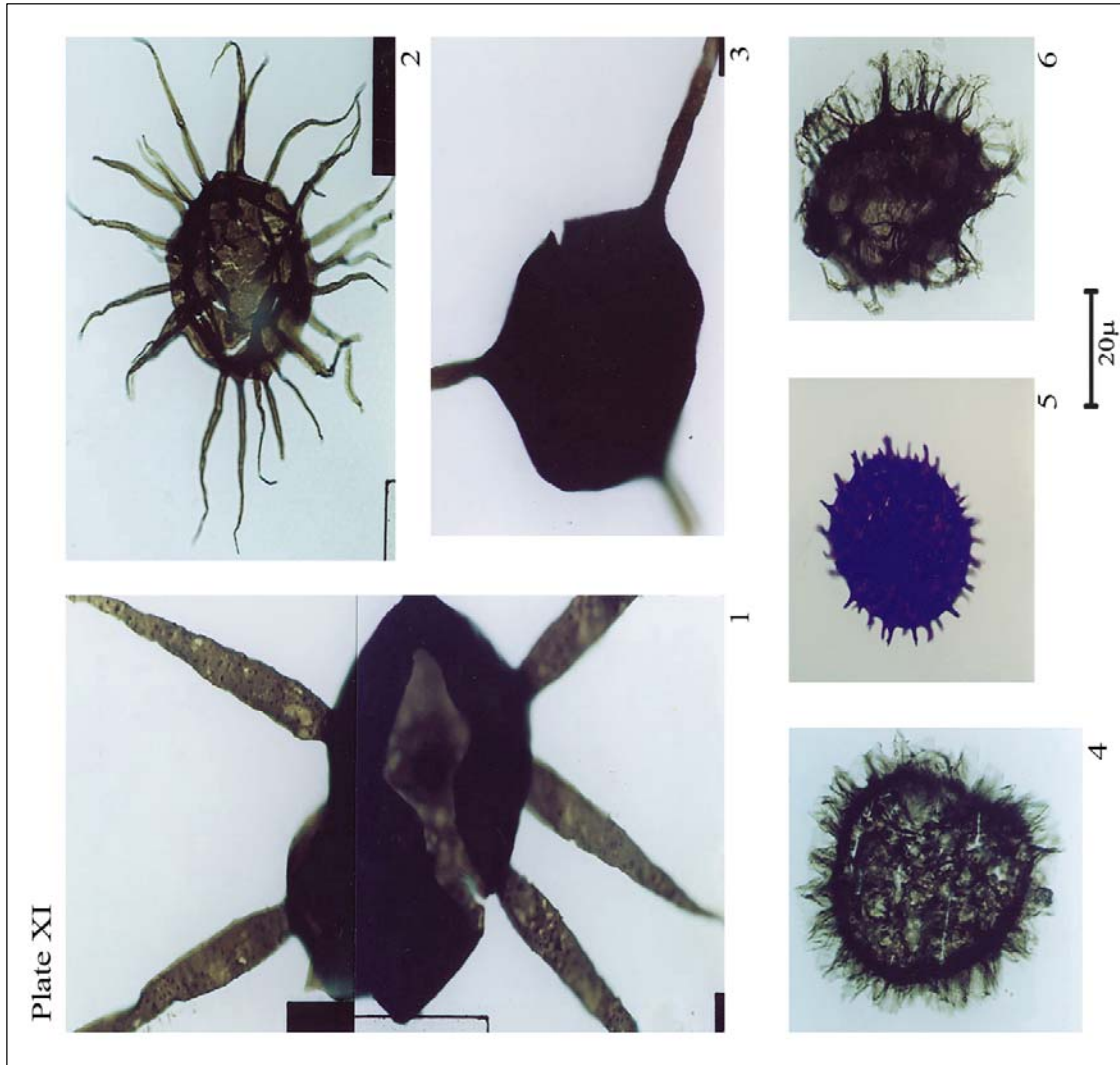
Fig. 7: *Veryhachium lairdii* (Deflandre, 1946) Deunff, 1959, ex Downie, 1959.

Fig. 8: *Gorgonisphaeridium frequens* Górká, 1987(rework).

Fig. 9: *Evittia* sp.

Fig. 10: *Veryhachium trispinosum* (Eisenack, 1938) Deunff, 1954.

Fig. 11, 12: *Tetrahedraletes* sp.



**Plate XI**

Fig. 1: *Baltisphaeridium llanvirnianum* Deunff, 1977 (rework).

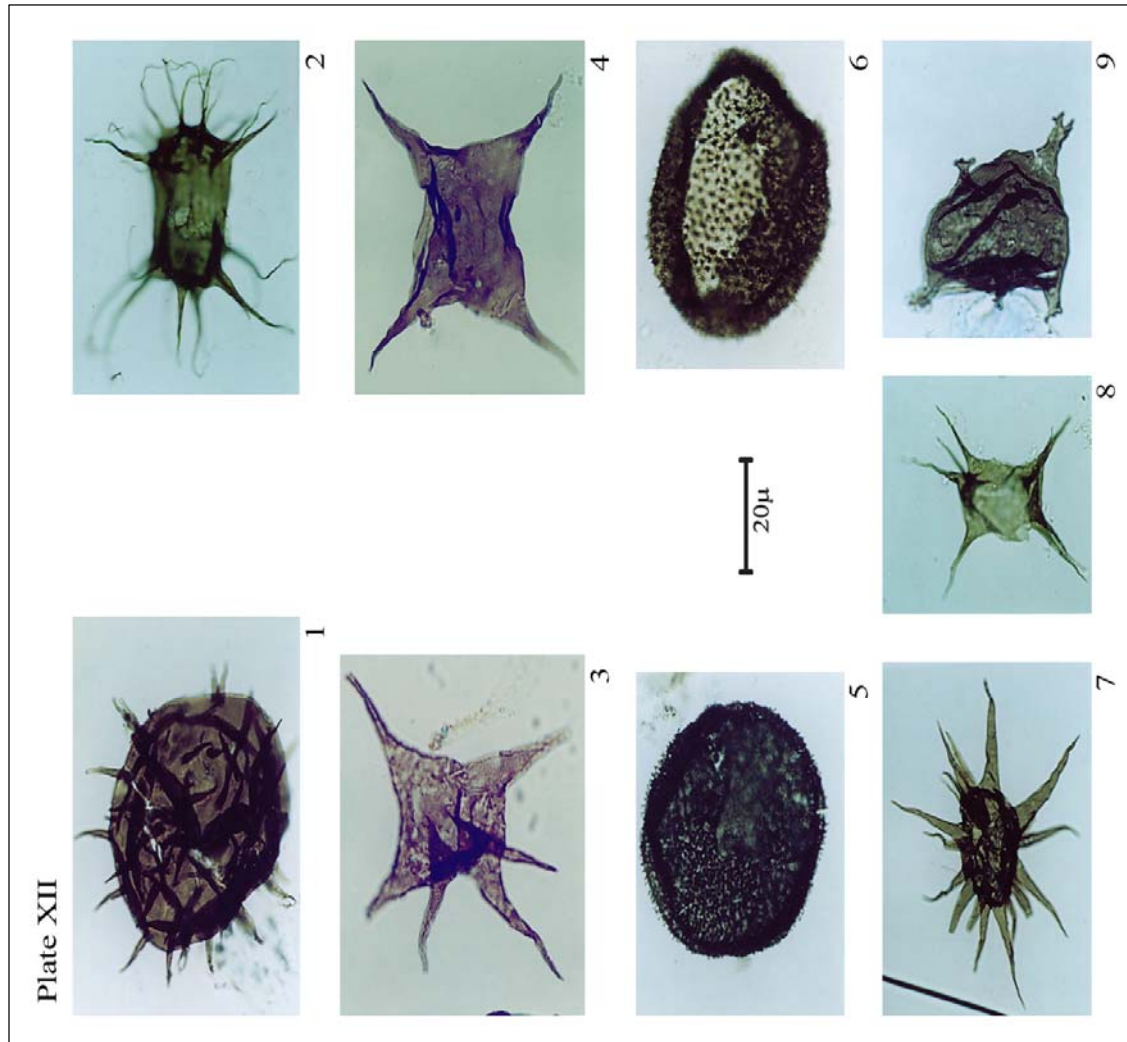
Fig. 2: *Baltisphaeridium oligopsakium* Loeblich & Tappan, 1978.

Fig. 3: *Orthosphaeridium ternatum* (Burmman, 1970) Eisenack, Cramer & Diez, 1976(rework).

Fig. 4: *Rhopaliophora palmata* (Combaz & Peniguel, 1972) *emend.* Playford & Martin, 1984(rework).

Fig. 5: *Gorgonisphaeridium frequens* Górká, 1987(rework).

Fig. 6: *Vulcanisphaera africana* Deunff, 1961(rework).



### Plate XII

Fig. 1: *Ordoviciidium heteromorphicum* (Kjellström, 1971) Loeblich & Tappan, 1978.

Fig. 2, 8: *Actinotodissus crassus* Loeblich & Tappan, 1978.

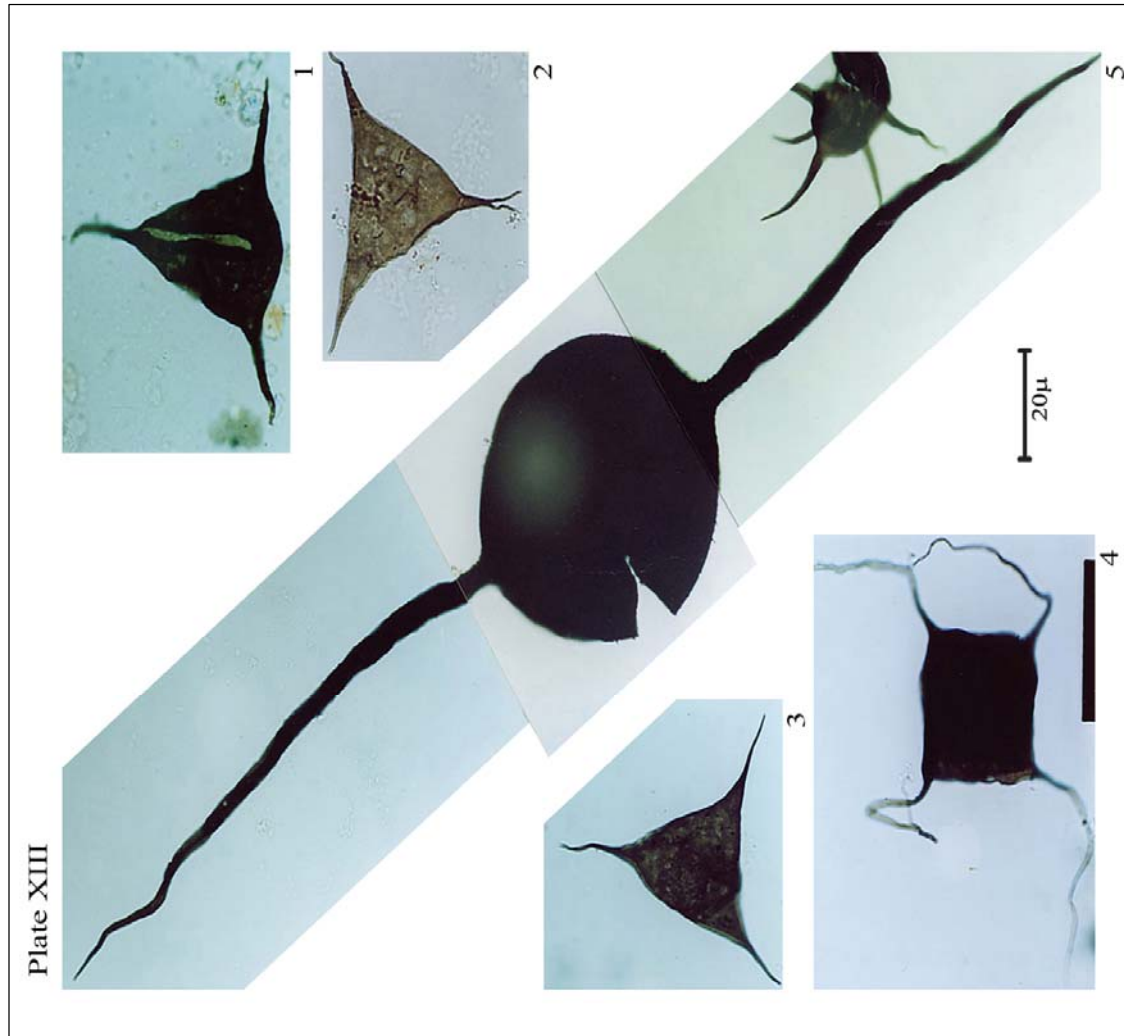
Fig. 3: *Picostella turgida* Yin, Di Milia & Tongiorgi, 1998.

Fig. 4: *Veryhachium oklahomense* Loeblich, 1970.

Fig. 5, 6: *Gorgonisphaeridium antiquum* Loeblich & Tappan, 1978.

Fig. 7: *Baltisphaeridium perclarum* Loeblich & Tappan, 1978.

Fig. 9: *Petaloferidium stigii* Jacobson, 1978.



**Plate XIII**

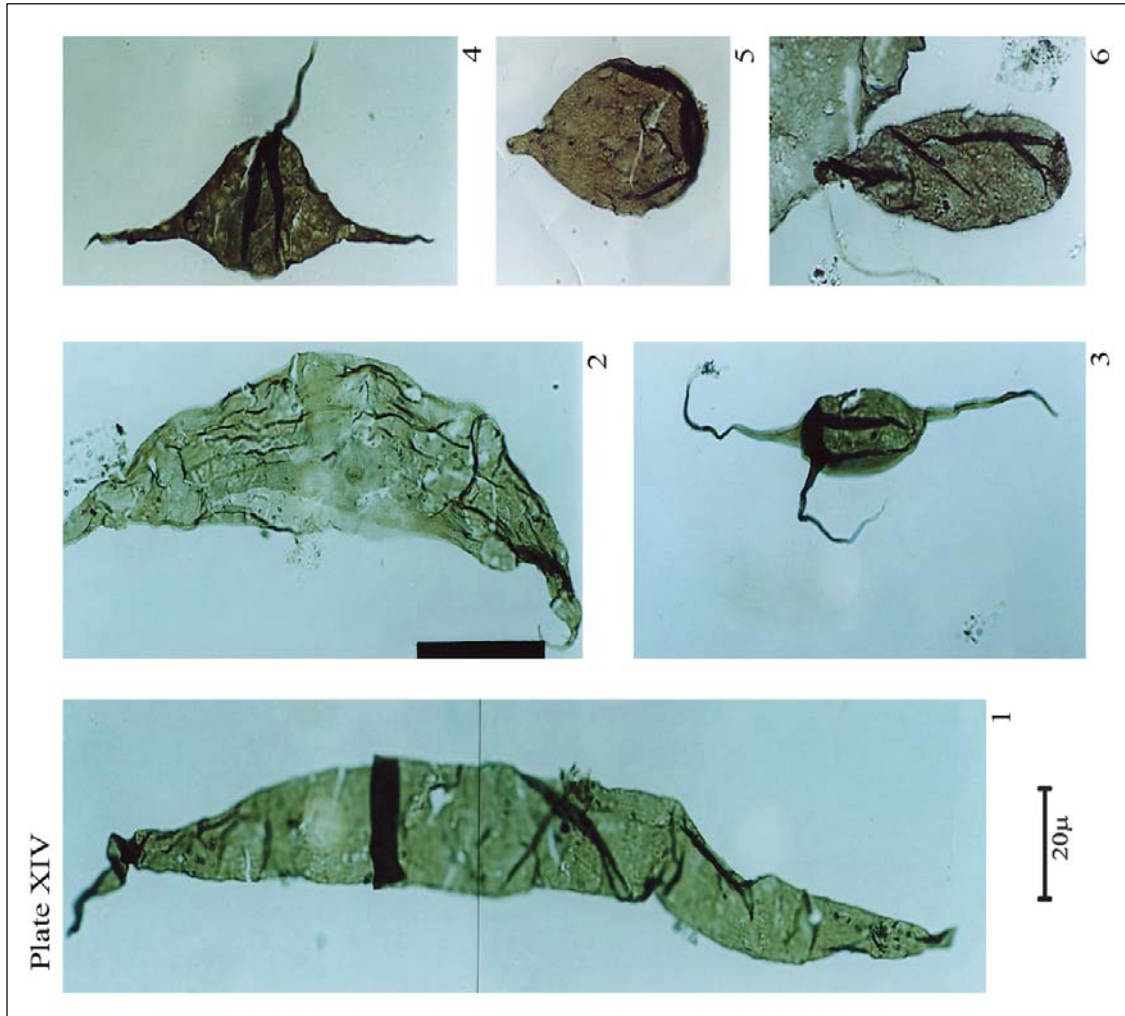
Fig. 1: *Veryhachium reductum* (Deunff, 1958) de Jekhowsky, 1961.

Fig. 2: *Veryhachium* sp.A.

Fig. 3: *Villosacapsula setosapellicula* (Loeblich, 1970) Loeblich & Tappan, 1976.

Fig. 4: *Veryhachium lairdii* (Deflandre, 1946) Deunff, 1959, ex Downie, 1959.

Fig. 5: *Orthosphaeridium bispinosum* Turner, 1984.



#### Plate XIV

Fig. 1: *Anomaloplaisium* sp.

Fig. 2: *Dactylofusa striata* (Staplin, Jansonius, & Pocock, 1965) Fensome, Williams, Barss, Freeman, & Hill, 1990.

Fig. 3, 4: *Veryhachium trisulcum* (Deunff, 1951) Deunff, 1959.

Fig. 5, 6: *Pirea ornata* (Burmam) Eisenack et al., 1976.