

# مطالعه رسوبات پالئوزوئیک زیرین در تنگ زکین - کوه فراقون و معرفی سازندهای سیاهو و سرچاهان در حوضه زاگرس

سازند سیاهو (Sayahou Formation)

عبدالرضا مقدسی  
A. Moghaddasi

نوشته: دکتر محمد قویدل سیوکی \* و محمدابراهیم خسروی \*

## چکیده

رسوبات پالئوزوئیک زیرین در کوه فراقون بخوبی بیرون زده و قابل مطالعه می‌باشد. ضخامت این رسوبات ۸۰۷ متر بوده و عمدتاً از ماسه‌سنگ، شیل همراه با لایه‌های آهک تشکیل شده است. در این سکانس ساختمان‌های رسوبی متعددی از قبیل چینه‌بندی متقاطع، ریپل مارک، آثار فسیل و کنکریون‌های آهکی فراوان وجود دارد. سکانس پالئوزوئیک کوه فراقون دارای ماکروفسیل‌های جانوری فراوان از قبیل تریلوبیت، براکیوپود، کرینوید، بریوزوآ و گراپتولیت است که تا کنون بطور دقیق مطالعه نشده است. با وجود این نمونه‌های گراپتولیت مربوط به بخش فوقانی این سکانس توسط شرکت نفت انگلیس مطالعه شده و گونه‌های *Climacograptus scalaris*, *Monograptus intermedius*, *Monograptus socialis* از آن شناسایی گردیده است. بر مبنای ارزش چینه‌شناسی گونه‌های گراپتولیت مذکور زمان سیلورین زیرین برای بخش فوقانی این سکانس پیشنهاد شده است که بعدها این نسبت سنی به تمام سکانس پالئوزوئیک زیرین در کوه فراقون تعمیم داده شده است. در این مطالعه سکانس پالئوزوئیک زیرین کوه فراقون بر اساس ویژگی‌های سنگ‌شناسی و فسیل‌شناسی به ترتیب از پایین به بالا به سازندهای سیاهو و سرچاهان تقسیم گردیده است. در این محل ۷۴۱ متر از ۸۰۷ متر ضخامت رسوبات پالئوزوئیک زیرین را سازند سیاهو و ۶۶ متر بقیه آن را سازند سرچاهان تشکیل می‌دهد. قاعده سازند سرچاهان از ماسه‌سنگ و کنگلومرای الوان بوده و به طرف بالا از تناوب شیل، آهک، ماسه‌سنگ و آهک ماسه‌ای تشکیل می‌شود. این سازند در بالاترین حد خود از ۸ متر ماسه‌سنگ سفید کنگلومرایی و ۱۰ متر ماسه‌سنگ کرم تشکیل شده است که زیر شیل‌های تیره‌رنگ سازند سرچاهان قرار می‌گیرد.

به منظور تعیین ارتباط سنی سازند سیاهو و سرچاهان بیش از ۲۰۰ نمونه رسوبی انتخاب و در آزمایشگاه پالینولوژی اکتشاف وزارت نفت مورد مطالعه قرار گرفت. در این مطالعه ۱۰۰ گونه پالینومرف شناسایی گردید که این گونه‌ها در ۶ بیوزون آکریتارش و ۴ بیوزون کیتینوزوآ منظم شده است. بیوزون‌های I تا IV آکریتارش‌ها و بیوزون‌های C1 تا C3 کیتینوزوآها در سازند سیاهو، اما بیوزون‌های V و VI آکریتارش‌ها و بیوزون C4 کیتینوزوآ در سازند سرچاهان قرار دارند. بر مبنای ارزش چینه‌شناسی گونه‌های پالینومرف:

*Verhachium subglobosum*, *Villosacapsula setosapelllicula*, *Orthosphaeridium ternatum*, *Orthosphaeridium inflatum*, *Orthosphaeridium bispinosum*, *Navifusa ancepsipuncta*, *Actinodissus crassus*, *Actinodissus longilateosus*, *Baltisphaeridium perclarum*, *Conochitina senta*, *Calpichitina lenticularis*, *Cyathochitina fistulosa*, *Armoricochitina nigerica*, *Tetrade cryptospures*

زمان اردوسین بالایی (کارادوسین - آشگیلین) برای سازند سرچاهان پیشنهاد می‌شود زیرا تاکنون گونه‌های پالینومرف فوق از رسوبات اردوسین بالایی عربستان سعودی، اردن هاشمی، امریکای شمالی، انگلیس، لیبی و چکسلواکی گزارش شده است. همچنین



Investigation of Lower Paleozoic Sediments at Tang-e- Zakeen of Kuh-e- Faraghan and Introduction of Seyahou and Sarchahan Formations in the Zagros basin

Dr.M. Ghavidel- Syooki \* and M. E. Khosravi \*

سازند سرچاهان در بیوزون‌های V و VI و C4، با گونه‌های پالینومرف:

*Dactylofusa estillis* , *Dactylofusa maranhensis*, *Dactylofusa neaghae*, *Visbysphaera microspinosa*, *Dateriocradus monterrosae*, *Tunisphaeridium tentaculiferum*, *Plectochitina saharica*, *Sphaerochitina longicornis*, *Sphaerochitina longicollis*, *Ambitisporites avitus*

و *Ambitisporites dilutus* مشخص می‌شود تا کنون گونه‌های مذکور از سیلورین زیرین نروژ، سوئد، امریکای شمالی، عربستان سعودی، اردن هاشمی و انگلیس گزارش شده است. بنابراین بر مبنای ارزش چینه‌شناسی گونه‌های فوق‌الذکر زمان سیلورین زیرین برای سازند سرچاهان پیشنهاد می‌شود

Summary

A thick lower Paleozoic succession is well- developed at Tang-e- Zakeen in Kuh-e- Faraghan, approximately 103 K m northern Bandar Abbas city. The succession has been visited by several geologists in the past decades. However neither a complete stratigraphic column nor a detailed study has been done on this succession. Thus, it was measured and sampled for detailed study by author and M. E. Khosravi, in 1985. This succession is 807m Thick and mainly consists of clastic sediments and subordinate limestones. So far, this succession has been used to be called "Silurian Shales". In this study, the use of Silurian Shales is dropped, instead, the Seyahou and Sarchahan formations are introduced, respectively for the upper Ordovician and lower Silurian of this succession in the Zagros basin.

The name of Seyahou formation originates from the Seyahou village where is located approximately 80 K m northern Bandar Abbas city. The type section of this formation is at Tang-e- Zakeen in Kuh-e- Faraghan, where is located 23 K m northern Seyahou village. At type locality, the whole thickness of lower Paleozoic succession is 807 m that from this thickness, 741 m belongs to the Seyahou formation and the rest is the Sarchahan formation. The Seyahou formation has also surface exposure at Kuh-e- Surmeh and Zard- Kuh, respectively with a thickness of 58m and 70m. Likewise, this formation is present in some exploration wells such as Kuh-e- Siah no. 1, Zirreh no.1 and Kabir- Kuh no.1, Darang no. 1, respectively with a thickness of 117m, 156m, 100m, and 250m.



common in the Seyahou formation whereas they are absent or rare in the Sarchahan formation. The lowermost beds of Seyahou formation consist of variegated sandy conglomerates which contain some pebbles of black chert and rounded quartzite. Overlying beds of these conglomerates begin with alternation of shales, siltstones, sandstones and subordinate limestones and ends with white and cream-brown sandstones at the top. The lower contact of this formation is not clear with older sediments, but it is probably conformable with the Zard-Kuh formation such as Zard- Kuh and exploration wells of Zirreh no.1, Kabir- Kuh no.1, and Darang no.1. The upper contact of Seyahou formation is gradational with the Sarchahan formation at Tang-e- Zakeen. This contact is characterized by presence of 18 meters of white and cream- brown sandstones which sharply change into the black shales of the Sarchahan formation. The Seyahou formation contains orthoceras, brachiopod, graptolite, crinoid, bryozoa, chitinozoa, acritarch taxa and cryptospores of the earliest land plants. Based on the above- mentioned fauna, and flora a shallow marine environments is suggested for the Seyahou formation, since, the shales which contain the chitinozoa and acritarch assemblages were deposited on a mud dominated platform in pro- delta and off- shore areas which have had a holomarine conditions.

Before this study, some graptolite species have been identified from the upper part of this succession. This part is now called the Sarchahan formation which includes *Monograptus intermedius*, *Monograptus socialis* and *Climacograptus scalaris*. Based on the above- mentioned graptolite species the Lower Silurian has been suggested for the upper part of the succession, or Sarchahan formation. Later on, the lower Silurian age has been extended to the whole thickness of succession at Tang-e- Zakeen (Mollazal, 1968; Kheradpir & Nicol, 1973). At present time, the graptolite fauna serve to date the Sarchahan formation, not the Seyahou formation.

In order to determine the geological relationships of this succession, more than 200 samples were selected and treated for palynological studies. A total of 100 palynomorph species were identified in this study. These have been arranged in six local acritarch and four chitinozoan assemblage zones (Fig.2). The acritarch zones of I through IV and chitinozoan zones of C1 through C3 appear and disappear in the Seyahou formation. In general, the above- mentioned acritarch and chitinozoan zones are characterized by presence of *Veryhachium reductum*, *Veryhachium subglobosum*, *Villosacapsula setosapellicula*, *Leiosphaeridia ketchenata*, *Leiosphaeridia tenuissima*, *Orthosphaeridium ternatum*, *Orthosphaeridium inflatum*, *Orthosphaeridium bispinosum*, *Orthosphaeridium chondrododora*, *Navifusa ancepsipuncta*, *Actinotodissus crassus*, *Actinotodissus longilateosus*, *Baltisphaeridium longispinosum delicatum*, *Baltisphaeridium perclarum*, *Rhabdochitina usitata*, *Conochitina senta*, *Calpichitina lenticularis*, *Cyathochitina fistulosa*, *Desmochitina spp.*, *Armoricochitina nigerica* and some tetrad cryptospores. So far, the above- mentioned palynomorph species have been recorded from the upper Ordovician sediments of Saudi Arabia (McClure, 1988), Jordan (Keegan, Rasul & Shaheen, 1990), North America (Loeblich & Tappan, 1978; Loeblich, 1969; Jacobson & Achab, 1985), England (Turner, 1982, 1984, 1985) Libya (Molyneux & Paris, 1985), Czechoslovakia (Vavrdova, 1988, 1989) and Iran (Ghavidel- Syooki, 1994). Based on this comparison, the upper Ordovician (Caradocian- Ashgillian) is suggested for the Seyahou formation in the Zagros basin. Likewise, the acritarch zones of V through VI and chitinozoan zone of C4 occur in the Sarchahan formation. These zones are marked by appearance of *Dactylofusa estillis*, *Dactylofusa neaghae*, *Dactylofusa maranhensis*, *Visbysphaera microspinosa*, *Visbysphaera oligofucata*, *Visbysphaera brevifurcata*, *Dictyotidium perlucidum*, *Dictyotidium faviformis*, *Dateriocradus monterrosae*, *Evittia denticulata denticulata*, *Tunisphaeridium tentaculiferum*, *Plectochitina saharica*, *Sphaerochitina longicornis*, *Sphaerochitina longicollis*, *Ambitisporites avitus*, *Ambitisporites dilutus* and so on. So far, the above- mentioned palynomorph taxa have been recorded from the lower Silurian sediments of Norway (Smelror, 1978), Sweden (Le'Herisse, 1989), the U. S. A (Cramer & Diez, 1972; Cramer,



1969), Saudi Arabia (McClure, 1988), and Jordan (Keegan, Rasul & Shaheen, 1990). Therefore, the lower Silurian age (Llandovery) is suggested for the Sarchahan formation at Tang-e-Zakeen in Kuh-e-Faraghan, equating to the age-assignment of graptolite species.

The Seyahou formation mainly consist of variegated shales, siltstones, sandstones and subordinate limestones. Iron compounds such as hematite and limonites occur locally along bedding planes of the Seyahou formation. Thus color varies from white to light purple, buff, brown, reddish brown and black in the Seyahou formation. This variegated characteristic differentiates the Seyahou formation from the Sarchahan formation which is only dark-black in color. Sedimentary structures such as cross-bedding, graded bedding, symmetrical ripple-mark, micro-ripple, large concretion and trace fossils (trails, tracks and burrows) are

### نام سازند و تاریخچه سازند سیاهو:

عربستان سعودی و عدم گزارش آن در ایران از یک طرف و اندازه گیری ناقص این توالی در تنگ زکین (یزدان ملازال، ۱۹۶۳ و خردپیر-نیکل، ۱۹۷۳) از طرف دیگر موجب گردید که این توالی رسوبی مورد بازنگری قرار گیرد. از این رو، این توالی رسوبی بوسیله مولف و محمدابراهیم خسروی (۱۹۸۵) به منظور تعیین سن دقیق و نیز مطالعه رسوب شناسی آن، اندازه گیری و نمونه برداری شد (شکل ۱).

### ضخامت و ویژگی های سنگ شناسی سازند سیاهو:

ضخامت این توالی رسوبی در تنگ زکین ۸۰۷ متر می باشد که ویژگی های سنگ شناسی آن در روی زمین از پایین به بالا به شرح زیر است:

۱۶ متر: ماسه سنگ الوان (صورتی، سبز و خاکستری) دانه درشت و کنگلومرادر (قطعات زاویه دار چرت سیاه و کوارتزیت گرد شده).

۲ متر: پوشیده

۱۵ متر: تناوب ماسه سنگ دانه ریز قهوه ای رنگ با لایه بندی متوسط و دارای ساختمان های رسوبی رپل مارک (ripple-mark)، لایه بندی متقاطع (cross-bedding) و آثار فسیل (trace fossils) همراه با لایه های شیل آهکی خاکستری و لایه های آهک ماسه ای قهوه ای فسیل دار (اورتوسراس، براکیوپود و اکتینوئید).

۱۰ متر: تناوب لایه های شیل سیلتی میکادار برنگ زیتونی - خاکستری و نیز شیل های لیمونیتی همراه با ماسه سنگ خاکستری با ساختمان های رسوبی (ripple-mark) و آهک قهوه ای متوسط لایه و فسیل دار (براکیوپود).

۲۵/۵ متر: ماسه سنگ دانه ریز خاکستری و فسیل دار (گراپتولیت).  
۲۳ متر: تناوب لایه های شیل آهکی خاکستری رنگ و concretion دار، سیلتستون و آهک متوسط لایه قهوه ای و فسیل دار (براکیوپود، اورتوسراس).

۲۰/۵ متر: تناوب لایه های شیل میکادار با رنگ خاکستری تیره و

نام این سازند از روستای سیاهو در ۸۰ کیلومتری شمال بندرعباس گرفته شده است. برش نمونه (type section) این سازند در تنگ زکین واقع در کوه فراقون و در فاصله ۲۳ کیلومتری شمال غرب روستای سیاهو در طول خاوری ۳۰' ۱۶" ۵۶° و عرض شمالی ۲۵' ۵۲" ۲۷° قرار دارد که با علامت اختصاری Os مشخص می شود. بخشی از این سازند نخستین بار به وسیله یزدان ملازال (۱۹۶۳) و سپس خردپیر و نیکل (۱۹۷۳) اندازه گیری، نمونه برداری و از نظر سنگ شناسی توصیف شده است. در تهیه این بخش از ستون چینه شناسی در تنگ زکین خردپیر و نیکل (۱۹۷۳) تعدادی نمونه از بخش شیلی نزدیک به قاعده سازند فراقون جهت مطالعه به انگلستان فرستادند. در این نمونه ها دیرینه شناسان شرکت نفت انگلیس (B.P) گونه های گراپتولیت *Monograptus socialis*, *Monograptus intermedius* و *Climacograptus scalaris* را تشخیص دادند. بر مبنای گونه های گراپتولیت مذکور، شیل های بخش فوقانی این توالی رسوبی را در تنگ زکین به سیلورین زیرین نسبت داده اند (یادداشت موجود در ستون چینه شناسی خردپیر و نیکل، ۱۹۷۳). بعدها سن پیشنهاد شده به تمام رسوباتی که زیر سازند فراقون قرار دارد تعمیم و در نتیجه تحت نام شیل های سیلورین در حوضه زاگرس معرفی گردید. اما بررسی های چینه شناسی در عربستان سعودی (Powers, 1968) نشان می دهد که در شمال غرب این کشور در نواحی تبوک (Tabuk) و قسیم (Qasim) توالی رسوبی با ترکیب ماسه سنگ و شیل وجود دارد که از هر نظر مشابه توالی موجود (سازندهای سیاهو و سرچاهان) در تنگ زکین است. این توالی رسوبی در عربستان سعودی، سازند تبوک (Tabuk Formation) نامیده شده و در نواحی تبوک و قسیم به ترتیب دارای ضخامت ۹۰۰ و ۶۸۰ متر است. سازند تبوک از پایین به بالا به بخش های شیلی Qusaiba و Ra'an, Hanadir تقسیم شده است که بر اساس گونه های گراپتولیت شناخته شده از آنها و نیز اطلاعات پالینولوژیکی به دست آمده به اردوئیسین - سیلورین نسبت داده شده است. بنابراین وجود رسوبات سازند تبوک (اردوئیسین - سیلورین) در



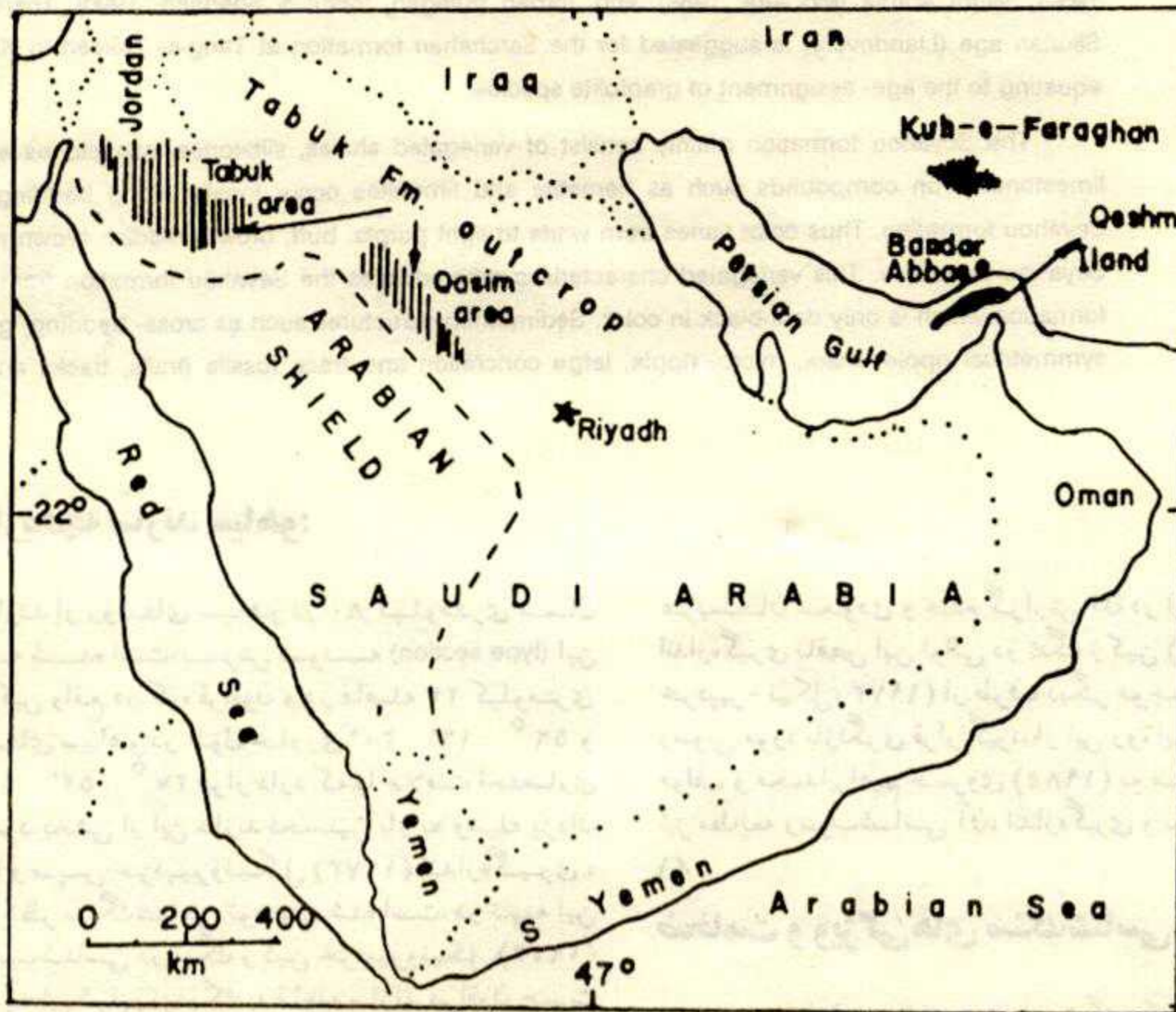


Fig. 1. Location map of studied area and Seyahou formation outcrop in Zagros Basin of Iran.

۱۸ متر: تناوب لایه‌های شیل خاکستری-زیتونی و ماسه سنگ آهکی دارای concretion با ساختمان‌های رسوبی (flut-cast)، لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و آثار فسیل (trace-fossils).  
 ۷ متر: تناوب سیلتستون میکادار و زرد رنگ، ماسه سنگ، آهک و آهک ماسه‌ای هماتی.  
 ۱۱ متر: تناوب شیل‌های آهکی میکادار، سیلتستون با concretion و آهک ماسه‌ای آجری رنگ و فسیل‌دار (کریونید).  
 ۱۲ متر: تناوب آهک شیلی قهوه‌ای و فسیل‌دار (براکیوپود، اورتوسراس، تریلوبیت، کریونید، بریوزوآ)، سیلتستون، ماسه سنگ آهکی و لایه‌های شیل خاکستری تیره لیمونیت‌دار.  
 ۹ متر: تناوب آهک متوسط لایه قهوه‌ای و فسیل‌دار (اورتوسراس، ۷ متر: لایه‌های شیل آهکی خاکستری دارای load cast، ripple-mark و آثار فسیل (trace fossils).  
 ۶/۷ متر: تناوب سیلتستون متوسط لایه خاکستری رنگ، لایه‌های شیل لیمونیتی ورقه‌ای و آهک متوسط لایه قهوه‌ای با آثار فسیل (trace fossils).

دارای آثار فسیل (trace fossils)، آهک متوسط لایه قهوه‌ای فسیل‌دار (اورتوسراس، براکیوپود) و ماسه سنگ‌های الوان با ساختمان رسوبی flut-cast.  
 ۱۵ متر: تناوب لایه‌های شیل خاکستری، سیلتستون و ماسه سنگ میکادار متوسط لایه قهوه‌ای رنگ دارای ساختمان‌های رسوبی (ripple-mark)، لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) فلوت کست (flut-cast) و آهک ماسه‌ای متوسط لایه و فسیل‌دار (اورتوسراس، براکیوپود، کریونید و گراپتولیت).  
 ۱۰ متر: تناوب لایه‌های شیل تیره، سیلتستون آهکی و آهک ماسه‌ای قهوه‌ای و فسیل‌دار (کریونید، براکیوپود).  
 ۱۹ متر: تناوب لایه‌های شیل سیلتی میکادار خاکستری و آهک‌های نازک لایه قهوه‌ای رنگ.  
 ۱۳ متر: تناوب دولومیت ماسه‌ای، آهک قهوه‌ای، سیلتستون آهکی، ماسه سنگ و لایه‌های شیل ورقه‌ای میکادار با ساختمان‌های رسوبی از جمله (flut-cast)، لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و آثار فسیل (trace-fossils).



۶ متر: تناوب لایه‌های شیل آهکی خاکستری تیره و سیلتستون با آثار فسیل (trace fossils).  
 ۱۷/۲ متر: پوشیده.  
 ۱۳/۵ متر: تناوب لایه‌های ورقه‌ای شیل خاکستری و آهک ماسه‌ای با آثار فسیل (trace fossils).  
 ۱۲/۸ متر: تناوب لایه‌های شیل تیره، آهک شیلی و ماسه‌سنگ دارای لودکست (load cast)، لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و آثار فسیل (trace fossils).  
 ۲۲/۷ متر: تناوب ماسه‌سنگ لیمونیتی متوسط لایه، ریپل مارک (ripple mark) دار با لایه‌های ورقه‌ای شیل آهکی خاکستری رنگ.  
 ۸/۸ متر: تناوب لایه‌های شیل آهکی خاکستری رنگ و ماسه‌سنگ متوسط لایه با لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و آثار فسیل (trace fossils).  
 ۵ متر: لایه‌های شیل آهکی خاکستری و ماسه‌سنگ متوسط لایه با لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و آثار فسیل (trace fossils).  
 ۱۴ متر: لایه‌های شیل آهکی خاکستری رنگ و ماسه‌سنگ‌های متوسط لایه قهوه‌ای با ساختمان‌های رسوبی (load cast) و آثار فسیل (trace fossils).  
 ۲۷/۳ متر: پوشیده.  
 ۱۷/۷ متر: تناوب شیل‌های خاکستری تیره، ماسه‌سنگ‌های آهکی، سیلتستون‌های آهکی متوسط لایه فسیل‌دار (اورتوسراس) با ساختمان‌های رسوبی از جمله لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و concretion.  
 ۱۴/۵ متر: تناوب سیلتستون‌های متوسط لایه و لایه‌های شیل خاکستری تیره.  
 ۷ متر: تناوب لایه‌های ورقه‌ای شیل آهکی خاکستری تیره، سیلتستون و ماسه‌سنگ.  
 ۲۲/۳ متر: پوشیده.  
 ۱۱ متر: لایه‌های شیل آهکی با رنگ خاکستری تیره و ماسه‌سنگ‌های عدسی شکل (lenticular).  
 ۲۸/۵ متر: لایه‌های شیل آهکی خاکستری تیره، ماسه‌سنگ‌های عدسی شکل با ساختمان‌های رسوبی (ripple mark)، لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و آثار فسیل (trace fossils).  
 ۳۳/۸ متر: تناوب شیل‌های آهکی خاکستری تیره و ماسه‌سنگ‌های عدسی شکل رنگارنگ با لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding).  
 ۱۶/۵ متر: ماسه‌سنگ با لایه‌بندی نازک و متوسط و لایه‌های شیل سیلتی خاکستری.  
 ۸ متر: ماسه‌سنگ کوارتزیتی متوسط تا ضخیم‌لایه و سفیدرنگ با لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding).  
 ۱۰ متر: ماسه‌سنگ آهکی نازک لایه و قهوه‌ای رنگ با ساختمان‌های رسوبی ریپل مارک (ripple mark) و آثار فسیل (trace fossils) همراه با لایه‌های نازک شیل خاکستری تیره به صورت بین‌لایه‌ای.  
 ۲۰ متر: لایه‌های شیل آهکی خاکستری تیره و ماسه‌سنگ نازک‌لایه به

تریلوبیت، براکیوپود، کرینوتید، لایه‌های شیل ورقه‌ای خاکستری، ماسه‌سنگ متوسط لایه آجری با آثار فسیل (trace fossils) و آهک متوسط لایه قهوه‌ای فسیل‌دار و دارای concretion لیمونیتی.  
 ۱۹/۵ متر: تناوب لایه‌های شیل لیمونیتی خاکستری رنگ و فسیل‌دار (تریلوبیت، براکیوپود، اورتوسراس، گاستروپود) و آهک ماسه‌ای قهوه‌ای با لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding).  
 ۹ متر: تناوب لایه‌های شیل ورقه‌ای با رنگ خاکستری تیره و آهک قهوه‌ای.  
 ۱۳/۵ متر: تناوب لایه‌های شیل خاکستری تیره و آهک سیلتی قهوه‌ای تیره.  
 ۹ متر: تناوب لایه‌های شیل خاکستری تیره و آهک نازک لایه قهوه‌ای.  
 ۲۰/۵ متر: تناوب آهک متوسط لایه خاکستری، لایه‌های شیل خاکستری تیره، سیلتستون نرم (friable) خاکستری و آهک متوسط-ضخیم‌لایه و فسیل‌دار (براکیوپود).  
 ۱۴ متر: تناوب سیلتستون متوسط لایه هماتیتی، آهک قهوه‌ای فسیل‌دار (براکیوپود) و لایه‌های شیل ورقه‌ای میکادار با رنگ خاکستری تیره.  
 ۱۱ متر: تناوب لایه‌های شیل ورقه‌ای میکادار با رنگ خاکستری، آهک سیلتی متوسط لایه و قهوه‌ای و ماسه‌سنگ نرم (friable) قهوه‌ای دارای concretion.  
 ۱۲ متر: تناوب آهک ماسه‌ای قهوه‌ای رنگ و فسیل‌دار (براکیوپود، اورتوسراس و اکینوتید)، ماسه‌سنگ با لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding)، آهک سیلتی متوسط لایه قهوه‌ای، لایه‌های شیل ورقه‌ای خاکستری تیره، سیلتستون نرم (friable) آهکی با concretion همراه با شیل‌های آهکی هماتیت‌دار.  
 ۷/۵ متر: تناوب لایه‌های شیل خاکستری تیره، سیلتستون نرم (friable) خاکستری، آهک متوسط لایه قهوه‌ای، لایه‌های شیل ورقه‌ای الوان و ماسه‌سنگ سیلتی ریپل مارک (ripple-mark) دار.  
 ۸/۵ متر: تناوب لایه‌های شیل خاکستری تیره و ماسه‌سنگ سیلتی متوسط لایه میکادار با لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و concretion.  
 ۸ متر: تناوب لایه‌های آهکی شیل با رنگ خاکستری تیره، ماسه‌سنگ آهکی متوسط لایه، لایه‌های شیل لیمونیتی و سیلتستون نرم (friable).  
 ۴ متر: پوشیده.  
 ۱۴ متر: تناوب لایه‌های شیل خاکستری تیره و سیلتستون متوسط لایه قهوه‌ای با concretion.  
 ۱۰ متر: تناوب سیلتستون آهکی متوسط لایه، لایه‌های شیل خاکستری تیره، ماسه‌سنگ آهکی و آهک متوسط لایه قهوه‌ای با آثار فسیل (trace fossils).  
 ۷/۵ متر: تناوب سیلتستون آهکی میکادار متوسط لایه با رنگ خاکستری، لایه‌های شیل آهکی تیره و ماسه‌سنگ متوسط load cast و ripple-mark دار.

۶ متر: تناوب لایه‌های شیل آهکی خاکستری تیره و سیلتستون با آثار فسیل (trace fossils).  
 ۱۷/۲ متر: پوشیده.  
 ۱۳/۵ متر: تناوب لایه‌های ورقه‌ای شیل خاکستری و آهک ماسه‌ای با آثار فسیل (trace fossils).  
 ۱۲/۸ متر: تناوب لایه‌های شیل تیره، آهک شیلی و ماسه‌سنگ دارای لودکست (load cast)، لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و آثار فسیل (trace fossils).  
 ۲۲/۷ متر: تناوب ماسه‌سنگ لیمونیتی متوسط لایه، ریپل مارک (ripple mark) دار با لایه‌های ورقه‌ای شیل آهکی خاکستری رنگ.  
 ۸/۸ متر: تناوب لایه‌های شیل آهکی خاکستری رنگ و ماسه‌سنگ متوسط لایه با لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و آثار فسیل (trace fossils).  
 ۵ متر: لایه‌های شیل آهکی خاکستری و ماسه‌سنگ متوسط لایه با لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و آثار فسیل (trace fossils).  
 ۱۴ متر: لایه‌های شیل آهکی خاکستری رنگ و ماسه‌سنگ‌های متوسط لایه قهوه‌ای با ساختمان‌های رسوبی (load cast) و آثار فسیل (trace fossils).  
 ۲۷/۳ متر: پوشیده.  
 ۱۷/۷ متر: تناوب شیل‌های خاکستری تیره، ماسه‌سنگ‌های آهکی، سیلتستون‌های آهکی متوسط لایه فسیل‌دار (اورتوسراس) با ساختمان‌های رسوبی از جمله لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و concretion.  
 ۱۴/۵ متر: تناوب سیلتستون‌های متوسط لایه و لایه‌های شیل خاکستری تیره.  
 ۷ متر: تناوب لایه‌های ورقه‌ای شیل آهکی خاکستری تیره، سیلتستون و ماسه‌سنگ.  
 ۲۲/۳ متر: پوشیده.  
 ۱۱ متر: لایه‌های شیل آهکی با رنگ خاکستری تیره و ماسه‌سنگ‌های عدسی شکل (lenticular).  
 ۲۸/۵ متر: لایه‌های شیل آهکی خاکستری تیره، ماسه‌سنگ‌های عدسی شکل با ساختمان‌های رسوبی (ripple mark)، لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و آثار فسیل (trace fossils).  
 ۳۳/۸ متر: تناوب شیل‌های آهکی خاکستری تیره و ماسه‌سنگ‌های عدسی شکل رنگارنگ با لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding).  
 ۱۶/۵ متر: ماسه‌سنگ با لایه‌بندی نازک و متوسط و لایه‌های شیل سیلتی خاکستری.  
 ۸ متر: ماسه‌سنگ کوارتزیتی متوسط تا ضخیم‌لایه و سفیدرنگ با لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding).  
 ۱۰ متر: ماسه‌سنگ آهکی نازک لایه و قهوه‌ای رنگ با ساختمان‌های رسوبی ریپل مارک (ripple mark) و آثار فسیل (trace fossils) همراه با لایه‌های نازک شیل خاکستری تیره به صورت بین‌لایه‌ای.  
 ۲۰ متر: لایه‌های شیل آهکی خاکستری تیره و ماسه‌سنگ نازک‌لایه به



۲/۸ متر: سیلتستون نرم متوسط لایه با لایه بندی متقاطع (cross-bedding).

۱۵/۵ متر: تناوب لایه های شیل آهکی میکادار خاکستری، ماسه سنگ عدسی شکل (lenticular) با لایه بندی متقاطع (cross-bedding) و آهک شیلی متوسط لایه.

صورت عدسی شکل.

۲۴/۳ متر: لایه های شیل آهکی خاکستری تیره همراه با concretion های آهکی قهوه ای رنگ.

۱۴ متر: لایه های شیل آهکی خاکستری تیره و ماسه سنگ متوسط لایه با لودکست (load cast) و آثار فسیل (trace fossils).

۳/۴ متر: لایه های ورقه ای شیل آهکی با رنگ خاکستری و ماسه سنگ قهوه ای با فلوت کست (flut cast).

۴/۳ متر: لایه های ورقه ای شیل با رنگ خاکستری تیره همراه با لایه های شیل ارغوانی و آبی و ماسه سنگ دانه ریز سفید (شکل ۲)\*

### گسترش سازند سیاهو در حوضه زاگرس:

همانطور که در بالا آمده است، ترادف یا ردیف رسوبی مورد مطالعه در تنگ زکین جمعاً ۸۰۷ متر ضخامت دارد که براساس ویژگی های سنگ شناسی به دو واحد سنگی به نام های سازند سیاهو و سازند سرچاهان تقسیم و معرفی می شود. از این ضخامت ۷۴۱ متر آن را سازند سیاهو و ۶۶ متر بقیه را سازند سرچاهان تشکیل می دهد. در برش نمونه (Type section) واقع در تنگ زکین (Type locality) قاعده سازند سیاهو از ماسه سنگ کنگلومرادر و الوان تشکیل شده است که بر روی آن تناوبی از لایه های شیل میکادار، سیلتستون، ماسه سنگ و آهک ماسه ای قهوه ای و فسیل دار قرار می گیرد. این تناوب رخساره سنگی تا انتهای سازند سیاهو ادامه دارد که به رنگ های قهوه ای، خاکستری، صورتی و خاکستری تیره در روی زمین دیده می شود. در سطوح بین لایه های این سازند ترکیبات مختلف آهن (به طور مثال هماتیت و لیمونیت) به فراوانی وجود دارد که تنوع رنگ در این سازند تا حدی به وجود این ترکیبات بستگی دارد. در سازند سیاهو نیز ساختمان های رسوبی متنوع از جمله لایه بندی متقاطع (cross-bedding)، رپل مارک (ripple mark)، لودکست (load cast)، فلوت کست (flut-cast)، آثار فسیل (trace fossils) و کنکرسیون های آهکی (concretions) فراوانی وجود دارد. از میان ساختمان های رسوبی مذکور، کنکرسیون های آهکی قهوه ای (concretions) بیشتر از سایر آن ها جلب نظر می کند زیرا این کنکرسیون ها قطری بین ۰/۵ تا ۱ متر داشته و به رخساره های شیلی و سیلتی افق های مختلف سازند سیاهو محدود می شود. بخش فوقانی سازند سیاهو از ماسه سنگ کوارتزیتی سفیدرنگ (۸ متر) و ماسه سنگ های آهکی متوسط لایه و قهوه ای رنگ (۱۰ متر) تشکیل شده است که این رخساره آن را به سهولت از سازند سرچاهان جدا می کند بدین ترتیب سازند سیاهو بین ماسه سنگ کنگلومرادر در قاعده و ماسه سنگ کوارتزیتی سفید و \* به علت بزرگ بودن ابعاد نقشه چاپ آن در فصلنامه امکان پذیر نشد. علاقمندان به دفتر فصلنامه مراجعه نمایند.

قهوه ای رنگ در بالا محدود می شود. سازند سرچاهان در تنگ زکین از ۶۶ متر شیل تیره گراپتولیت دار تشکیل شده است که به طور هم شیب روی ماسه سنگ های قهوه ای رنگ سازند سیاهو قرار می گیرد. از این رو تبدیل سازند سیاهو به سازند سرچاهان در محل کنتاکت با تغییر رخساره سنگی همراه است. علاوه بر کوه فراقون، سازند سیاهو با ضخامت ۵۸ متر در کوه سورمه بیرون زدگی دارد که به علت پوشیده بودن بقیه ترادف یا ردیف، تعیین ضخامت آن در این محل امکان پذیر نیست. این سازند نیز در چاه های اکتشافی نواحی فارس از جمله چاه زیره شماره یک، کوه سیاه شماره یک و در چاه شماره یک کبیر کوه واقع در لرستان به ترتیب ۱۵۶ متر، ۱۱۷ متر و ۱۰۰ متر ضخامت دارد.

### سنگواره ها و سن سازند سیاهو:

سازند سیاهو دارای ماکروفسیل های جانوری فراوان از جمله اورتوسراس، تریلوبیت، کرینوتید، بریوزوآ و براکیوپود می باشد. با وجود این بررسی روی آن ها تا کنون در حد جنس و گونه صورت نگرفته است تا به کمک آن ها بتوان سن این ضخامت (سازند سیاهو) از توالی رسوبی مورد مطالعه را در تنگ زکین تعیین کرد. از این رو تعیین سن سازند سیاهو تنها بر مبنای ارزش چینه شناسی گونه های مختلف پالینومرف قرار دارد که در زیر به شرح آن ها خواهیم پرداخت. از طرف دیگر ماکروفسیل های جانوری سازند تبوک در عربستان سعودی، بویژه گونه های گراپتولیت، بخش های شیلی Ra'an, Hanadir این سازند که معادل سازند سیاهو در تنگ زکین است به وسیله دیرینه شناسان شرکت نفت آن کشور (Powers, 1968) مطالعه شده است. براساس گونه های گراپتولیت شناخته شده از این دو بخش (Ra'an, Hanadir) سازند تبوک به اردوئین میانی و بالایی نسبت داده شده است. بنابراین بر مبنای این مقایسه سازند سیاهو و سازند تبوک احتمالاً سنی یکسان دارند. از آن جا که ماکروفسیل های جانوری از قبیل کرینوتید، بریوزوآ، براکیوپود، اورتوسراس و گراپتولیت در رخساره های رسوبی مختلف سازند سیاهو وجود دارد، می توان نتیجه گرفت که این سازند در محیط دریا ته نشین شده است. از سوی دیگر، ساختمان های رسوبی فراوان از جمله flut cast, load cast, ripple mark لایه بندی متقاطع (cross-bedding)، اثر فسیل ها (Trace fossils) و نیز کنکرسیون های آهکی در افق های مختلف سازند سیاهو وجود دارد. ساختمان های رسوبی مذکور معرف تشکیل سازند سیاهو در شرایط دریایی کم عمق است که با تفسیر محیط رسوبی سازند تبوک در عربستان سعودی (Mc Clure, 1988) مطابقت دارد. اگرچه افق های مختلف توالی رسوبی (سازندهای سیاهو و سرچاهان) مورد مطالعه در تنگ زکین دارای ماکروفسیل های جانوری از جمله براکیوپود، تریلوبیت، اورتوسراس، بریوزوآ، و کرینوتید می باشد اما بررسی و مطالعه بر روی آن ها تا کنون انجام نشده است. با وجود این از میان گروه های مذکور تنها مطالعه روی گراپتولیت های بخش





از رسوبات اردوین بالایی لیبی (Richardson, 1988, 1985)، عربستان سعودی (McClure, 1988) و چکسلواکی (Vavrdova, 1988, 1989) گزارش شده است که قابل مقایسه با گونه‌های سازند سیاه در تنگ زکین می‌باشد.

**زون آکریتارش II:** این بیوزون در ضخامت ۱۹۳ متر از سازند سیاه وجود دارد که با ظهور گونه‌های آکریتارش *Multiplicisphaeridium raspa*, *Baltisphaeridium regnellii* و *Baltisphaeridium hamatum* مشخص می‌شود. همراه با این بیوزون آکریتارش، بیوزون C2 کیتینوزوآ با گونه *Cyathochitina fistulosa* نیز وجود دارد. علاوه بر گونه‌های پالینومرف فوق در این بیوزون اکثر گونه‌های پالینومرف بیوزون I نیز دیده می‌شود.

**زون آکریتارش III:** این بیوزون در ضخامت ۲۳۲ متر از سازند سیاه ادامه دارد که با ظهور گونه‌های آکریتارش

*Multiplicisphaeridium irregulare*, *Evittia denticulata denticulata*, *Navifusa ancepsipuncta* و *Veryhachium valiente* مشخص می‌شود. به موازات این بیوزون آکریتارش، زون C3 کیتینوزوآ با ظهور گونه‌های *Armoricochitina nigerica* و *Lagenochitina baltica* مشخص می‌شود. در این بیوزون اغلب گونه‌های پالینومرف بیوزون‌های I و II نیز وجود دارد (شکل ۳).

**زون آکریتارش IV:** این بیوزون به ضخامت ۱۳۶ متر از سازند سیاه محدود می‌شود که با ظهور گونه‌های آکریتارش

*Orthosphaeridium inflatum*, *Actinotodissus crassus*, *Peteinosphaeridium nudum*, *Eupoikilofusa sp.*, *Actinotodissus longilateosus*, *Eupoikilofusa parvuligranosa*

و *Baltisphaeridium latiradiatum* مشخص می‌شود. در این بیوزون علاوه بر گونه‌های آکریتارش فوق اغلب گونه‌های پالینومرف مذکور در زون‌های I تا III نیز وجود دارد.

همان طوری که در شکل ۲ نشان داده شده است، بیوزون‌های I تا IV به سازند سیاه محدود بوده و اکثر گونه‌های پالینومرف این بیوزون‌ها در سازند مذکور ظاهر و از بین می‌رود. از میان گونه‌های پالینومرف این بیوزون‌ها تنها

*Evittia denticulata denticulata*, *Eupoikilofusa sp.*, *Veryhachium valiente*

و *Veryhachium trispinosum* به بیوزون‌های بالایی (V و VI) ادامه پیدا می‌کنند.

در بیوزون‌های I تا IV از سکانس رسوبی مورد مطالعه در تنگ زکین، گونه‌های شاخص پالینومرف

فوقانی (سازند سرچاهان) این توالی رسوبی به وسیله شرکت نفت انگلیس (B.P) صورت گرفته و گونه‌های گراپتولیت *Monograptus socialis*، *Monograptus intermedius* و *Climacograptus scalaris* در آن مشخص شده است. براساس گونه‌های گراپتولیت فوق این بخش از توالی رسوبی مورد مطالعه را (سازند سرچاهان) به سیلورین زیرین نسبت داده‌اند (Kheradpir and Nicol, 1973) که بعدها این نسبت سنی به تمام ضخامت این توالی رسوبی تعمیم داده شده است. از این رو به منظور تعیین ارتباط سنی این توالی رسوبی (سازند سیاه و سازند سرچاهان) بیش از ۲۰۰ نمونه رسوبی در آزمایشگاه پالینولوژی اکتشاف وزارت نفت تجزیه و میکروفسیل‌های آن مطالعه گردید. در این مطالعه ۱۰۰ گونه پالینومرف شناسایی گردید که این گونه‌ها در ۶ بیوزون آکریتارش و ۴ بیوزون کیتینوزوآ از پایین به بالا به شرح زیر منظم شده است:

**زون آکریتارش I:** این بیوزون کمی بالاتر از قاعده سازند سیاه شروع و در ضخامت ۱۸۰ متر از این سازند ادامه می‌یابد. از ویژگی‌های این بیوزون ظهور گونه‌های شاخص آکریتارش از جمله:

*Veryhachium subglobosum*, *Veryhachium reductum*, *Villosacapsula setosapellicula*, *Orthosphaeridium ternatum*, *Orthosphaeridium octospinosum*, *Orthosphaeridium chondrododora*, *Evittia sanpetrensis*, *Leiosphaeridia ketchenata*, *Leiosphaeridia tenuissima*, *Gorgonisphaeridium antiquum*, *Goniosphaeridium splendens*, *Baltisphaeridium longispinosum delicatum*

و *Veryhachium trispinosum* می‌باشند که اکثر آن‌ها در بیوزون‌های II، III، VI وجود دارند. به موازات این بیوزون آکریتارش بیوزون C1 نیز ظاهر می‌شود که با ظهور گونه‌های کیتینوزوآ از قبیل:

*Desmochitina minor*, *Calpichitina lenticularis*, *Desmochitina minor forma typica*, *Rhabdochitina usilata*, *Conochitina senta*, *Belonechitina micracantha typica*, *Conochitina sp.*

و *Cyathochitina companulaeformis* مشخص می‌شود که تا حدی با گونه‌های بخش Hanadir از سازند تبوک واقع در عربستان مطابقت دارد. در بخش ماسه‌سنگ کنگلومرادر قاعده سازند سیاه گونه‌های مربوط به آکریتارش و کیتینوزوآ وجود ندارد اما گونه‌های کریپتوسپور و میوسپور مربوط به گیاهان اولیه از قبیل:

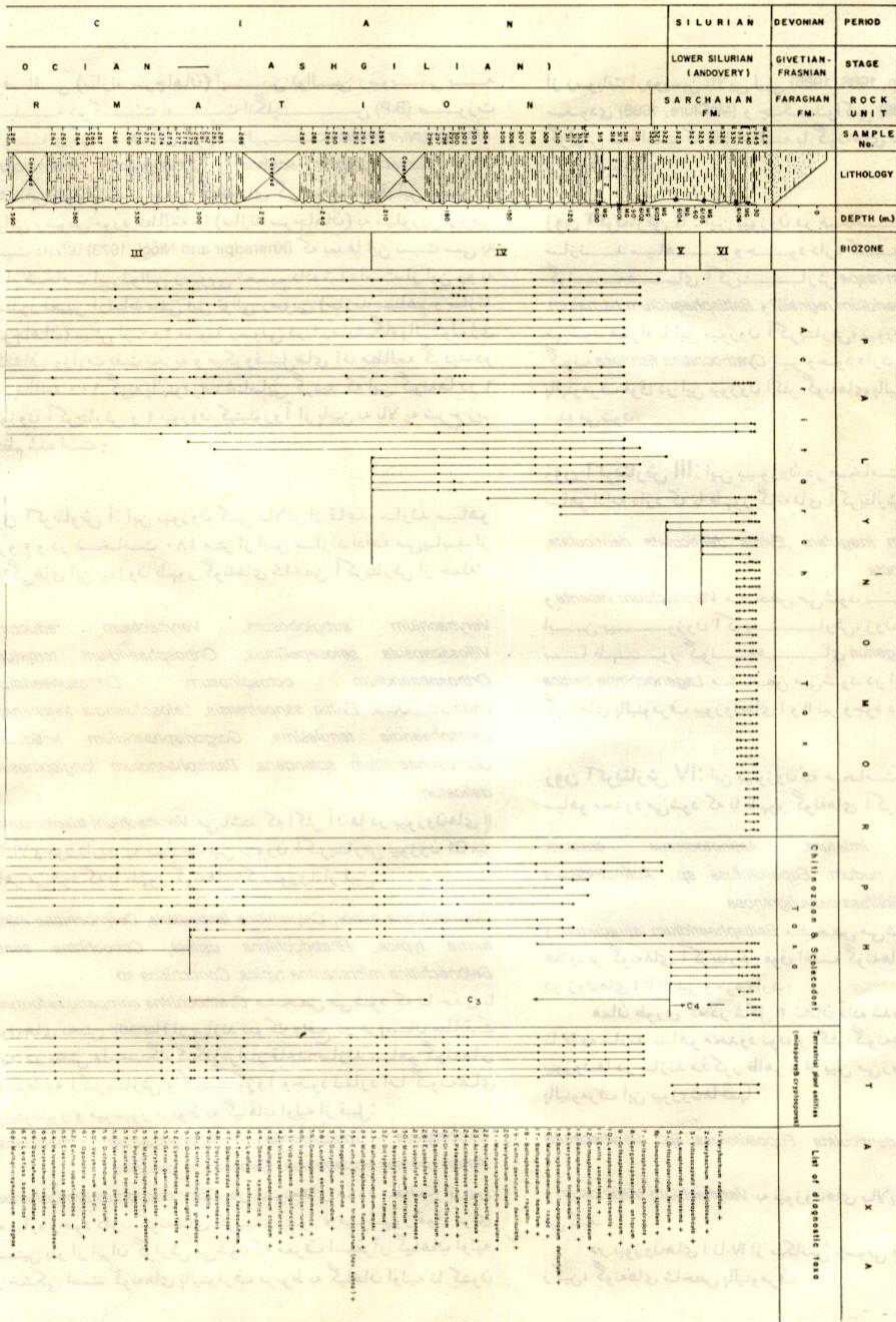
*Dyadospora murusdensa*, *Tetraedraletes medinensis*, *Ambitisporites imperfectus*, *Trilonialetes vacuolus*

و *Emphanisporites protophanus* در نمونه‌های مورد مطالعه از این رخساره وجود دارد. گونه‌های کریپتوسپور و میوسپور فوق برای نخستین بار از ایران گزارش می‌شود که معرف استقرار گیاهان اولیه در خشکی است. گونه‌های پالینومرف مربوط به گیاهان اولیه تا کنون

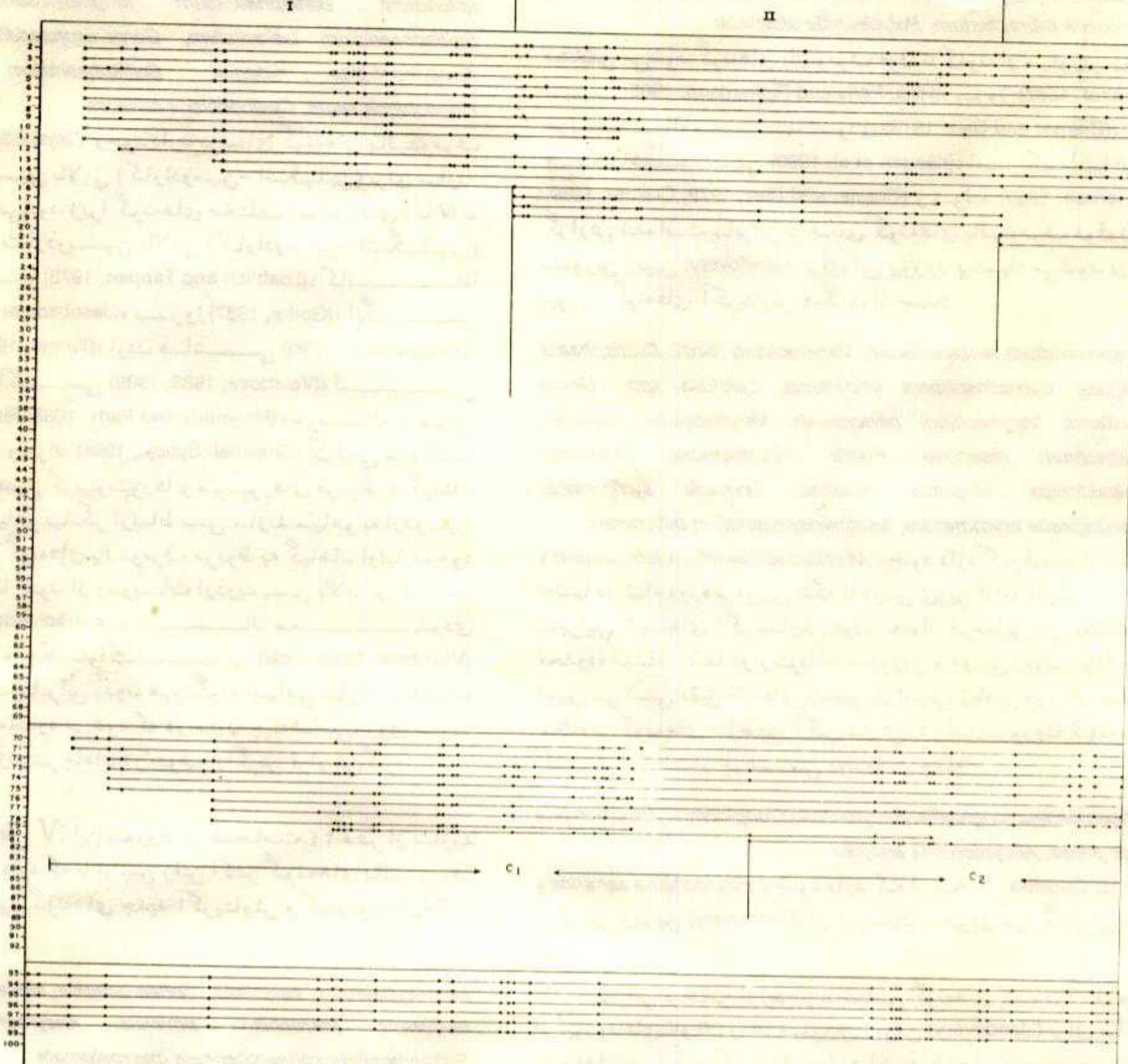
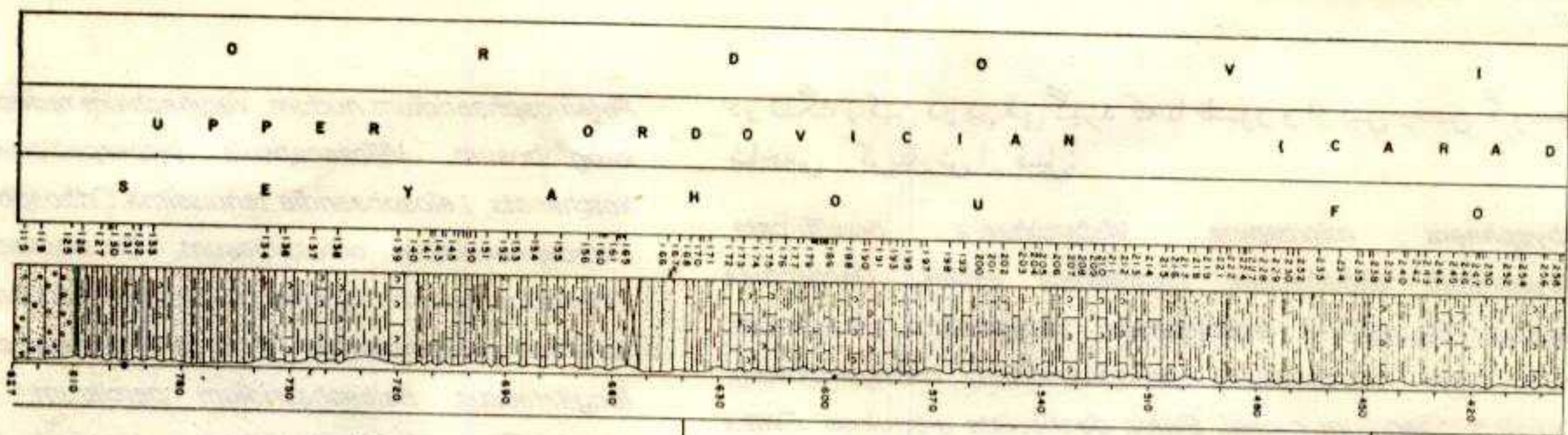




Fig. 3 - BIOSTRATIGRAPHY OF LOWER PALAEOZOIC SEQUENCE AT  
TANG-E-ZAKH OF KUH-E FARAGHAN  
IN ZAGROS BASIN, IPAN







**LEGEND**

- 1. Sandstone
- 2. Shale
- 3. Limestone
- 4. Gypsum
- 5. ...
- 6. ...
- 7. ...
- 8. ...
- 9. ...
- 10. ...
- 11. ...
- 12. ...
- 13. ...
- 14. ...
- 15. ...
- 16. ...
- 17. ...
- 18. ...
- 19. ...
- 20. ...
- 21. ...
- 22. ...
- 23. ...
- 24. ...
- 25. ...
- 26. ...
- 27. ...
- 28. ...
- 29. ...
- 30. ...
- 31. ...
- 32. ...
- 33. ...
- 34. ...
- 35. ...
- 36. ...
- 37. ...
- 38. ...
- 39. ...
- 40. ...
- 41. ...
- 42. ...
- 43. ...
- 44. ...
- 45. ...
- 46. ...
- 47. ...
- 48. ...
- 49. ...
- 50. ...
- 51. ...
- 52. ...
- 53. ...
- 54. ...
- 55. ...
- 56. ...
- 57. ...
- 58. ...
- 59. ...
- 60. ...
- 61. ...
- 62. ...
- 63. ...
- 64. ...
- 65. ...
- 66. ...
- 67. ...
- 68. ...
- 69. ...
- 70. ...
- 71. ...
- 72. ...
- 73. ...
- 74. ...
- 75. ...
- 76. ...
- 77. ...
- 78. ...
- 79. ...
- 80. ...
- 81. ...
- 82. ...
- 83. ...
- 84. ...
- 85. ...
- 86. ...
- 87. ...
- 88. ...
- 89. ...
- 90. ...
- 91. ...
- 92. ...
- 93. ...
- 94. ...
- 95. ...
- 96. ...
- 97. ...
- 98. ...
- 99. ...
- 100. ...

Dr. No. 4-2188





در تنگ زکین در بر می گیرد که با ظهور و از بین رفتن گونه های شاخص آکریتارش از قبیل:

*Visbysphaera microspina, Visbysphaera brevifurcata, Visbysphaera oligofurcata, Dactylofusa estillis, Dactylofusa neaghae, Dactylofusa maranhensis, Dictyotidium perlucidum, Dateriocradus monterrosae, Helosphaeridium clavispinulosum, Multiplicisphaeridium monki, Evittia denticulata granulosa, Evittia denticulata tribrachiatum, Polydeunffia eisenacki*

مشخص می شود. گونه های پالینومرف فوق تا کنون از سیلورین زیرین لیبی (Hills, Paris and Richardson, 1985)، نروژ (Smelror, 1987)، عربستان سعودی (Cramer and Diez, 1973)، اردن هاشمی (Keegan et al, 1990)، امریکا (1970) (Cramer and Diez, 1972; Cramer, 1969, Le Herisse, 1989) و سوند گزارش شده است. بنابراین بر مبنای گونه های پالینومرف فوق زمان سیلورین زیرین (Llandovery) برای این بیوزون پیشنهاد می شود. در این بیوزون گونه های آکریتارش دیگری از جمله:

*Tunisphaeridium tentaculiferum, Veryhachium lairdii, Dilatisphaera laevigata, Cymatiosphaera imperfecta, Leiofusa spp., Geron guerillerus, Veryhachium pertonensis, Veryhachium polyaster, Veryhachium rosendae, Evittia robustisprosa, Oppilatala eoplanktonica, Hogleintia corallina, Domasia symmetrica, Onondagaella asymmetrica, Multiplicisphaeridium bifurcatum*

و *Multiplicisphaeridium arbusculum* وجود دارد که انتشار آنها نه تنها در تمام دوره سیلورین بلکه تا دونین زیرین ادامه دارند. بنابراین گونه های آکریتارش فوق بعنوان فرم هایی می باشند که محدوده انتشار آنها در رسوبات سیلورین و دونین زیرین بوده و در تعیین سن نسبی دقیق لایه های رسوبی از ارزش زیاد برخوردار نیستند. علاوه بر گونه های شاخص آکریتارش، در این بیوزون گونه های کیتینوزوآ با انتشار چینه شناسی محدود از جمله:

*Sphaerochitina longicollis, Ancyrochitina longicornis, Ancyrochitina curta pilosa, Ancyrochitina ancyrea*

و *Plectochitina saharica* وجود دارد که از بخش Qusaiba با سن سیلورین زیرین (Llandovery) از عربستان سعودی نیز گزارش شده است.

بنابراین بر اساس ارزش چینه شناسی گونه های پالینومرف موجود در بیوزون های V و VI، زمان سیلورین زیرین (Llandovery) برای سازند سرچاهان در تنگ زکین پیشنهاد می شود که با سن مشخص شده بوسیله گونه های گراپتولیت این سازند مطابقت دارد.

بدین ترتیب سیلورین میانی و بالایی بصورت یک نبود چینه شناسی (hiatus) در تنگ زکین آشکار می شود که این حالت با اطلاعات بدست آمده (نبود چینه شناسی سیلورین میانی و بالایی) از سازند سرچاهان در محل برش نمونه در تنگ آبراغ واقع در کوه گهگم مطابقت کامل دارد.

*Peteinosphaeridium nudum, Veryhachium reductum, Veryhachium subglobosum, Villosacapsula setosapellicula, Leiosphaeridia ketchenata, Leiosphaeridia tenuissima, Orthosphaeridium inflatum, Orthosphaeridium octospinosum, Orthosphaeridium ternatum, Orthosphaeridium bispinosum, Orthosphaeridium chondrododora, Navifusa ancepsipuncta, Actinotodissus crassus, Actinotodissus longilateosus, Baltisphaeridium perclarum, Goniosphaeridium splendens, Baltisphaeridium longispinosum delicatum, Baltisphaeridium latiradiatum, Gorgonisphaeridium antiquum, Armoricochitina nigerica, Baltisphaeridium hirsutoides, Conochitina senta, Cyathochitina fistulosa*

و *Calpichitina lenticularis* وجود دارد. بر مبنای گونه های پالینومرف فوق زمان اردوئین بالایی (کارادوسین - اشگیلین) برای سازند سیاهو پیشنهاد می شود. زیرا گونه های مختلف بیوزون های I تا IV تا کنون از رسوبات اردوئین بالایی (کارادوسین - اشگیلین) امریکا (Loeblich and Tappan, 1978)، کانادا (Jacobson and Achab, 1985)، نروژ (Gorka, 1987)، انگلیس (Turner, 1982, 1984, 1985)، اردن هاشمی (Keegan et al, 1990)، چکسلواکی (Vavrdova, 1988, 1989)، لیبی (Molyneux and Paris, 1985, Richardson, 1988) (McClure, 1988) و ایران (Ghavidel-Syooki, 1994) گزارش شده است. از سویی دیگر حضور کریپتوسپورها و میوسپورهای مربوط به گیاهان اولیه در سازند سیاهو بیانگر ارتباط سنی سازند سیاهو به اردوئین بالایی است. زیرا گونه های پالینومرف مربوط به گیاهان اولیه موجود در سازند سیاهو تا کنون از رسوبات اردوئین بالایی لیبی (Richardson, 1988, 1985)، عربستان سعودی (Vavrdova, 1988, 1989) (McClure, 1988) و چکسلواکی گزارش شده است. بنابراین بدون هیچگونه ابهامی سازند سیاهو به اردوئین بالایی محدود می شود که در ستون چینه شناسی، روی سازند زردکوه و زیر سازند سرچاهان در حوضه زاگرس قرار می گیرد.

**زون آکریتارش V:** این بیوزون در ضخامت ۲۴ متر از سازند سرچاهان وجود دارد که با از بین رفتن اکثر گونه های پالینومرف بیوزون IV و ظهور گونه های جدید آکریتارش و کیتینوزوآ (C4) از قبیل:

*Neoveryhachium carminae, Sphaerochitina viterea, Dictyotidium faviformis, Pterochitina priveolata, Ancyrochitina nodosa, Sphaerochitina sphaerocephala macrostomata*

و *Ancyrochitina fragilis pseudoagglatinas* مشخص می شود. علاوه بر گونه های پالینومرف فوق، در این بیوزون اسپورهای واقعی از جمله: *Ambitisporites dilutus* و *Ambitisporites avitus* ظاهر می شوند.

**زون آکریتارش VI:** این بیوزون ۴۲ متر از سازند سرچاهان را



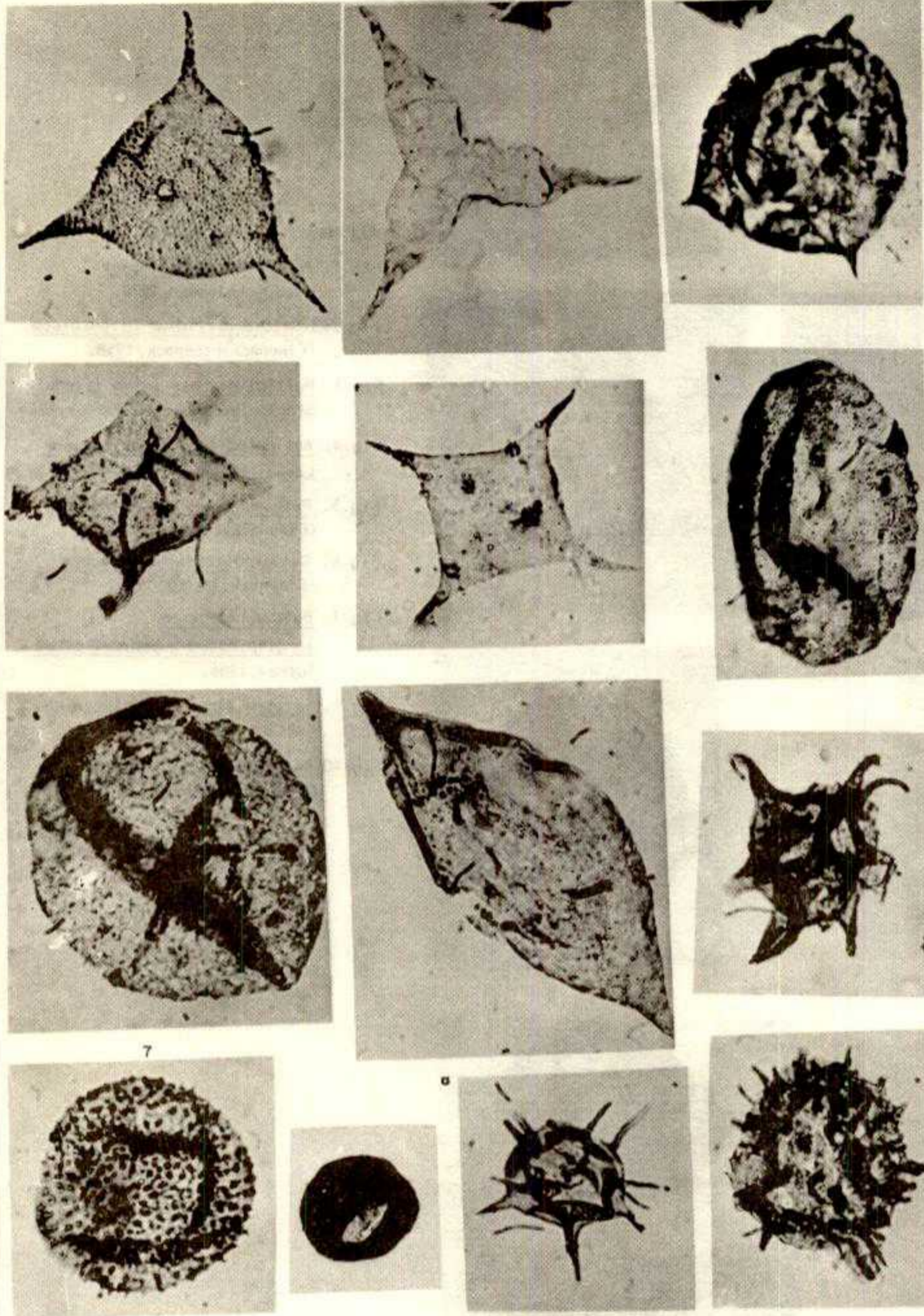


Plate 1

All Magnification x 1200

Fig.1. *Villosacapsula setosapellucula* Loeblich&Tappan, 1969.

Fig.2. *Veryhachium reductum* (Deunff)Jekhowsky, 1961.

Fig.3. *Veryhachium subglobosum* Jardine,Combaz, Peniguel&Vachey, 1974.

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

Fig.5. *Veryhachium valiente* Cramer, 1964.

Fig.6. *Navifusa ancepsipuncta* Loeblich, 1970.

Fig.7. *Leipsphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958.

Fig.8. *Leiofusa fusiformis* (Eisenack) Eisenack, 1938.

Fig.9. *Baltisphaeridium regnelli* Kjellstrom, 1971.

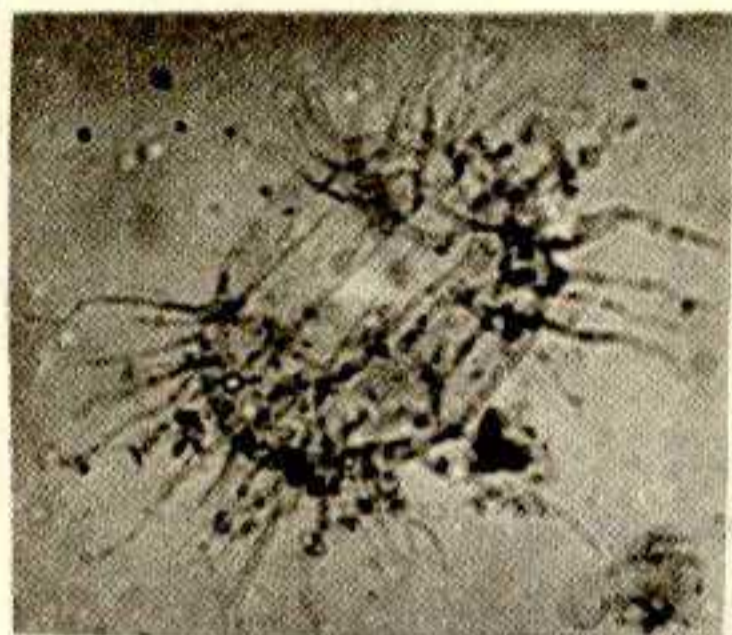
Fig.10. *Baltisphaeridium hamatum*(Downie) Kjellstrom, 1976.

Fig.11. *Leiosphaeridia ketchenata* Turner, 1984.

Fig.12. *Micrhystridium stellatum* Deflandre, 1945.

Fig.13. *Multiplicisphaeridium raspa* (Cramer)Lister, 1970.





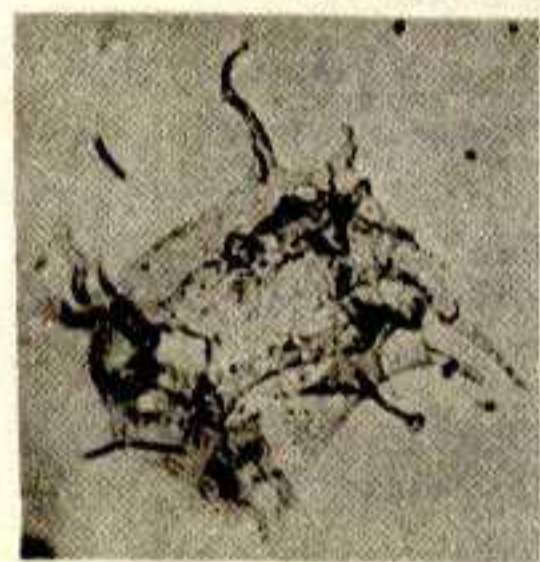
1



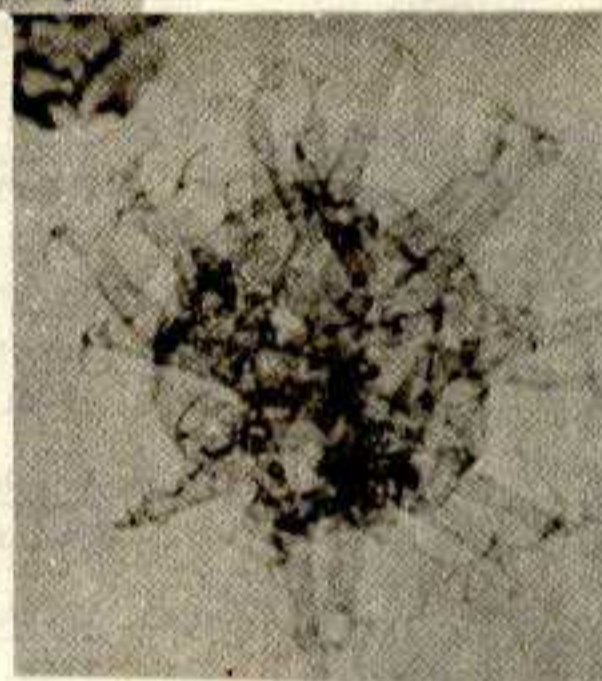
2



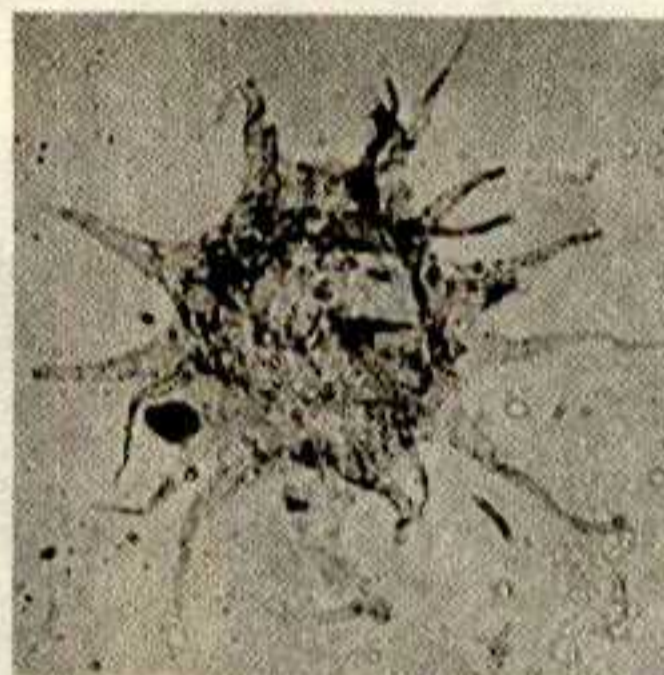
3



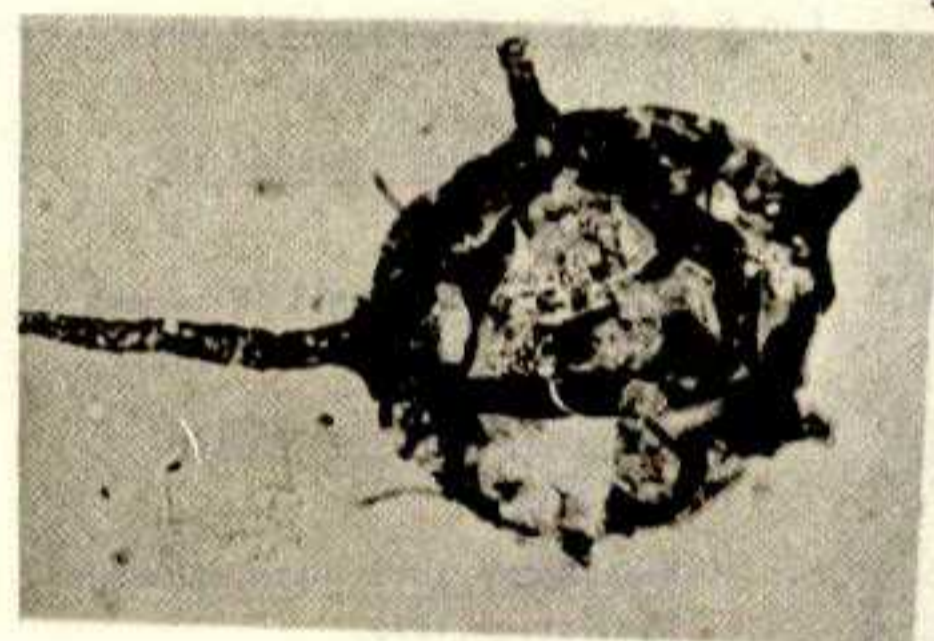
4



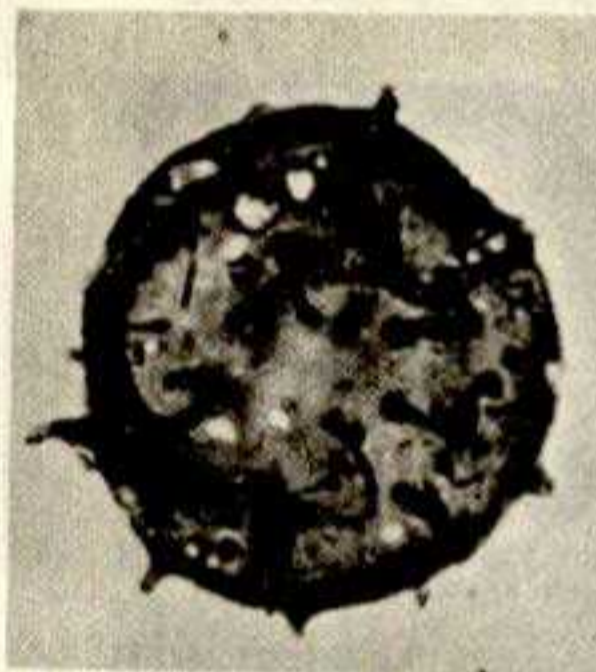
5



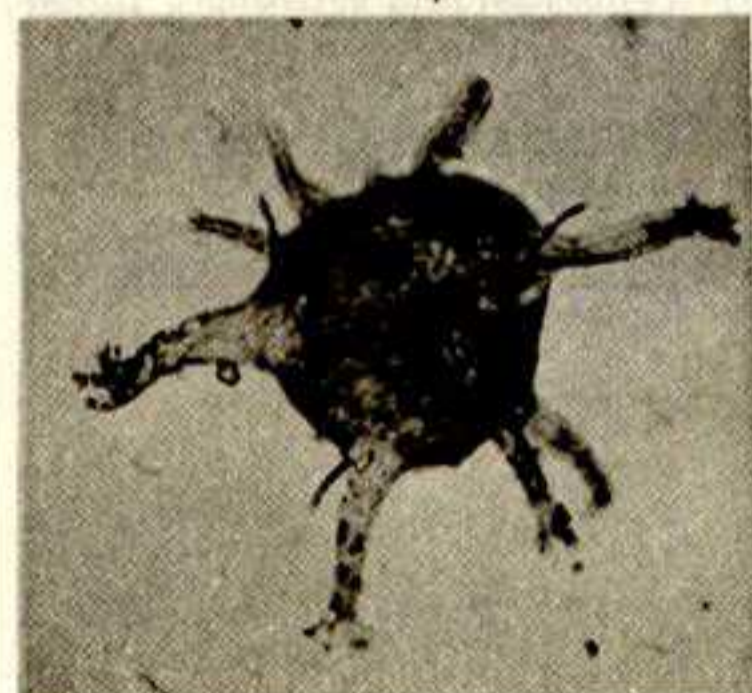
6



7



8



9



10

Plate 2

All Magnification x 1200

Fig. 1. *Actinotodissus crassus*  
Loeblich & Tappan, 1978.

Fig. 2. *Baltisphaeridium hirsuticeps*  
(Eisenack) Eisenack, 1958.

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

Fig. 4. *Actinotodissus longilateosus*  
Loeblich & Tappan, 1978.

Fig. 5. *Peteinosphaeridium nudum*  
(Eisenack) Eisenack, 1960.

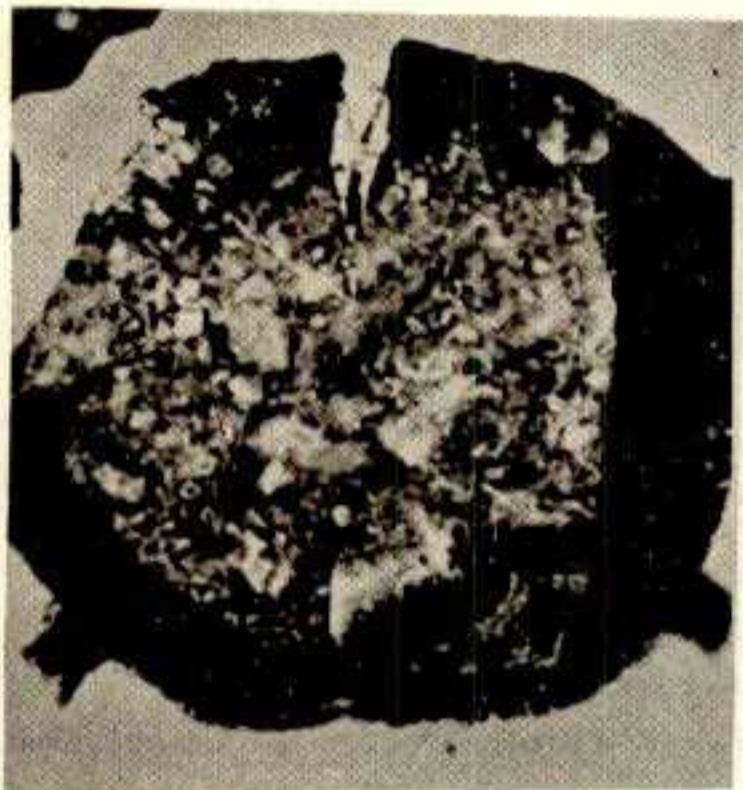
Fig. 6. *Goniosphaeridium splendens*  
(Eisenack) Turner, 1984.

Fig. 7. *Baltisphaeridium*  
*longispinosum* Subsp. *delicatum*  
Turner, 1984.

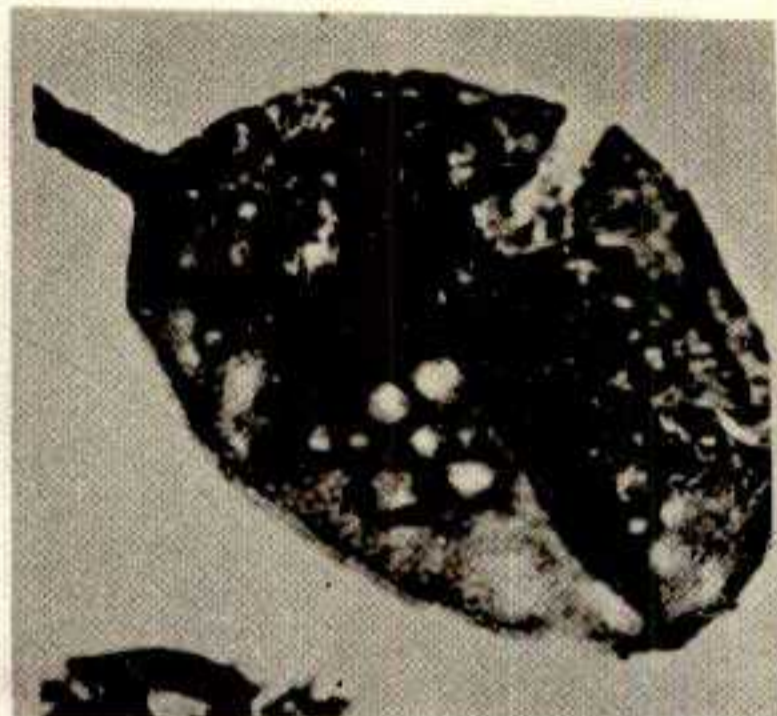
Fig. 9. *Evittia sanpetrensis* (Dorning,  
1981) nov. comb.

Fig. 10. *Baltisphaeridium latiradiatum*  
(Eisenack) Eisenack, 1959.





1



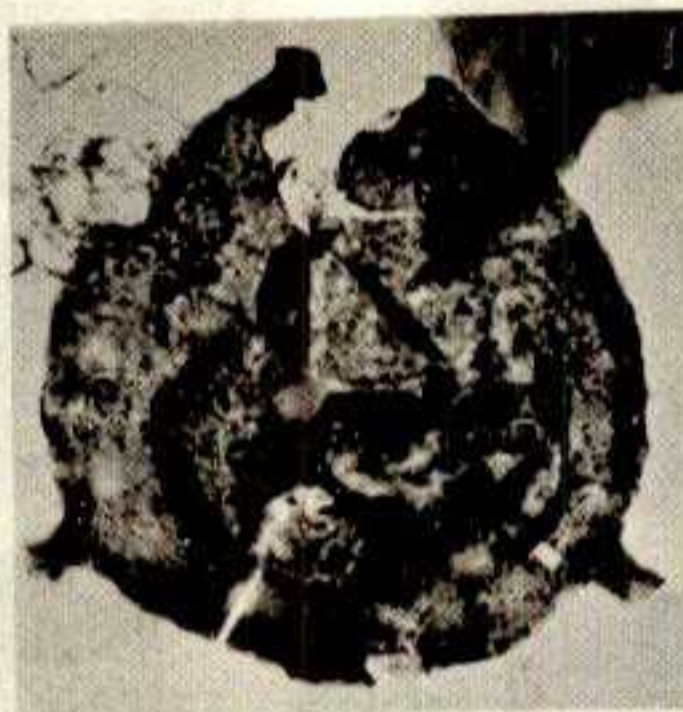
2



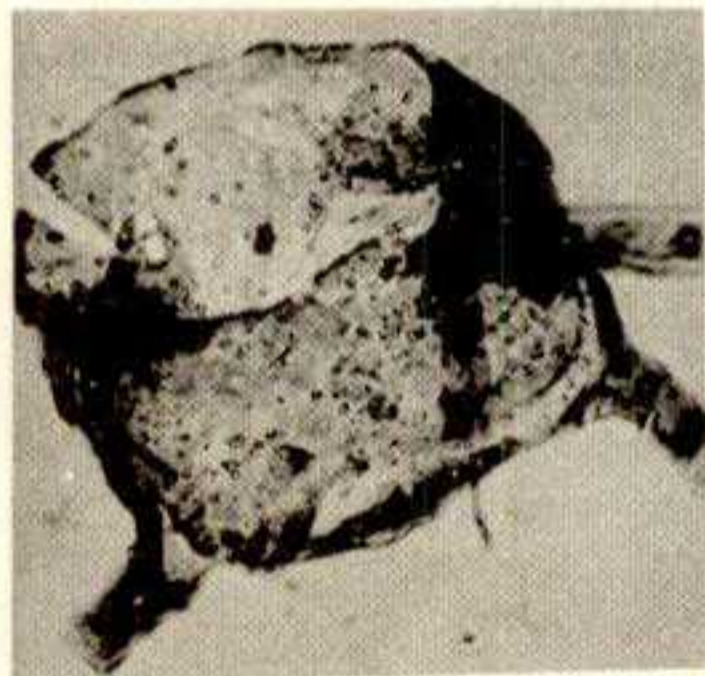
3



4



5



6



8

Plate 3

All Magnification x 600

Fig.1. *Orthosphaeridium chondrodora* Loeblich & Tappan, 1971.

Fig.2. *Orthosphaeridium bispinosum* Turner, 1984.

Fig.3. *Gorgonisphaeridium antiquum* Loeblich & Tappan, 1978 (x1200).

Fig.4. *Orthosphaeridium inflatum* Loeblich, 1969.

Fig.5. *Orthosphaeridium ternatum* (Burmann) Eisenack, Cramer & Diez, 1979.

Fig.6. *Orthosphaeridium octospinosum* Eisenack, 1968.

Fig.7. *Tetrahedraletes medinensis* Strother & Traverso, 1979. (x1200).

Fig.8. *Baltisphaeridium perclarum* Loeblich & Tappan, 1978.



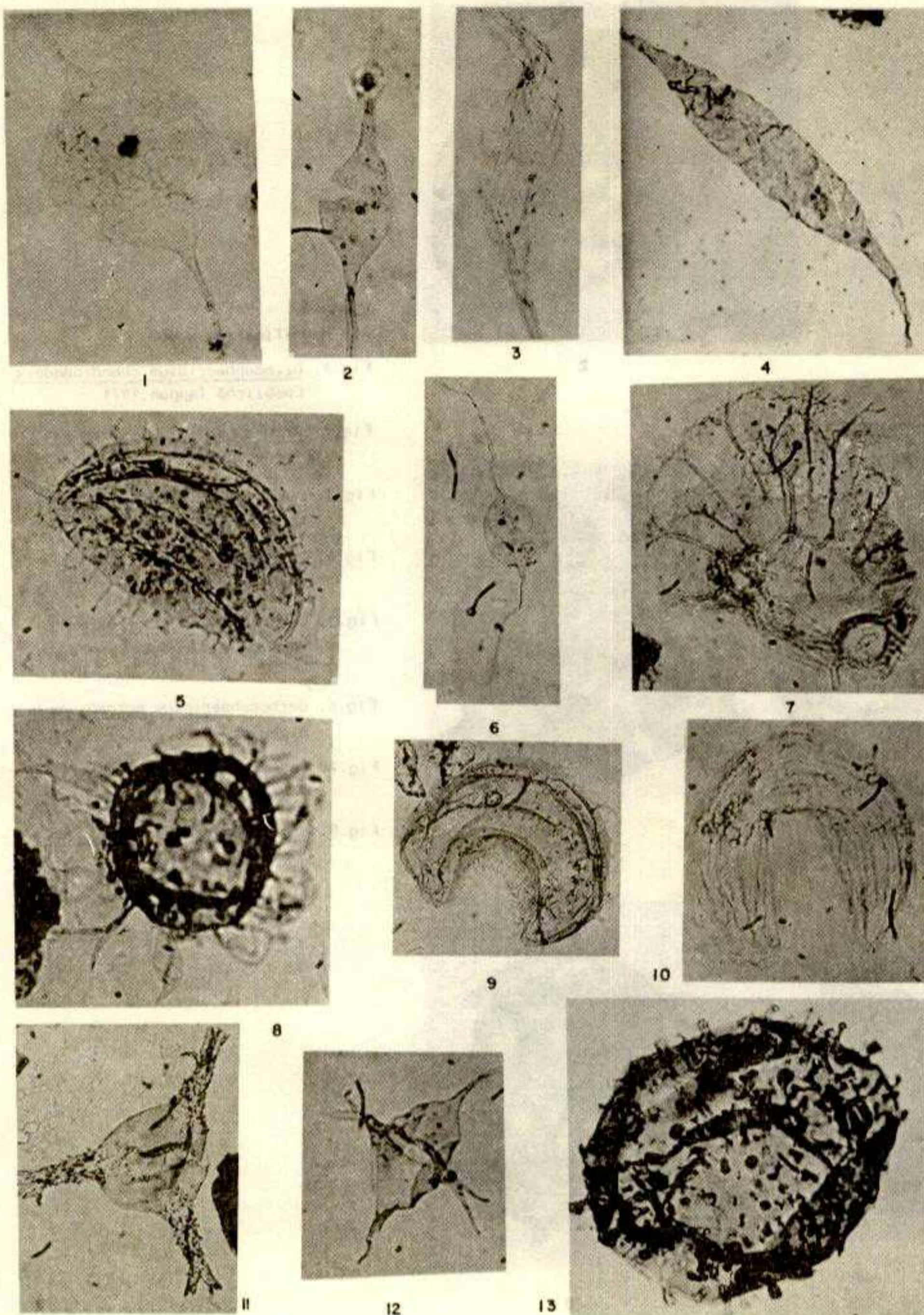


Plate 4

All Magnification x1200

Fig.1. *Leiofusa bernesgae* Cramer, 1964.

Fig.2. *Leiofusa bancerillae* Cramer, 1964.

Fig.3. *Eupoikilofusa striatifera* (Cramer)Cramer, 1970.

Fig.4. *Leiofusa estrecha* Cramer, 1964.

Fig.5. *Dactylofusa maranhensis* Brito & Santos, 1965.

Fig.6. *Leiofusa banderillae* Cramer, 1964.

Fig.7. *Iunisphaeridium tentaculiferum* (Martin)Cramer, 1970.

Fig.8. *Visbysphaera oligofurcata* (Eisenack)Dorning, 1981.

Fig.9. *Dactylofusa neaghae* Cramer, 1970.

Fig.10. *Dactylofusa estillis* Cramer & Diez, 1972.

Fig.11. *Evittia denticulata* subsp. *tribrachiatum* nov. sp.

Fig.12. *Veryhachium Polyaster* Staplin, 1961.

Fig.13. *Visbysphaera brevifurcata* (Eisenack)Le Hevisse 1989.



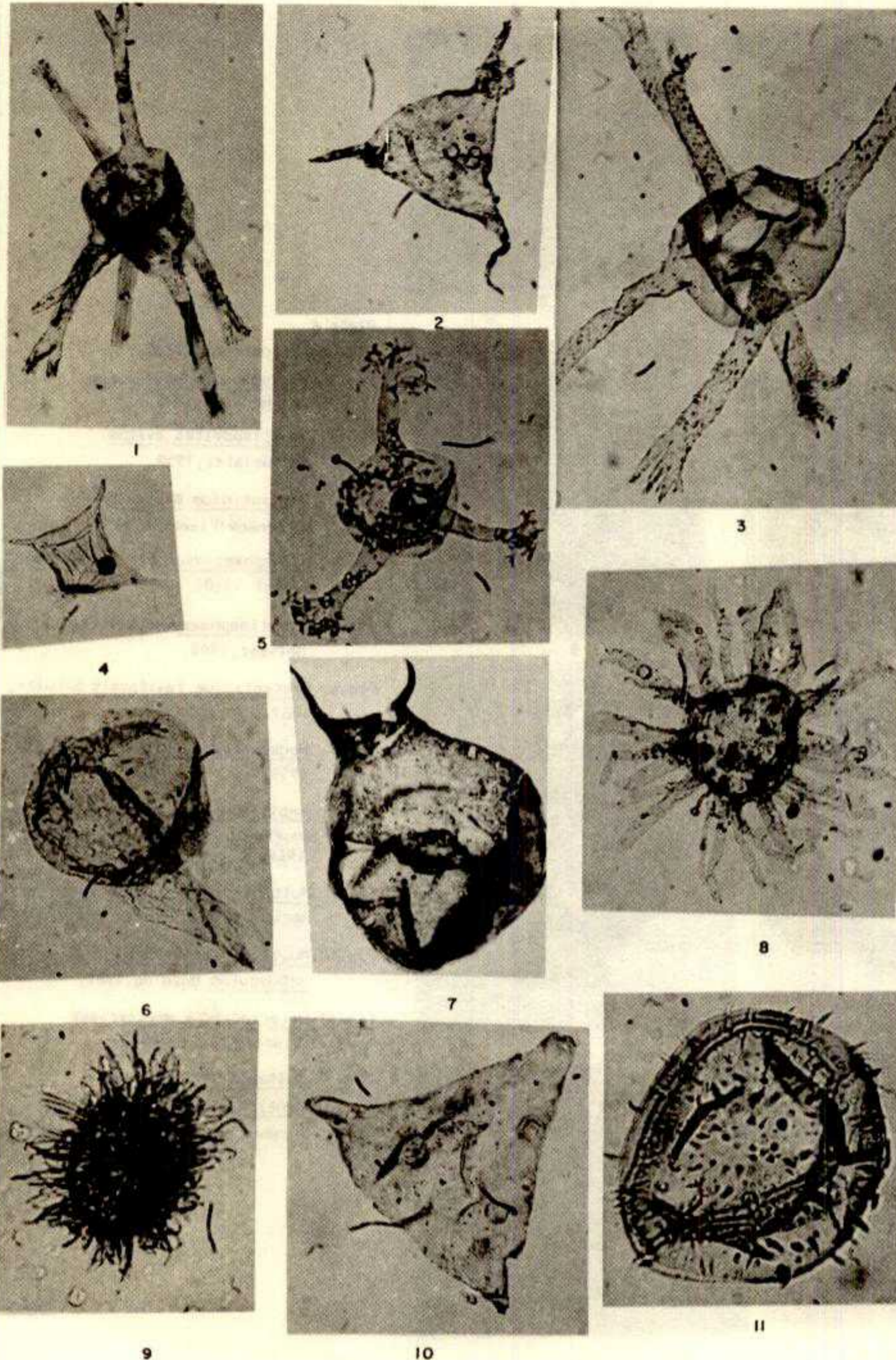


Plate 5

All Magnification x 1200

Fig.1. *Evittia denticulata* subsp. *granulosa*.

Fig.2. *Veryhachium trispinosum* (Eisenack) Cramer, 1964.

Fig.3. *Evittia denticulata denticulata* (Cramer) LeHerisse, 1989.

Fig.4. *Neoverhachium Carminae* (Cramer) Cramer, 1970.

Fig.5. *Oppilatala eoplanktonica* Loeblich & Wicander, 1976.

Fig.6. *Geron guerillerus* (Cramer) Cramer 1969.

Fig.7. *Polydeunffia eisenacki* Cramer, 1970.

Fig.8. *Dilatisphaera laevigata* Lister, 1970.

Fig.9. *Elektoriskos pogonius* Loeblich, 1970.

Fig.10. *Onondagaella asymmetrica* (Deunff) Cramer & Diez, 1972.

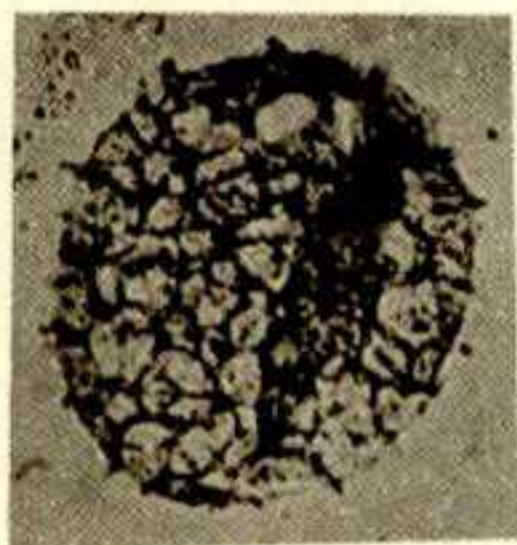
Fig.11. *Visbysphaera microspinosa* (Eisenack) Hill, 1974.



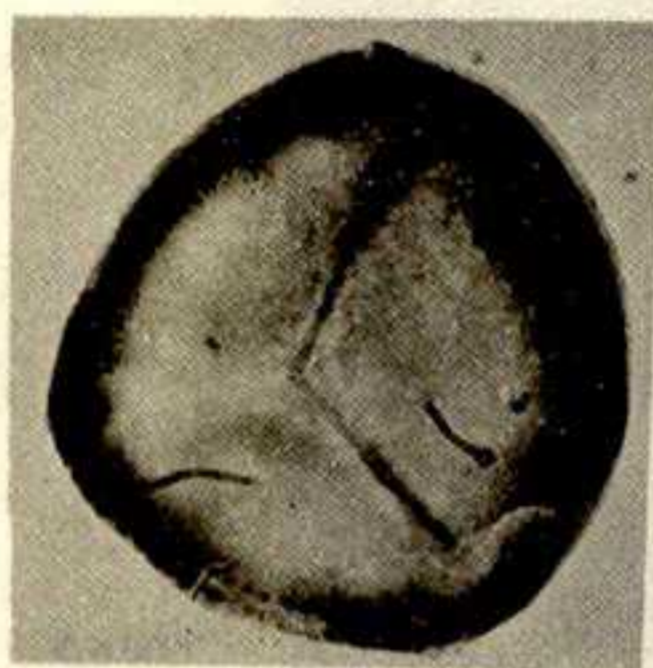
M. Ghavidel - Syooki

Kuh-e Faraghan

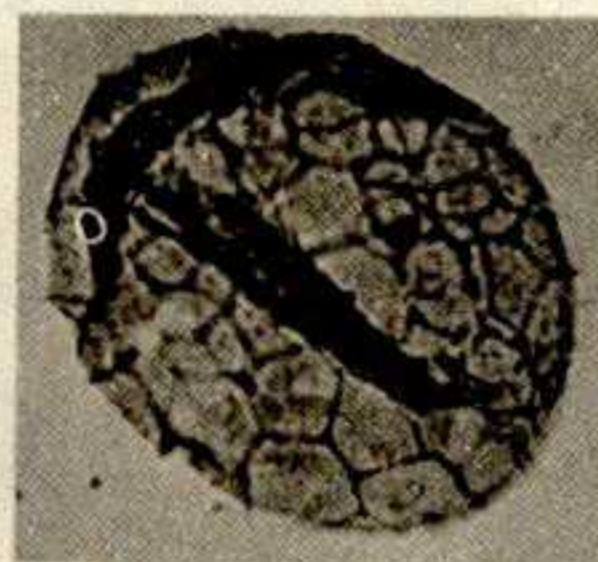
Plate 6



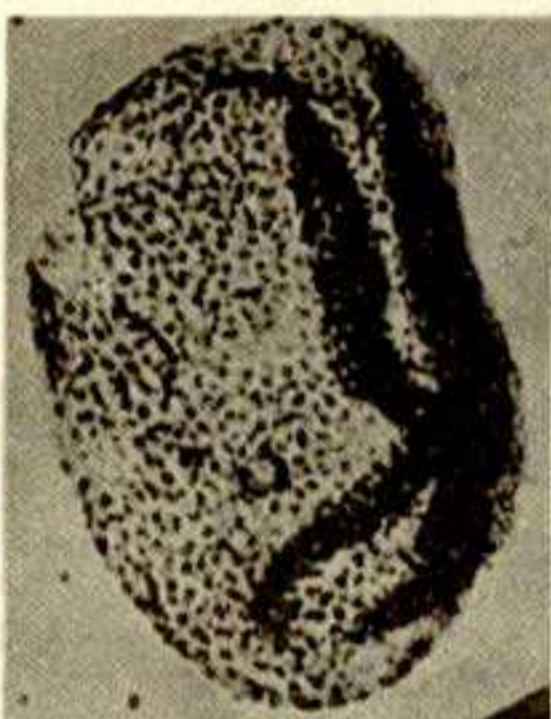
1



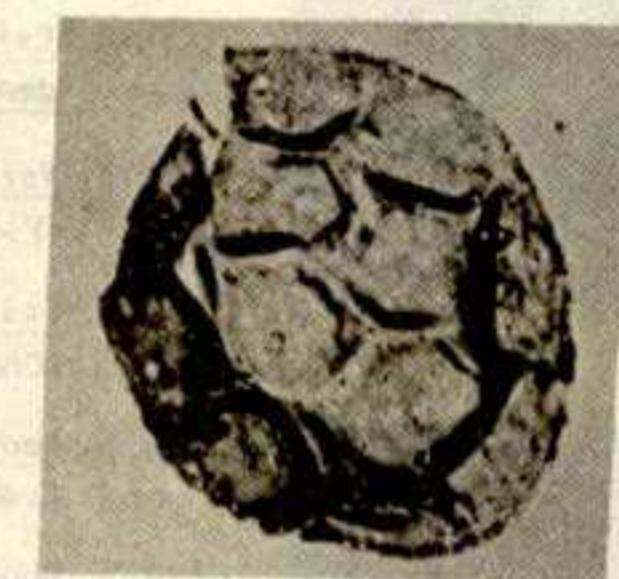
2



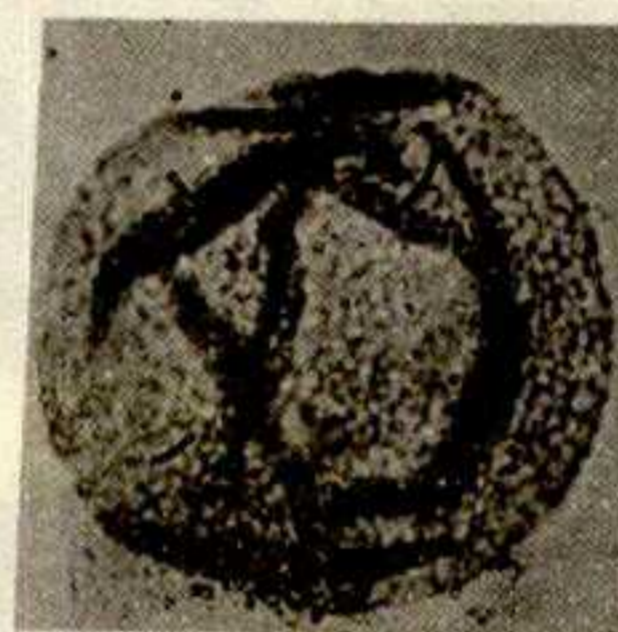
3



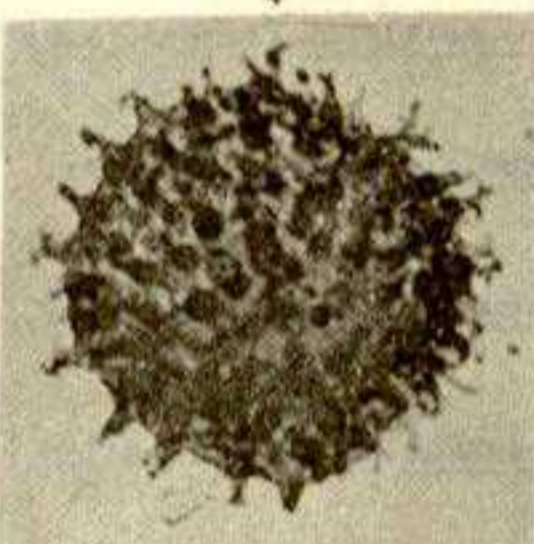
4



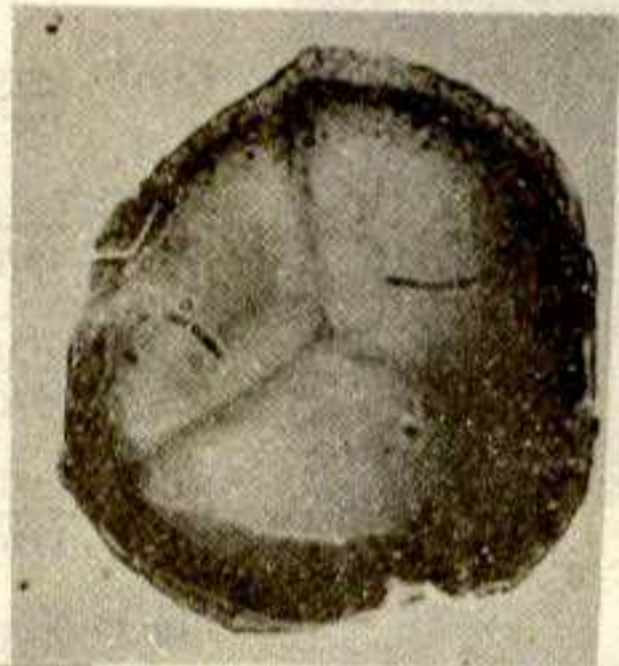
5



6



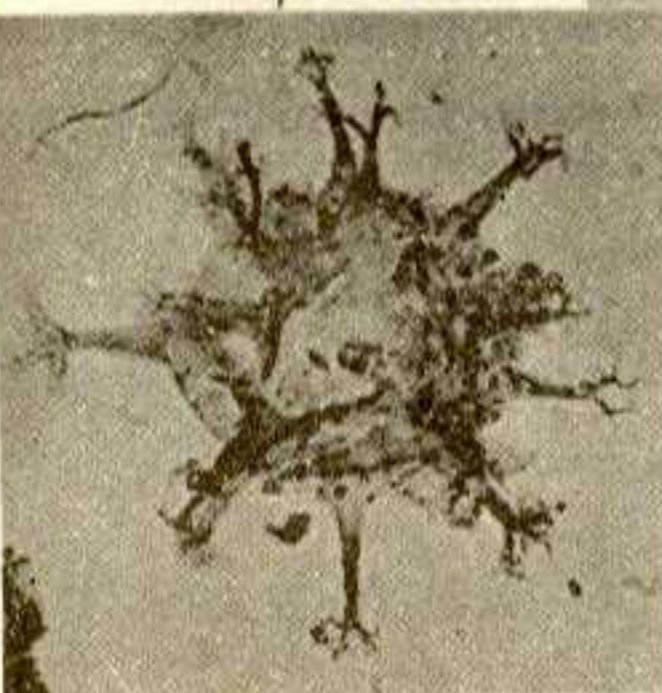
7



8



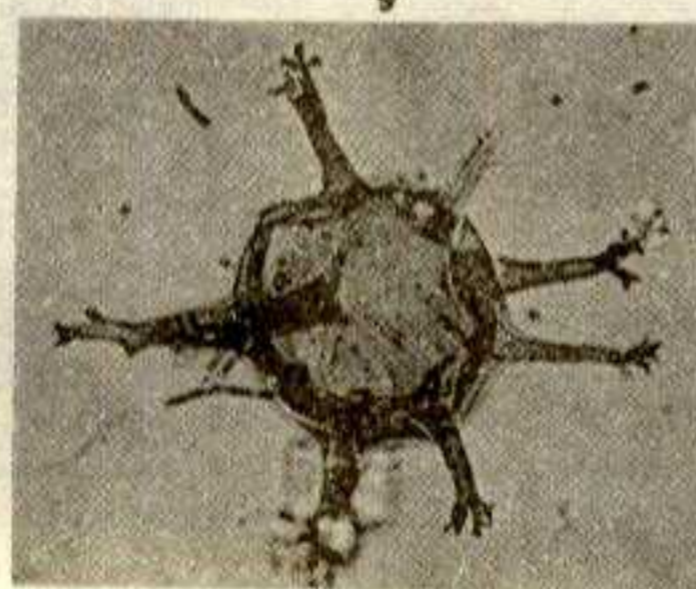
9



10



11



12

Plate 6

All Magnification x 1200

Fig.1. *Dictyotidium perlucidum*  
Le' Herisse, 1989.

Fig.2. *Ambitisporites avitus*  
Hoffmeister, 1959.

Fig.3. *Dictyotidium dictyotum*  
(Eisenack) Eisenack, 1955.

Fig.4. *Helosphaeridium clavispinulosum*  
Lister, 1970.

Fig.5. *Cymatiosphaera imperfecta* Le'  
Herisse, 1989.

Fig.6. *Dictyotidium faviformis* Schultz,  
1967.

Fig.7. *Hogklintia corallina* Eisenack,  
1959.

Fig.8. *Ambitisporites dilutus*  
(Hoffmeister) Richardson & Lister,  
1969.

Fig.9. *Multiplicisphaeridium monki* Le'  
Herisse, 1989.

Fig.10. *Multiplicisphaeridium*  
*arbusculum* Dornig, 1981.

Fig.11. *Dateriocradus monterrosae*  
(Cramer) Dornig, 1981.

Fig.12. *Multiplicisphaeridium*  
*denticulata subsp. granulosa*  
(Cramer, et al) Le' Herisse, 1989.



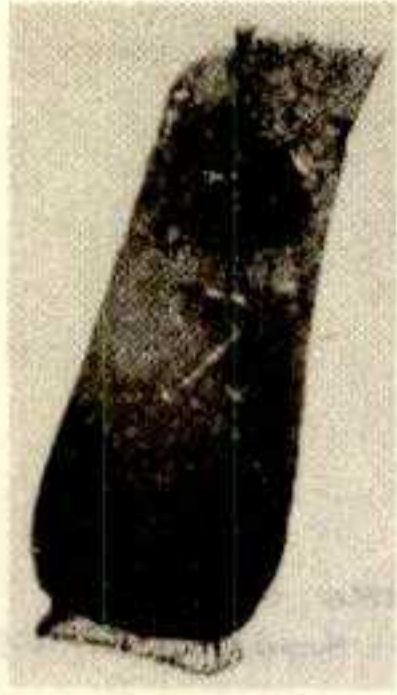
M Ghavidel - Syooki

Kuh-e Faraghan

Plate 7



1



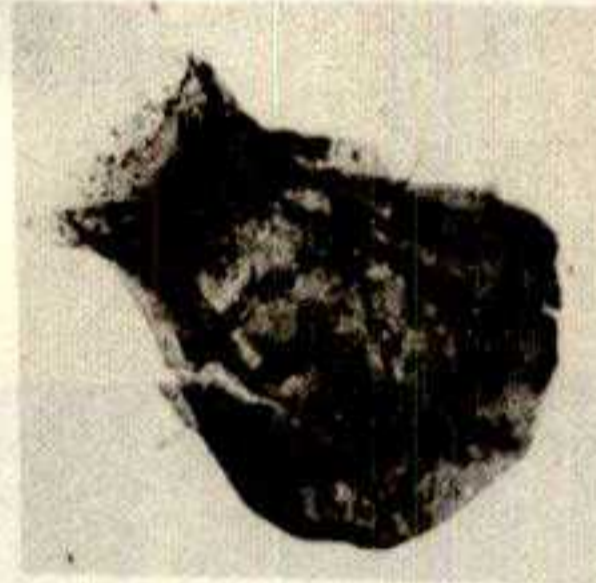
2



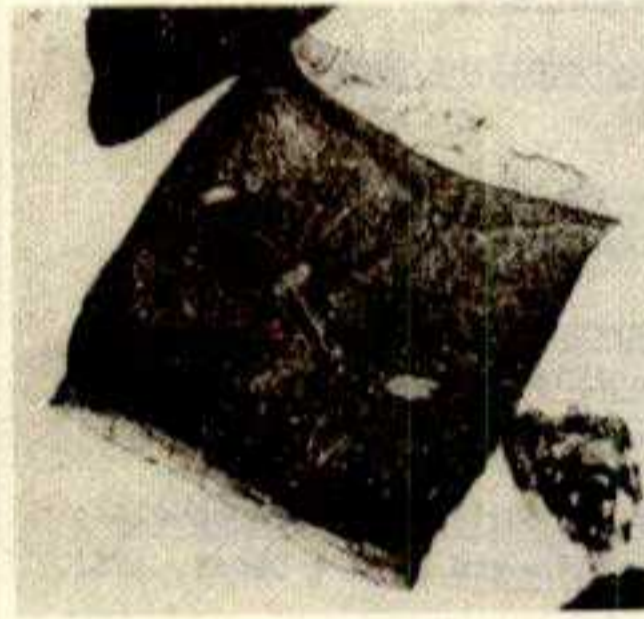
3



4



7



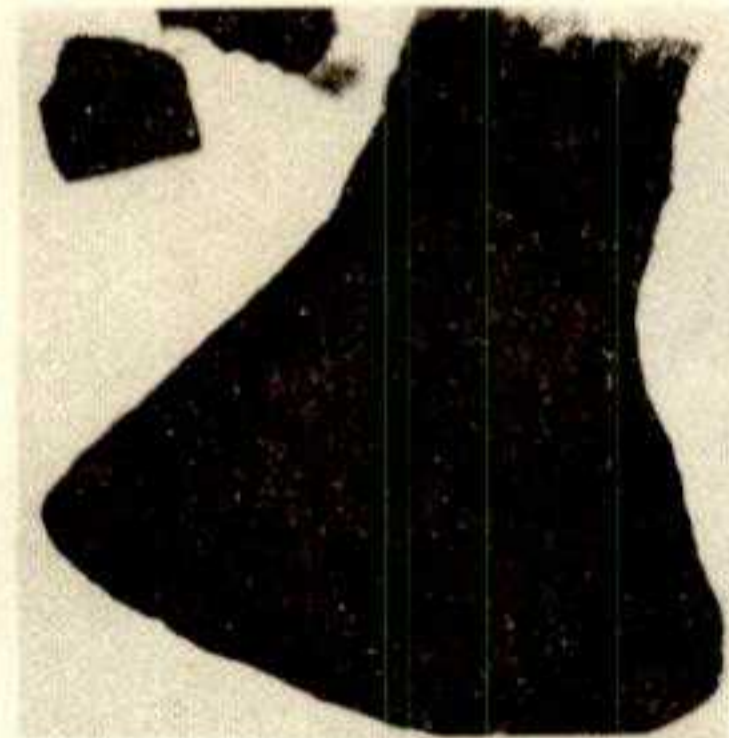
5



6



8



9



10



11

Plate 7

All magnification, X 500

Fig.1. *Rhabdochitina usilata* Jenkins, 1967.

Fig.2. *Cyathochitina fistulosa* Taugourdeau & Jekhowsky, 1960.

Fig.3. *Belonechitina micracantha typica* Eisenack, 1965.

Fig.4. *Conochitina senta* Achab, 1978.

Fig.5. *Armoricochitina nigerica* Bouche, 1965.

Fig.6. *Scolecodont* form.

Fig.7. *Lagenochitina baltica* Eisenack, 1931.

Fig.8. *Desmochitina lata* Schallreuter, 1963.

Fig.9. *Cyathochitina companulaeformis* Eisenack, 1931.

Fig.10. *Calpichitina lenticularis* Bouche, 1965.

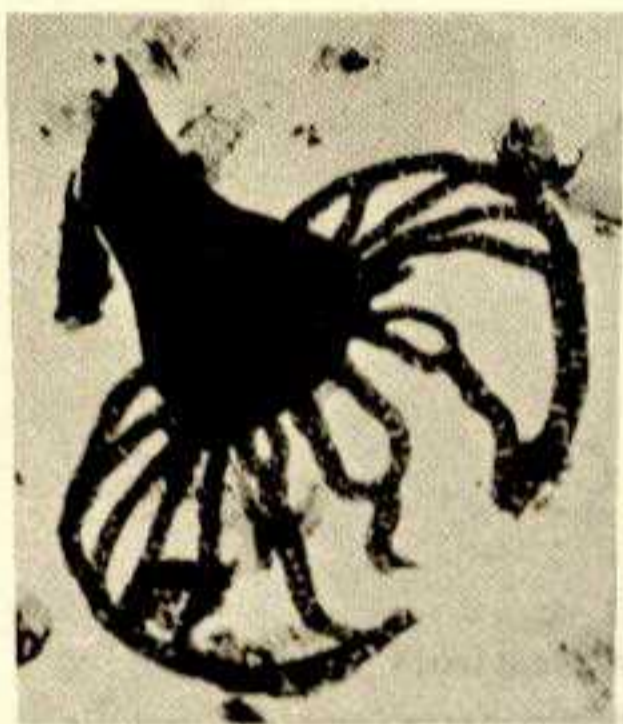
Fig.11. *Desmochitina minor forma typica* Eisenack, 1958.



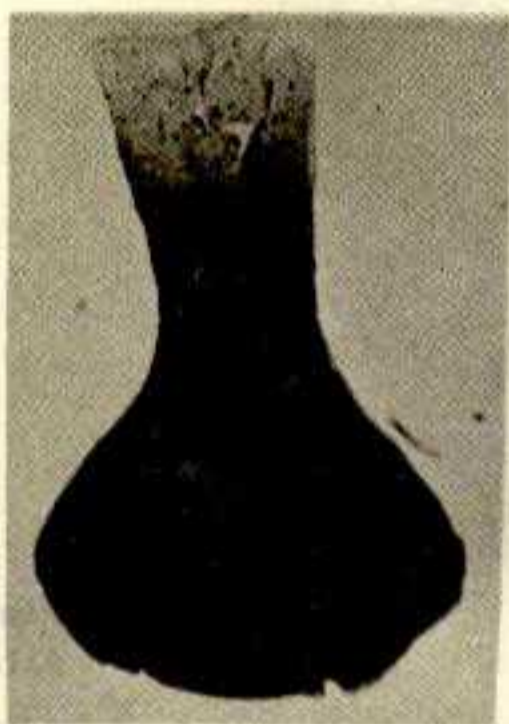
M. Ghavidel - Syooki

Kuh-e Faraghan

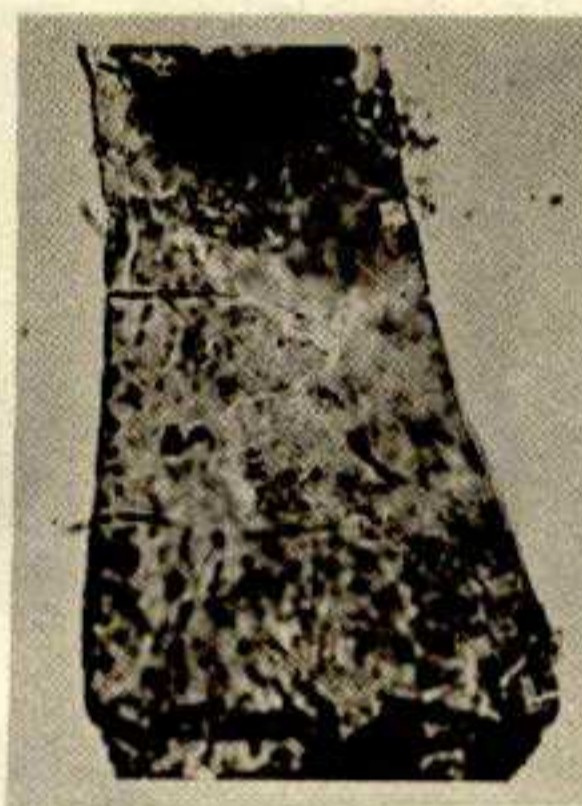
Plate 8



1



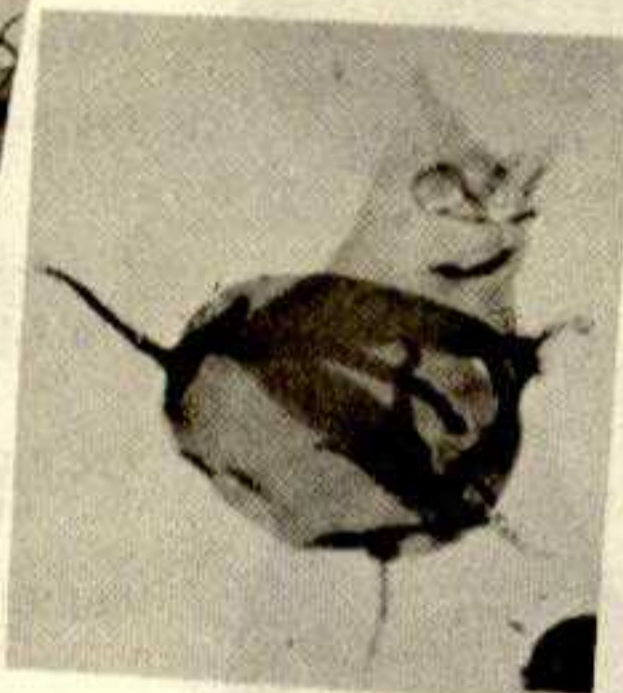
2



3



4



5



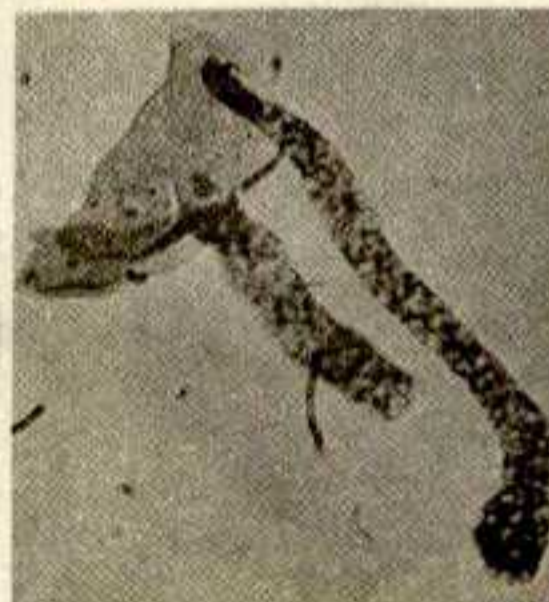
6



7



8



9

Plate 8

All Magnification, X500

Fig.1. *Plectochitina saharica*  
Taugourdeau, 1962.

Fig.2. *Sphaerochitina longicollis*  
Taugourdeau & de Jekhowsky, 1960.

Fig.3. *Sphaerochitina vitrea*  
Taugourdeau, 1961.

Fig.4. *Ancyrochitina ancyrea* Eisenack,  
1931.

Fig.5. *Ancyrochitina pilosa curta*  
Taugourdeau, 1961.

Fig.6. *Ancyrochitina fragilis pseudoagglutinas*  
Taugourdeau, 1963.

Fig.7. *Sphaerochitina sphaerocephala macrostomata* Beju & Danet, 1962.

Fig.8. *Ancyrochitina nodosa* Taugourdeau  
& de Jekhowsky, 1960.

Fig.9. *Ancyrochitina longicornis*  
Taugourdeau & de Jekhowsky, 1960.



## References

- Cramer, F. H., 1969. Distribution of selected Silurian acritarchs. *Rev. Esp. Micropaleontoa.*, num. extr. 203pp.
- Cramer, F. H., and Diez M. del, C. R., 1972. North American Silurian Palynofacies and their spacial arrangements. *Paleontographica.*, Abt. B. 138: 107-180.
- Ghavidel- Syooki, M., 1993. Palynological study of Paleozoic sediments at Chali sheh area, Southwestern Iran, *J. Scien. Islam. Rep. Iran*, 4(1): 32- 46.
- Gorka, H., 1987. Acritarches et prasinophyceae de L'Ordovicien moyen (viruen) du Sondage de Smedsby Gard No. 1 (Gotland, Suede). *Rev. Palynol.*, 52 (4): 257- 297.
- Hill, P. J., Paris, F. and Richardson, J. B., 1985. Silurian Palynomorphs. *J. Micropalaeontology* 4 (1): 27- 48.
- Hoffmeister, W. S., 1959. Lower Silurian plant spores from Libya. *Micropaleontology*, 5(3): 331-334.
- Jacobson, S. R. and Achab, A., 1985. Acritarch biostratigraphy of *Dicellograptus complanatus* graptolite zone from the Vaureal formation (Ashgillian), Anticosti Island, Quebec Canada. *Palynology*, 9: 165- 198.
- Keegan, J. B., Rasul, S. M. and Shaheen, Y., 1990. Palynostratigraphy of the lower Paleozoic (Cambrian to Silurian) sediments of the Hashemite Kingdom of Jordan. *Rev. Paleobot. Palynol.*, 66: 167- 180.
- Le' Herisse, A., 1989. Acritarches et Kystes d' algues prasinophycees du Silurien de Gotland, suede. *Paleontographica Italica*, 76: 57- 302.
- Loeblich, A. R. Jr., 1970. Morphology, ultrastructure and distribution of Paleozoic acritarch. *Proc. N. Amer. Paleontol Conv. Chicago 1969*, part G: 705- 788.
- Loeblich, A. R. Jr. and Tappan, H., 1978. Some middle and late Ordovician microphytoplankton from Central North America. *J. Paleontol.*, 52: 1233- 1287.
- McClure, H. A., 1988. Chitinozoan and acritarch assemblages, stratigraphy and biogeography of the early Paleozoic of northwest Arabia. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 56 (1/2): 41-60.
- Molyneux, S. G. and Paris, F., 1985. Late Ordovician Palynomorphs. *J. micropalaeontology*, 4 (1): 11- 26.
- Powers, R. W., 1968. *Lexique Stratigraphique International*, Volum III, Asie, Fasc. 10b 1, Arabie Saoudi.
- Setudehnia, A., 1976. The Paleozoic sequence at Zard- Kuh and Kuh-e- Dinar. *Bull. Iran. petrol. Inst.*, 60: 16-33.
- Smelror, M., 1987. Early Silurian acritarchs and prasinophycean algae from the Ringerike district, Oslo region (Norway). *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 52 (2/3): 137- 159.
- Szabo, F. and Kheradpir, A., 1978. Permian and Triassic stratigraphy, Zagros basin, southwet Iran. *J. Petrol. Geol.*, 1(2): 57- 8.
- Turner, R. E., 1984. Acritarchs from the tye area of the Ordovician Caradoc Series, Shropshire, England. *Palaeontographica*, Abt. B. 190: 87- 157.
- Turner, R. E., 1985. Acritarchs from the type area of the Ordovician Llandeilo Series, south Wales. *Palynology*, 9: 211- 235.
- Vavrdova, M., 1988. Further acritarchs and terrestrial plant remains from the late Ordovician at Hlasna Treban, Czechoslovakia. *Casopis, Pro. Mineralogii, a Geologii*, 33: 1-10.
- Vavrdova, M., 1989. New acritarchs and miospores from the late Ordovician of Hlasna Treban, Czechoslovakia. *Casopis. Pro. Mineralogii, a Geologii* 34: 403- 420.
- Wellman, C. H. and Richardson, J. B., 1993. Terrestrial plant microfossils from Silurian Inliers of the Midland Valley of Scotland. *Palaeontology*, 36 (1): 155- 193.

\* تهران - اکتشاف وزارت نفت.

\* Exploration Division of National Iranian Oil Company.

آهسته الرضا تقدسی  
A. Moghaddasi



در فصلنامه شماره ۱۴ علوم زمین مقاله ای در زمینه معرفی سازند سیاهو از آقایان دکتر قویدل سیوکی و مهندس خسروی چاپ شد که از سوی آقای مهندس عباس مددی سئوالاتی در مورد این مقاله مطرح گردید. دو مورد از نکات اشاره شده ناشی از اشکالات صفحه آرابی بود و باقی سئوالات از طرف آقای قویدل سیوکی پاسخ داده شد. با عرض پوزش از این اشکال، مجدداً چکیده انگلیسی و ضخامت ویژه گی های سنگ شناسی سازند سیاهو از نظر گرامی شما خواهد گذشت. به دنبال سئوالات پاسخ داده شده دوباره سئوالات دیگری مطرح گردید که پس از بررسی های دقیق در شورای نویسندگان مقرر شد کمیته ملی چینه شناسی ایران به آنها رسیدگی و نظر رسمی خود را در مورد معرفی سازند سیاهو اعلام نماید. بدیهی است نتیجه نهایی به آگاهی علاقمندان خواهد رسید.

### Investigation of Lower Paleozoic Sediments at Tang-e- Zakeen of Kuh-e- Faraghan and Introduction of Seyahou and Sarchahan Formations in the Zagros basin

Dr.M. Ghavidel- Syooki \* and M.H. Khosravi \*

#### Summary

A thick lower Paleozoic succession is well- developed at Tang-e- Zakeen in Kuh-e- Faraghan, approximately 103 K m northern Bandar Abbas city. The succession has been visited by several geologists in the past decades. However neither a complete stratigraphic column nor a detailed study has been done on this succession. Thus, it was measured and sampled for detailed study by author and M. E. Khosravi, in 1985. This succession is 807m Thick and mainly consists of clastic sediments and subordinate limestones. So far, this succession has been used to be called "Silurian Shales". In this study, the use of Silurian Shales is dropped, instead, the Seyahou and Sarchahan formations are introduced, respectively for the upper Ordovician and lower Silurian of this succession in the Zagros basin.

The name of Seyahou formation originates from the Seyahou village where is located approximately 80 K m northern Bandar Abbas city. The type section of this formation is at Tang-e- Zakeen in Kuh-e- Faraghan, where is located 23 K m northern Seyahou village. At type locality, the whole thickness of lower Paleozoic succession is 807 m that from this thickness, 741 m belongs to the Seyahou formation and the rest is the Sarchahan formation. The Seyahou formation has also surface exposure at Kuh-e- Surmeh and Zard- Kuh, respectively with a thickness of 58m and 70m. Likewise, this formation is present in some exploration wells such as Kuh-e- Siah no. 1, Zirreh no.1 and Kabir- Kuh no.1, Darang no. 1, respectively with a thickness of



117m, 156m, 100m, and 250m.

The Seyahou formation mainly consist of variegated shales, siltstones, sandstones and subordinate limestones. Iron compounds such as hematite and limonites occur locally along bedding planes of the Seyahou formation. Thus color varies from white to light purple, buff, brown, reddish brown and black in the Seyahou formation. This variegated characteristic differentiates the Seyahou formation from the Sarchahan formation which is only dark-black in color. Sedimentary structures such as cross- bedding, graded bedding, symmetrical ripple- mark, micro- ripple, large concretion and trace fossils (trails, tracks and burrows) are common in the Seyahou formation whereas they are absent or rare in the Sarchahan formation. The lowermost beds of Seyahou formation consist of variegated sandy conglomerates which contain some pebbles of black chert and rounded quartzite. Overlying beds of these conglomerates begin with alternation of shales, siltstones, sandstones and subordinate limestones and ends with white and cream-brown sandstones at the top. The lower contact of this formation is not clear with older sediments, but it is probably conformable with the Zard-Kuh formation such as Zard- Kuh and exploration wells of Zirreh no.1, Kabir- Kuh no.1, and Darang no.1. The upper contact of Seyahou formation is graditional with the Sarchahan formation at Tang-e- Zakeen. This contact is characterized by presence of 18 meters of white and cream- brown sandstones which sharply change into the black shales of the Sarchahan formation. The Seyahou formation contains orthoceras, brachiopod, graptolite, crinoid, bryozoa, chitinozoa, acritarch taxa and cryptospores of the earliest land plants. Based on the above- mentioned fauna, and flora a shallow marine environments is suggested for the Seyahou formation, since, the shales which contain the chitinozoa and acritarch assemblages were deposited on a mud dominated platform in pro- delta and off- shore areas which have had a holomarine conditions.

Before this study, some graptolite species have been identified from the upper part of this succession. This part is now called the Sarchahan formation which includes *Monograptus intermedius*, *Monograptus socialis* and *Climacograptus scalaris*. Based on the above- mentioned graptolite species the Lower Silurian has been suggested for the upper part of the succession, or Sarchahan formation. Later on, the lower Silurian age has been extended to the whole thickness of succession at Tang-e- Zakeen (Mollazal, 1968; Kheradpir & Nicol, 1973). At present time, the graptolite fauna serve to date the Sarchahan formation, not the Seyahou formation.

In order to determine the geological relationships of this succession, more than 200 samples were selected and treated for palynological studies. A total of 100 palynomorph species were identified in this study. These have been arranged in six local acritarch and four chitinozoan assemblage zones (Fig.2). The acritarch zones of I through IV and chitinozoan zones of C1 through C3 appear and disappear in the Seyahou formation. In general, the above- mentioned acritarch and chitinozoan zones are characterized by presence of *Verhachium reductum*, *Verhachium subglobosum*, *Villosacapsula setosapellicula*, *Leiosphaeridia ketchenata*, *Leiosphaeridia tenuissima*, *Orthosphaeridium tematum*, *Orthosphaeridium inflatum*, *Orthosphaeridium bispinosum*, *Orthosphaeridium chondrododora*, *Navifusa ancepsipuncta*, *Actinotodissus crassus*, *Actinotodissus longilateosus*, *Baltisphaeridium longispinosum delicatun*, *Baltisphaeridium perclarum*, *Rhabdochitina usilata*, *Conochitina senta*, *Calpichitina lenticularis*, *Cyathochitina fistulosa*, *Desmochitina spp.*, *Armoricochitina nigerica* and some tetrad cryptospores. So far, the above- mentioned palynomorph species have been recorded from the upper Ordovician sediments of Saudi Arabia (McClure, 1988), Jordan (Keegan, Rasul & Shaheen, 1990), North America (Loeblich & Tappan, 1978; Loeblich, 1969; Jacobson & Achab, 1985), England (Turner, 1982, 1984, 1985) Libya (Molyneux & Paris, 1985), Czechoslovakia (Vavrdova, 1988, 1989) and Iran (Ghavidel- Syooki, 1994). Based on this comparison, the upper Ordovician (Caradocian- Ashgillian) is suggested for the Seyahou formation in the Zagros basin. Likewise, the acritarch zones of V through VI and chitinozoan zone of C4 occur in the Sarchahan formation. These zones are marked by appearance of *Dactylofusa estillis*, *Dactylofusa neaghae*, *Dactylofusa maranhensis*, *Visbysphaera microspinosa*,



*Visbysphaera oligofucata, Visbyphaera brevifurcata, Dictyotidium perlucidum, Dictyotidium faviformis, Dateriocradus monterrosae, Evittia denticulata denticulata, Tunisphaeridium tentaculiferum, plectochitina saharica, Sphaerochitina longicornis, Sphaerochitina longicollis, Ambitisporites avitus, Ambitisporites dilutus* and so on. So far, the above- mentioned palynomorph taxa have been recorded from the lower Silurian sediments of Norway (Smelror, 1978), Sweden (Le'Herisse, 1989), the U. S. A (Cramer & Diez, 1972; Cramer, 1969), Saudi Arabia (McClure, 1988), and Jordan (Keegan, Rasul & Shaheen, 1990). Therefore, the lower Silurian age (Llandovery) is suggested for the Sarchahan formation at Tang-e- Zakeen in Kuh-e- Faraghan, equating to the age- assignment of graptolite species.

\* Exploration Division of National Iranian Oil Company.

### ضخامت و ویژگی‌های سنگ‌شناسی سازند سیاهو:

ضخامت این توالی رسوبی در تنگ زکین ۸۰۷ متر می‌باشد که ویژگی‌های سنگ‌شناسی آن در روی زمین از پایین به بالا به شرح زیر است (Fig.2):

۱۶ متر: ماسه‌سنگ الوان (صورتی، سبز و خاکستری) دانه درشت و کنگلومرادر (قطعات زاویه‌دار چرت سیاه و کوارتزیت گرد شده).  
۲ متر: پوشیده.

۱۵ متر: تناوب ماسه‌سنگ دانه ریز قهوه‌ای رنگ با لایه‌بندی متوسط و دارای ساختمان‌های رسوبی ریپل مارک (ripple- mark)، لایه‌بندی متقاطع (cross- bedding) و آثار فسیل (trace fossils) همراه با لایه‌های شیل آهکی خاکستری و لایه‌های آهک ماسه‌ای قهوه‌ای فسیل‌دار (اورتوسراس، براکیوپود و اکتینوئید).

۱۰ متر: تناوب لایه‌های شیل سیلتی میکادار برنگ زیتونی- خاکستری و نیز شیل‌های لیمونیتی همراه با ماسه‌سنگ خاکستری با ساختمان‌های رسوبی (ripple- mark) و آهک قهوه‌ای متوسط لایه و فسیل‌دار (براکیوپود).

۲۵/۱۵ متر: ماسه‌سنگ دانه‌ریز خاکستری و فسیل‌دار (گراپتولیت).  
۲۳ متر: تناوب لایه‌های شیل آهکی خاکستری رنگ و concretions دار، سیلتستون و آهک متوسط لایه قهوه‌ای و فسیل‌دار (براکیوپود، اورتوسراس).

۲۰/۱۵ متر: تناوب لایه‌های شیل میکادار با رنگ خاکستری تیره و دارای آثار فسیل (trace fossils)، آهک متوسط لایه قهوه‌ای فسیل‌دار (اورتوسراس، براکیوپود) و ماسه‌سنگ‌های الوان با ساختمان رسوبی flut- cast.

۱۵ متر: تناوب لایه‌های شیل خاکستری، سیلتستون و ماسه سنگ میکادار متوسط لایه قهوه‌ای رنگ دارای ساختمان‌های رسوبی (ripple- mark)، لایه‌بندی متقاطع (cross- bedding) فلتوت کست (flut- cast) و آهک ماسه‌ای متوسط لایه و فسیل‌دار (اورتوسراس، براکیوپود، کرینوئید و گراپتولیت).

۱۰ متر: تناوب لایه‌های شیل تیره، سیلتستون آهکی و آهک ماسه‌ای قهوه‌ای و فسیل‌دار (کرینوئید، براکیوپود).

۱۹ متر: تناوب لایه‌های شیل سیلتی میکادار خاکستری و آهک‌های نازک لایه قهوه‌ای رنگ.

۱۳ متر: تناوب دولومیت ماسه‌ای، آهک قهوه‌ای، سیلتستون آهکی، ماسه‌سنگ و لایه‌های شیل ورقه‌ای میکادار با ساختمان‌های رسوبی از جمله (flut- cast)، لایه‌بندی متقاطع (cross- bedding) و آثار فسیل (trace- fossils).

۱۸ متر: تناوب لایه‌های شیل خاکستری- زیتونی و ماسه سنگ آهکی دارای concretions با ساختمان‌های رسوبی (flut- cast)، لایه‌بندی متقاطع (cross- bedding) و آثار فسیل (trace- fossils).

۷ متر: تناوب سیلتستون میکادار و زرد رنگ، ماسه سنگ، آهک و آهک ماسه‌ای هماتیتی.

۱۱ متر: تناوب شیل‌های آهکی میکادار، سیلتستون با concretions و آهک ماسه‌ای آجری رنگ و فسیل‌دار (کرینوئید).

۱۲ متر: تناوب آهک شیلی قهوه‌ای و فسیل‌دار (براکیوپود، اورتوسراس، تریلوبیت، کرینوئید، بریوزوآ)، سیلتستون، ماسه‌سنگ آهکی و لایه‌های شیل خاکستری تیره لیمونیت‌دار.

۹ متر: تناوب آهک متوسط لایه قهوه‌ای و فسیل‌دار (اورتوسراس، تریلوبیت، براکیوپود، کرینوئید)، لایه‌های شیل ورقه‌ای خاکستری، ماسه‌سنگ متوسط لایه آجری با آثار فسیل (trace fossils) و آهک متوسط لایه قهوه‌ای فسیل‌دار و دارای concretions لیمونیتی.

۱۹/۱۵ متر: تناوب لایه‌های شیل لیمونیتی خاکستری رنگ و فسیل‌دار (تریلوبیت، براکیوپود، اورتوسراس، گاستروپود) و آهک ماسه‌ای قهوه‌ای با لایه‌بندی متقاطع (cross- bedding).

۹ متر: تناوب لایه‌های شیل ورقه‌ای با رنگ خاکستری تیره و آهک قهوه‌ای.

۱۳/۱۵ متر: تناوب لایه‌های شیل خاکستری تیره و آهک سیلتی قهوه‌ای تیره.

۹ متر: تناوب لایه‌های شیل خاکستری تیره و آهک نازک لایه قهوه‌ای.

۲۰/۱۵ متر: تناوب آهک متوسط لایه خاکستری، لایه‌های شیل خاکستری تیره، سیلتستون نرم (friable) خاکستری و آهک متوسط- ضخیم لایه و فسیل‌دار (براکیوپود).

۱۴ متر: تناوب سیلتستون متوسط لایه هماتیتی، آهک قهوه‌ای فسیل‌دار (براکیوپود) و لایه‌های شیل ورقه‌ای میکادار با رنگ خاکستری تیره.

۱۱ متر: تناوب لایه‌های شیل ورقه‌ای میکادار با رنگ خاکستری،



خاکستری رنگ.

۸/۸ متر: تناوب لایه‌های شیل آهکی خاکستری رنگ و ماسه‌سنگ متوسط لایه با لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و آثار فسیل (trace fossils).

۵ متر: لایه‌های شیل آهکی خاکستری و ماسه‌سنگ متوسط لایه با لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و آثار فسیل (trace fossils).

۱۴ متر: لایه‌های شیل آهکی خاکستری رنگ و ماسه‌سنگ‌های متوسط لایه قهوه‌ای با ساختمان‌های رسوبی (load cast) و آثار فسیل (trace fossils).

۲۷/۳ متر: پوشیده.

۱۷/۷ متر: تناوب شیل‌های خاکستری تیره، ماسه‌سنگ‌های آهکی، سیلتستون‌های آهکی متوسط لایه فسیل‌دار (اورتوسراس) با ساختمان‌های رسوبی از جمله لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و concretion.

۱۴/۵ متر: تناوب سیلتستون‌های متوسط لایه و لایه‌های شیل خاکستری تیره.

۷ متر: تناوب لایه‌های ورقه‌ای شیل آهکی خاکستری تیره، سیلتستون و ماسه‌سنگ.

۲۲/۳ متر: پوشیده.

۱۱ متر: لایه‌های شیل آهکی با رنگ خاکستری تیره و ماسه‌سنگ‌های عدسی شکل (lenticular).

۲۸/۵ متر: لایه‌های شیل آهکی خاکستری تیره، ماسه‌سنگ‌های عدسی شکل با ساختمان‌های رسوبی (ripple mark)، لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و آثار فسیل (trace fossils).

۳۳/۸ متر: تناوب شیل‌های آهکی خاکستری تیره و ماسه‌سنگ‌های عدسی شکل رنگارنگ با لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding).

۱۶/۵ متر: ماسه‌سنگ با لایه‌بندی نازک و متوسط و لایه‌های شیل سیلتی خاکستری.

۸ متر: ماسه‌سنگ کوارتزیتی متوسط تا ضخیم لایه و سفیدرنگ با لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding).

۱۰ متر: ماسه‌سنگ آهکی نازک لایه و قهوه‌ای رنگ با ساختمان‌های رسوبی ریپل مارک (ripple mark) و آثار فسیل (trace fossils) همراه با لایه‌های نازک شیل خاکستری تیره به صورت بین‌لایه‌ای.

۲۰ متر: لایه‌های شیل آهکی خاکستری تیره و ماسه‌سنگ نازک لایه به صورت عدسی شکل.

۲۴/۳ متر: لایه‌های شیل آهکی خاکستری تیره همراه با concretion های آهکی قهوه‌ای رنگ.

۱۴ متر: لایه‌های شیل آهکی خاکستری تیره و ماسه‌سنگ متوسط لایه با لودکست (load cast) و آثار فسیل (trace fossils).

۳/۴ متر: لایه‌های ورقه‌ای شیل آهکی با رنگ خاکستری و ماسه‌سنگ قهوه‌ای با فلوت کست (flut cast).

۴/۳ متر: لایه‌های ورقه‌ای شیل با رنگ خاکستری تیره همراه با لایه‌های شیل ارغوانی و آبی و ماسه‌سنگ دانه‌ریز سفید (شکل ۲).

آهک سیلتی متوسط لایه و قهوه‌ای و ماسه‌سنگ نرم (friable) قهوه‌ای دارای concretion.

۱۲ متر: تناوب آهک ماسه‌ای قهوه‌ای رنگ و فسیل‌دار (براکیوپود، اورتوسراس و اکیونوئید)، ماسه‌سنگ با لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding)، آهک سیلتی متوسط لایه قهوه‌ای، لایه‌های شیل ورقه‌ای خاکستری تیره، سیلتستون نرم (friable) آهکی با concretion همراه با شیل‌های آهکی هماتیت‌دار.

۷/۵ متر: تناوب لایه‌های شیل خاکستری تیره، سیلتستون نرم (friable) خاکستری، آهک متوسط لایه قهوه‌ای، لایه‌های شیل ورقه‌ای الوان و ماسه‌سنگ سیلتی ریپل مارک (ripple-mark) دار.

۸/۵ متر: تناوب لایه‌های شیل خاکستری تیره و ماسه‌سنگ سیلتی متوسط لایه میکادار با لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و concretion.

۸ متر: تناوب لایه‌های آهکی شیل با رنگ خاکستری تیره، ماسه‌سنگ آهکی متوسط لایه، لایه‌های شیل لیمونیتی و سیلتستون نرم (friable).

۴ متر: پوشیده.

۱۴ متر: تناوب لایه‌های شیل خاکستری تیره و سیلتستون متوسط لایه قهوه‌ای با concretion.

۱۰ متر: تناوب سیلتستون آهکی متوسط لایه، لایه‌های شیل خاکستری تیره، ماسه‌سنگ آهکی و آهک متوسط لایه قهوه‌ای با آثار فسیل (trace fossils).

۷/۵ متر: تناوب سیلتستون آهکی میکادار متوسط لایه با رنگ خاکستری، لایه‌های شیل آهکی تیره و ماسه‌سنگ متوسط load cast و ripple-mark دار.

۲/۸ متر: سیلتستون نرم متوسط لایه با لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding).

۱۵/۵ متر: تناوب لایه‌های شیل آهکی میکادار خاکستری، ماسه‌سنگ عدسی شکل (lenticular) با لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و آهک سیلتی متوسط لایه.

۷ متر: لایه‌های شیل آهکی خاکستری دارای load cast، ripple-mark و آثار فسیل (trace fossils).

۶/۷ متر: تناوب سیلتستون متوسط لایه خاکستری رنگ، لایه‌های شیل لیمونیتی ورقه‌ای و آهک متوسط لایه قهوه‌ای با آثار فسیل (trace fossils).

۶ متر: تناوب لایه‌های شیل آهکی خاکستری تیره و سیلتستون با آثار فسیل (trace fossils).

۱۷/۲ متر: پوشیده.

۳/۵ متر: تناوب لایه‌های ورقه‌ای شیل خاکستری و آهک ماسه‌ای با آثار فسیل (trace fossils).

۱۲/۸ متر: تناوب لایه‌های شیل تیره، آهک سیلتی و ماسه‌سنگ دارای لودکست (load cast)، لایه‌بندی متقاطع (cross-bedding) و آثار فسیل (trace fossils).

۲۲/۷ متر: تناوب ماسه‌سنگ لیمونیتی متوسط لایه، ریپل مارک (ripple mark) دار با لایه‌های ورقه‌ای شیل آهکی.