



<http://ui.ac.ir/en>

Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches University of Isfahan
Vol. 35, Issue 1, No. 74, Spring 2019
pp. 1-22
Received: 13.01.2018 Accepted: 01.01.2019

Palynostratigraphy and palaeoecology of the Niur Formation, Tikdar section, northwest of Kerman, Central Iran

Hossein Hashemi

Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Earth Sciences, University of Kharazmi, Tehran, Iran.

Freshteh Sajjadi*

Associate Professor, School of Geology, College of Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.

Neda Bahrami Hesari

M.Sc. of Palaeontology and Stratigraphy, School of Geology, College of Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.

* Corresponding author, e-mail: sajjadi39@ut.ac.ir

Abstract

Diverse, moderately to well-preserved palynomorphs including acritarchs (*sensu stricto*), prasinophytes cyst, chitinozoans, scolecodonts, and spores occur in some surface samples (90 meters thereof) of the Niur Formation (200 m thick) at the Tikdar stratigraphic section, northern Kerman, Central Iran. The palynofloras embrace one species of prasinophyte cyst, 25 species (assigned to 14 genera) of acritarchs, 8 species (attributed to 6 genera) of chitinozoans, and 2 species (assigned to 2 genera) of spores. Based on the stratigraphic distribution pattern of acritarchs (*sensu lato*) one local assemblage zone (*Evittia denticulata denticulata* - *Lophosphaeridium papillatum*-*Eupoikilofusa striatifera* assemblage zone) is introduced in the strata investigated herein. The known stratigraphic importance of such acritarchs and chitinozoans as *Eupoikilofusa striatifera*, *Geron amabilis*, *Spinachitina fragilis* and *Ancyrochitina convexa* as well as the lack of Middle and Late Silurian index taxa allow for the host strata to be attributed to the Early Silurian (Llandovery). Notable abundance of transparent AOM in majority of the samples (except those labeled as 318–326 and collected 38–88 above the base) examined indicates sedimentation in a marginal marine setting with relatively low oxygen level. Such palynofacies data as proportion of blade-shaped to equidimensional opaque palynomacerals and AOM/marine palynomorphs ratio in the material studied tend to support such generalizations on the depositional environment.

Keywords: Palynostratigraphy, Marine Palynomorphs, Palaeoecology, Niur Formation, Central Iran.

Introduction

The geographic distribution outline of sediment and extensive emergence in Iran during Silurian tend to support the hypothesis relating such events to the Caledonian orogeny. The Silurian deposits are so far reported from eastern Alborz Ranges, Central Iran, and southeastern Zagros. Nabavi (1976) believed that because of the Caledonian movements, vast areas in north and northwest of Iran emerged while in east and northeast of the country marginal marine deposition continued; boundary between the two is speculated to be along a line extending from Aliabad (east of Gorgan) in the north through Semnan to Zardkuh (Zagros Mountains) in the south.

Another significant characteristic of the Silurian in Iran is the presence of basic submarine volcanic rocks (basalts) reported from many areas indicating a rift in the otherwise coherent Paleozoic cratonic crust, for example, in northeastern Iran (Aghanabati 2008).

The Silurian strata in central Iran, known as the Niur Formation, consist of dark brown coral-bearing limestones with thin shale intercalation and basal dolostones. Occurrence

of abundant diverse fossil content including corals, brachiopods, and conodonts as well as such marine palynomorphs as acritarchs and chitinozoans in sediments of both the type and reference sections allows for recognition of several microfacies types, confirmation of deposition in a marginal marine setting, and attribution of the host strata to the Middle–Late Silurian (Aghanabati 2004; Lotfollahi et al. 2012).

The Niur palynofloras are examined herein in order to determine relative age, stratigraphic distribution pattern of palynomorphs, and depositional setting of the host strata at the Tikdar stratigraphic section, northwest of Kerman. There, the Niur Formation comprises 200m of carbonates, shales, siltstones, and sandstones disconformably positioned between the Padeha and Shirgesht formations.

Material and Methods

This study is based on palynologically productive surface samples collected from the Niur Formation, at the Tikdar stratigraphic section, northwest of Kerman. All samples prepared using standard palynological processing procedures

(e.g. Phipps and Playford 1984); encompassing initial treatment with HCl (10-50%) and HF (40%) for dissolution of carbonates and silicates, respectively. Then the residue saturated with ZnCl₂ solution (2.0 gr/cm³) for mineral separation. All residues are sieved with a 20µm mesh prior to make of strew slides. Three slides for each preparation are made and examined by transmitted light microscope. It should be noted that maceration of the Niur Formation samples executed at palynology laboratory of the Exploration Directorate of the National Iranian Oil Company.

For quantitative studies, 15 field views of each strew slide are randomly examined using x16 objective. Palynological elements counted include marine and terrestrial palynomorphs, dark and bright amorphous organic matter (AOM), and phytoclasts. For determination of the depositional setting, sedimentation rate, and oxygen level fluctuations during deposition of the pertinent material such factors as dark/bright AOM, marine palynomorphs/AOM, spores/marine palynomorphs, dark equidimensional/blade-shaped palynomacerals, and short-/long-processed acritarchs ratios are investigated.

Discussion of Results and Conclusions

Diverse, moderately to well-preserved palynomorphs including acritarchs (*sensu lato*), scolecodonts, and spores

occur in the Niur Formation's palynofloras at the Tikdar stratigraphic section, northwest of Kerman. The palynofloras embrace one species of prasinophyte cyst, 25 species (assigned to 14 genera) of acritarchs, 8 species (attributed to 6 genera) of chitinozoans, and 2 species (assigned to 2 genera) of spores. Based on the stratigraphic distribution pattern of acritarchs (*sensu lato*) one local assemblage zone (*Evittia denticulata denticulata-Lophosphaeridium papillatum-Eupoikilofusa striatifera* assemblage zone) is introduced in 90 m of the Niur Formation investigated herein. Additionally two barren interval zones, one at the base (65 m) and the second (45 m) at the top of the rock unit are also identifiable. The known stratigraphic importance of such acritarchs and chitinozoans as *Eupoikilofusa striatifera*, *Geron amabilis*, *Spinachitina fragilis*, and *Ancyrochitina convexa* allows for the host strata to be dated as the Early Silurian (Llandovery).

Using a variety of palynological elements such as marine and terrestrial palynomorphs, phytoclasts, and dark/bright AOMs indicates deposition of the Niur sediments at the section examined in a marginal marine setting with mainly low sedimentation rate and relatively low oxygen level.

پالینوستراتیگرافی و پالئواکولوژی سازند نیور، تیکدر، شمال غرب کرمان، ایران مرکزی

حسین هاشمی، دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، ایران

فرشته سجادی، دانشیار، دانشکده زمین‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، ایران*

ندا بهرامی حصاری، کارشناس ارشد چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، دانشگاه تهران، ایران

چکیده

پالینومورف‌های متنوعی شامل آکریتارک‌ها، سیست پرازیوفیت‌ها، کیتینوزوآها، اسکلوکودونت‌ها و اسپورها با حفظ‌شدگی متوسط تا خوب در قسمتی از (۹۰ متر) نهشته‌های سازند نیور (۲۰۰ متر) در برش چینه‌شناسی تیکدر، شمال غرب کرمان، ایران مرکزی وجود دارند. پالینوفلورای مطالعه‌شده شامل ۱ گونه (متعلق به ۱ جنس) از سیست پرازیوفیت‌ها، ۲۵ گونه (متسبب به ۱۴ جنس) از آکریتارک‌ها، ۸ گونه (مربوط به ۶ جنس) از کیتینوزوآها، و ۲ گونه (متعلق به ۲ جنس) از اسپورها است. بر اساس پراکندگی چینه‌شناسی آکریتارک‌ها یک بایوزون تجمعی محلی با عنوان *Evittia denticulata denticulata- Lophosphaeridium papillatum-Eupoikilofusa striatifera* assemblage در ۹۰ متر از نهشته‌های سازند نیور در برش چینه‌شناسی مطالعه‌شده معرفی شد؛ علاوه بر این، دو قسمت بدون پالینومورف، یکی به ضخامت ۶۵ متر در قاعده و دیگری به ضخامت ۴۵ متر در بالای سازند نیور، در برش چینه‌شناسی تیکدر وجود دارند. در پالینوفلورای مطالعه‌شده، آکریتارک‌ها و کیتینوزوآهای دارای ارزش چینه‌شناسی نظیر *Geron amabilis Eupoikilofusa striatifera*، *Spinachitina fragilis* و *Ancyrochitina convexa* وجود دارند. باتوجه به وجودداشتن شکل‌های شاخص سیلورین میانی و پسین در پالینوفلورای سازند نیور، نهشته‌های مطالعه‌شده به سیلورین پیشین (Llandovery) نسبت داده می‌شوند. فراوانی نسبی AOM شفاف در نهشته‌های مورد مطالعه‌شده به استثنای نمونه‌های ۳۱۸ تا ۳۲۶ (۳۸ تا ۸۸ متر بالاتر از قاعده سازند نیور در برش چینه‌شناسی تیکدر) نشان‌دهنده رسوب‌گذاری با نرخ کم در محیط دریایی حاشیه قاره‌ای و کم‌اکسیژن است. سایر داده‌های پالینوفاسیس از جمله نسبت پالینوماسرال‌های اپک تیغه‌ای به هم‌بعد و نسبت AOM به پالینومورف‌های دریایی نیز نتیجه‌گیری یادشده را تأیید می‌کنند. **واژه‌های کلیدی:** پالینوستراتیگرافی، پالینومورف‌های دریایی، پالئواکولوژی، سازند نیور، ایران مرکزی

Email: sajjadi39@yahoo.com

* نویسنده مسؤول: ۰۹۱۲۲۷۸۶۲۱۷

Copyright©2019, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they can't change it in any way or use it commercially.

DOI: [10.22108/jssr.2019.108889.1034](https://doi.org/10.22108/jssr.2019.108889.1034)

مقدمه

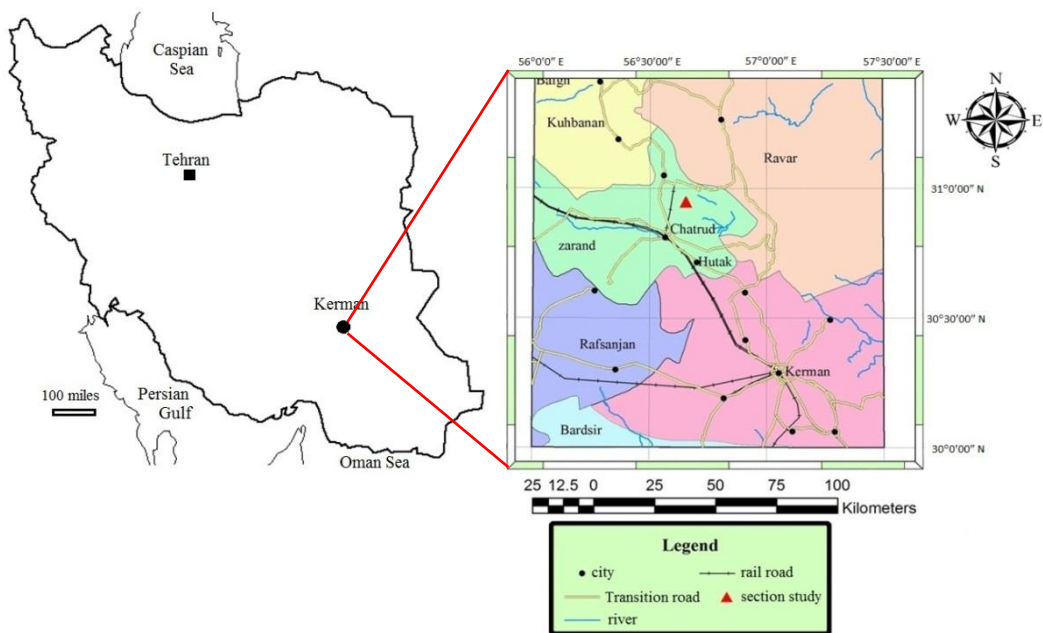
جغرافیای دیرینه، پراکندگی نهشته‌ها و خشکی‌زایی وسیع در سیلورین ایران سبب تقویت فرضیه تداوم حرکات شاغولی وابسته به فاز کالدونین، گسترش جهانی یخچال‌ها و افت جهانی سطح آب دریاها می‌شود. با وجود خشکی‌زایی وسیع، نهشته‌های سیلورین تاکنون از نواحی محدودی در البرز شرقی، ایران مرکزی و جنوب شرقی زاگرس گزارش شده‌اند. نبوی (۱۹۷۶) معتقد است در نتیجه جنبش‌های کالدونین، شمال و شمال‌غرب ایران از آب خارج شده‌اند و مرز خشکی یادشده از علی‌آباد گرگان آغاز و به زردکوه بختیاری می‌رسد؛ هرچند وجود نهشته‌های سیلورین در تالش محدوده خشکی یادشده را مبهم می‌کند. وجود سنگ‌های آتشفشانی از نوع بازالت‌های زیردریایی ویژگی مهم نهشته‌های سیلورین ایران است که بازشدگی پوسته کراتونی سکوی پالئوزوئیک ایران را تأیید می‌کند (Aghanabati 2008). نهشته‌های سیلورین که در ایران مرکزی به نام سازند نیور شناخته می‌شوند در برش چینه‌شناسی الگو از سنگ‌آهک‌های قهوه‌ای تیره مرجان‌دار، میان‌لایه‌هایی از شیل و افق‌هایی از دولوستون در قاعده تشکیل شده‌اند. فراوانی انواع فسیل‌ها (مرجان‌ها، بازوپایان و کنودونتاها) همراه با پالینومورف‌های دریایی (آکریتارک‌ها و

کیتینوزوآها) در برش‌های چینه‌شناسی الگو و مرجع علاوه‌بر شناسایی چند میکروفاسیس در نهشته‌های یادشده و تأیید رسوب‌گذاری در محیط دریایی کم‌عمق نزدیک به ساحل باعث انتساب این واحد سنگی به سیلورین میانی-پسین شده است (Aghanabati 2004; Lotfoallahi et al. 2012).

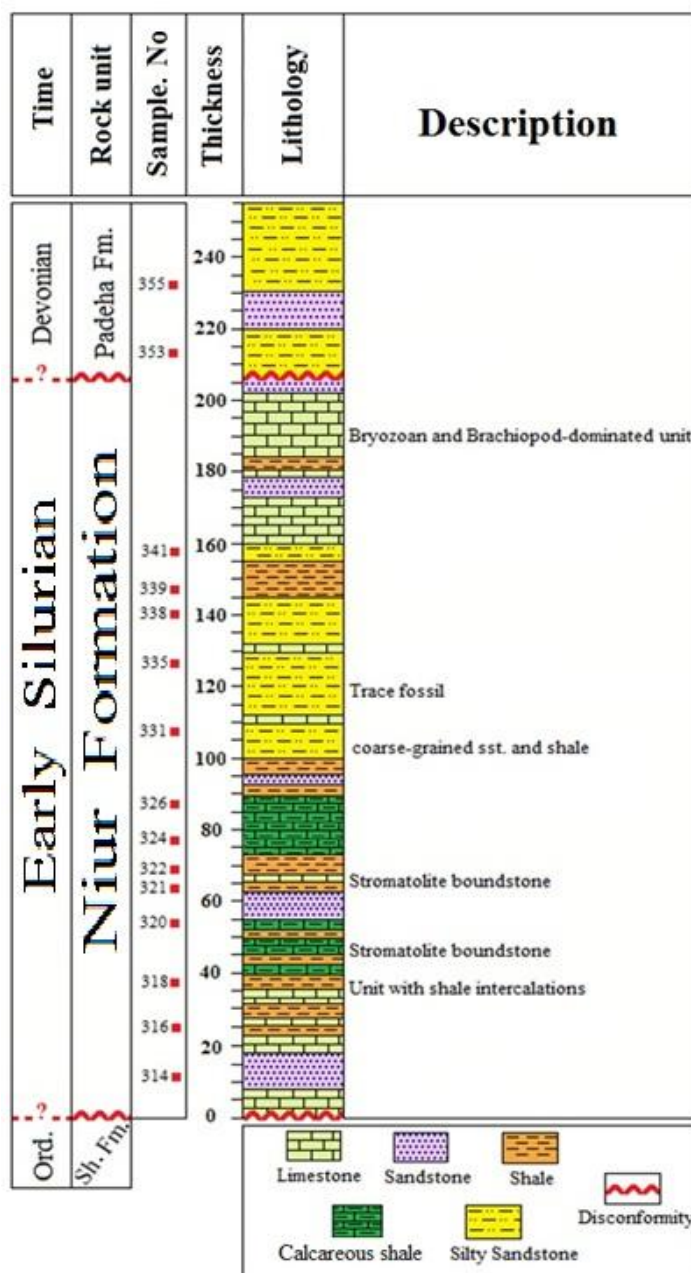
برای تعیین سن نسبی، پالینوزوناسیون و بازسازی محیط دیرینه سازند نیور بر اساس پالینومورف‌ها، پالینوفلورای این واحد سنگی در برش چینه‌شناسی تیکدر، شمال‌غرب کرمان مطالعه شد.

موقعیت جغرافیایی برش چینه‌شناسی تیکدر و لیتو استراتیگرافی سازند نیور

برش چینه‌شناسی مطالعه‌شده در روستای تیکدر با مختصات جغرافیایی $26^{\circ} 53' 56''$ طول شرقی و $42^{\circ} 57'$ عرض شمالی در ۸ کیلومتری شمال‌شرق چترود و شمال‌غرب کرمان واقع شده است (شکل ۱). سازند نیور در برش چینه‌شناسی یادشده از ۲۰۰ متر ماسه‌سنگ، سیلتستون، سنگ‌آهک و شیل تشکیل شده که با ناپیوستگی فرسایشی روی سازند شیرگشت و زیرسازند پادها قرار گرفته است (شکل ۲).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و مسیر دسترسی به برش چینه‌شناسی تیکدر



شکل ۲- ستون چینه‌شناسی سازند نیور در برش چینه‌شناسی تیکدر

روتنر و همکاران (Ruttner et al. 1968) برش چینه‌شناسی شاهد (Reference Section) این واحد سنگی را در کوه‌های درنجال، ۹۰ کیلومتری جنوب برش چینه‌شناسی نمونه سازند نیور انتخاب و معرفی کرده‌اند. مرز زیرین سازند نیور با سازند شیرگشت بر اثر درهم‌ریختگی ناشی از نفوذ و تزریق

تاریخچه مطالعه‌های پیشین

روتنر (Ruttner 1961) سازند نیور را بخشی از سری زیرین (Legend Series) معرفی کرده است، سپس فلوگل و روتنر آن را مطالعه (Flügel and Ruttner 1962) و در نهایت، روتنر و همکاران آن را (Ruttner et al. 1970) معرفی و توصیف کرده‌اند.

تختانی این سازند نشان‌دهنده سن اردوئین در نظر گرفته شده است.

بختیاری فرد (۱۹۹۲) با مطالعه پالینولوژی نهشته‌های برش چینه‌شناسی تپ سازند نیور سن سیلورین پیشین-میانی (خلاندوری تا ونلوک) را برای این رسوبات تعیین کرده و نبود چینه‌شناسی بین سازندهای نیور و پادها (سیلورین پسین تا دونین میانی) را به فاز کالدونین نسبت داده است.

قویدل سیوکی (Ghavidel-Syooki 2000, 2001) با مطالعه آکریتارک‌های سازند نیور در برش چینه‌شناسی کوه سالوک، جنوب غرب بجنورد ضمن معرفی یک بایوزون تجمعی (assemblage zone VI)، سن سیلورین پیشین را برای این نهشته‌ها پیشنهاد کرده و بر اساس حضور آکریتارک‌ها، محیطی دریایی را برای تشکیل رسوبات این سازند در نظر گرفته است.

قویدل سیوکی (Ghavidel-Syooki 2003) ضمن مطالعه پالینومورف‌های سازند نیور در برش چینه‌شناسی کوه بقو، جنوب غربی کاشمر، سن خلاندوری- ونلوک آغازین را پیشنهاد کرده و محیط رسوب‌گذاری نهشته‌های یادشده را محیطی دریایی در نظر گرفته است.

مطالعه پالینومورف‌های سازند نیور در البرز شرقی توسط قویدل سیوکی و ویکولی (Ghavidel-Syooki and Vecoli 2006) به معرفی چهار بایوزون به سن خلاندوری (روآدین-تلیچین) منجر شده است.

مهرجردی (Mehrerjedi 2001) با مطالعه پالینومورف‌های سازند نیور در شمال طبس، بایوزون تجمعی آکریتارکی به سن سیلورین پیشین (خلاندوری) را شناسایی کرده است.

قویدل سیوکی (Ghavidel-Syooki 2006) با مطالعه زیست‌چینه‌نگاری کیتینوزوآهای سازند نیور در ناحیه کپه‌داغ، جاده اسفراین- بجنورد با معرفی سه بایوزون، سن خلاندوری- ونلوک را برای این سازند در نظر گرفته است. همچنین او پیشنهاد کرده منطقه مطالعه‌شده طی سیلورین

سنگ‌های آذرین مشخص نیست؛ اما مرز بالایی آن با سازند پادها هم‌شیب است.

اگرچه وجود ماکروفسیل‌های جانوری از جمله مرجان‌ها (Flügel 1962)، براکیوپودها و نرم‌تنان (Stepanov 1968) در رسوبات برش‌های چینه‌شناسی تپ و شاهد این سازند مؤید سن سیلورین پیشین تا سیلورین پسین این واحد سنگی در نظر گرفته شده است ظاهراً کنودونت‌های این سازند در ناحیه شیرگشت بیان‌کننده سن دونین پیشین برای بخش فوقانی سازند نیور هستند (Walliser 1968).

علوی نائینی (Alavi Naini 1972) در بزکوه، جنوب دشت ویراب، سن سازند نیور را سیلورین تعیین کرده است. زاهدی (Zahedi 1973) طبقه‌های سیلورین منطقه سُه کاشان را قابل‌قیاس با سازند نیور ناحیه شیرگشت دانسته و به براکیوپودها به‌عنوان تنها شکل‌های فسیلی به‌دست‌آمده از رسوبات یادشده اشاره کرده است.

افشار حرب (Afshar Harb 1979) برای نخستین‌بار رسوبات سازند نیور در نواحی قلّی و رُباط قریبل کپه‌داغ را مطالعه و پس‌از آن، قویدل سیوکی (Ghavidel-Syooki 1990) سن خلاندوری- ونلوک را بر اساس پالینومورف‌ها پیشنهاد کرده است.

ودیج (Weddige 1983) بر اساس کنودونت‌ها و تتاکولیت‌ها، سن سازند نیور در کوه‌های پونه‌زار واقع در جنوب غربی بینالود را امسین آغازین تعیین کرده است.

ایستو و همکاران (Aistov et al. 1984) با مطالعه بریوزوآها و کرینوئیدهای نهشته‌های سازند نیور در ناحیه خور، در دو محل کوه آبریزو و کوه معراجی به‌ترتیب سن سیلورین پیشین و سیلورین- دونین پیشین را پیشنهاد کرده‌اند.

سازند نیور در انارک (یزد) را شارکوسکی و همکاران (Sharkovski et al. 1984) مطالعه کرده‌اند؛ در این مطالعه، حضور *Favositesgothlandicus* معرف سن سیلورین و وجود *Nichlosonella* sp.aff. *N. vaupeliformis* در بخش

تشکیل رسوبات مورد مطالعه، فراوانی نسبی عناصر پالینولوژی در ۱۵ میدان دید تصادفی هرکدام از اسلایدهای مورد بررسی شمارش و مشخص شد. در مرحله بعد، فراوانی نسبی عناصر پالینولوژی یادشده شامل پالینومورف‌های دریایی، اسپورها، Amorphous Organic Matter (AOM) تیره و روشن و فیتوکلاست‌های تیره تعیین و نمودارهای مربوطه ترسیم شدند. به منظور تعیین نوع محیط دیرینه، نرخ رسوب گذاری و میزان اکسیژن عواملی مانند نسبت AOM شفاف به تیره، نسبت پالینومورف‌های دریایی به AOM، نسبت اسپورها به پالینومورف‌های دریایی، نسبت پالینوماسرال اپک هم بعد به انواع اپک تیغه‌ای و نسبت آکریتارک‌ها به یکدیگر بر اساس بلندی زواید آنها بررسی شد.

پالینوستراتیگرافی

میکروفیتوپلانکتون‌های دریایی نسبت به پالینومورف‌های خشکی در پالینومورف‌های سازند نیور در برش چینه‌شناسی تیکدر تنوع و فراوانی نسبی بیشتری دارند. در پالینوفلورای مورد مطالعه ۱ گونه (متعلق به ۱ جنس) از سیست پرازینوفیت‌ها، ۲۵ گونه (متسب به ۱۴ جنس) از آکریتارک‌ها، ۸ گونه (مربوط به ۶ جنس) از کیتینوزوآها و ۲ گونه (متعلق به ۲ جنس) از اسپورها شناسایی شده است (پلیت‌های ۳-۱). از پالینومورف‌های دریایی آکریتارک‌هایی نظیر *Veryhachiumtrispinosum* و *Evittiadenticulatadenticulata* فراوانی نسبی بیشتری دارند اما شکل‌هایی مانند *Geronguerillerus* و *Ecthyabrachionanatolion* دارای فراوانی نسبی بسیار کمتری هستند؛ به طوری که در پالینوفلورای سازند نیور تنها ۱ نمونه از هریک از گونه‌های یادشده یافت شد. از کیتینوزوآها *Spinachitinafragilis* فراوانی نسبی بیشتر و شکل‌هایی نظیر *Sphaerochitinalongicollis* فراوانی نسبی کمتری دارند. از پالینومورف‌های معرف محیط‌های خشکی (اسپورها) شکل‌های ساده با تقارن شعاعی و علامت تراپلت در نهشته‌های سازند نیور در برش چینه‌شناسی تیکدر دیده

پیشین بخشی از ابرقاره گندوانا بوده است و پالینومورف‌های آن با مجموعه فسیلی سیلورین زاگرس و کشورهای عربستان سعودی، الجزایر، لیبی، مراکش و اسپانیا مشابه است. لطف‌اللهی و همکاران (۲۰۱۲) با مطالعه محیط رسوبی و چینه‌نگاری سکانسی سازند نیور در برش چینه‌شناسی مرجع، نه میکروفاسیس معرف محیط‌های ساحل، لاگون، سد، دریای محدودشده، دریای باز و رمپ میانی را که در محیط رسوب گذاری قدیمی از نوع رمپ تشکیل شده‌اند تشخیص و نهشته‌های یادشده را به سیلورین پیشین (خلاندوری) نسبت داده‌اند.

روش کار و ترکیب پالینوفلورای مطالعه شده

باتوجه به احتمال وجود پالینومورف‌ها در رسوبات آواری ریزدانه (Traverse 2007)، نمونه‌برداری از افق‌های مناسب موجود در سازند نیور انجام شد. روش‌های معمول در پالینولوژی برای جداسازی پالینومورف‌ها از رسوبات دربرگیرنده استفاده شدند (Barss and Williams 1973; Phipps and Playford 1984; Wood et al. 1996) بر این اساس، کلریدریک‌اسید ۱۰ درصد برای انحلال کربنات‌ها و اکسیدهای آهن و فلوریدریک‌اسید ۴۰ درصد برای انحلال سیلیکات‌ها استفاده شد. کلریدریک‌اسید ۵۰ درصد برای ازبین‌بردن ژل سیلیکاته ایجادشده و محلول کلروروری ($ZnCl_2$) با وزن مخصوص ۲ گرم بر سانتی‌مترمکعب و کمتر برای افزایش فراوانی نسبی پالینومورف‌ها استفاده شد. گفتنی است آماده‌سازی نمونه‌های سنگی سازند نیور در آزمایشگاه پالینولوژی مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران انجام شد و اسلایدهای پالینولوژی آماده‌شده برای مطالعه در اختیار نویسندگان قرار داده شدند.

پالینومورف‌های نسبتاً متنوع با حفظ‌شدگی متوسط تا خوب شامل آکریتارک‌ها، سیست پرازینوفیت‌ها، کیتینوزوآها، اسکولکودونت‌ها و اسپورها در پالینوفلورای سازند نیور در برش چینه‌شناسی تیکدر وجود دارند. به‌منظور تعیین محیط

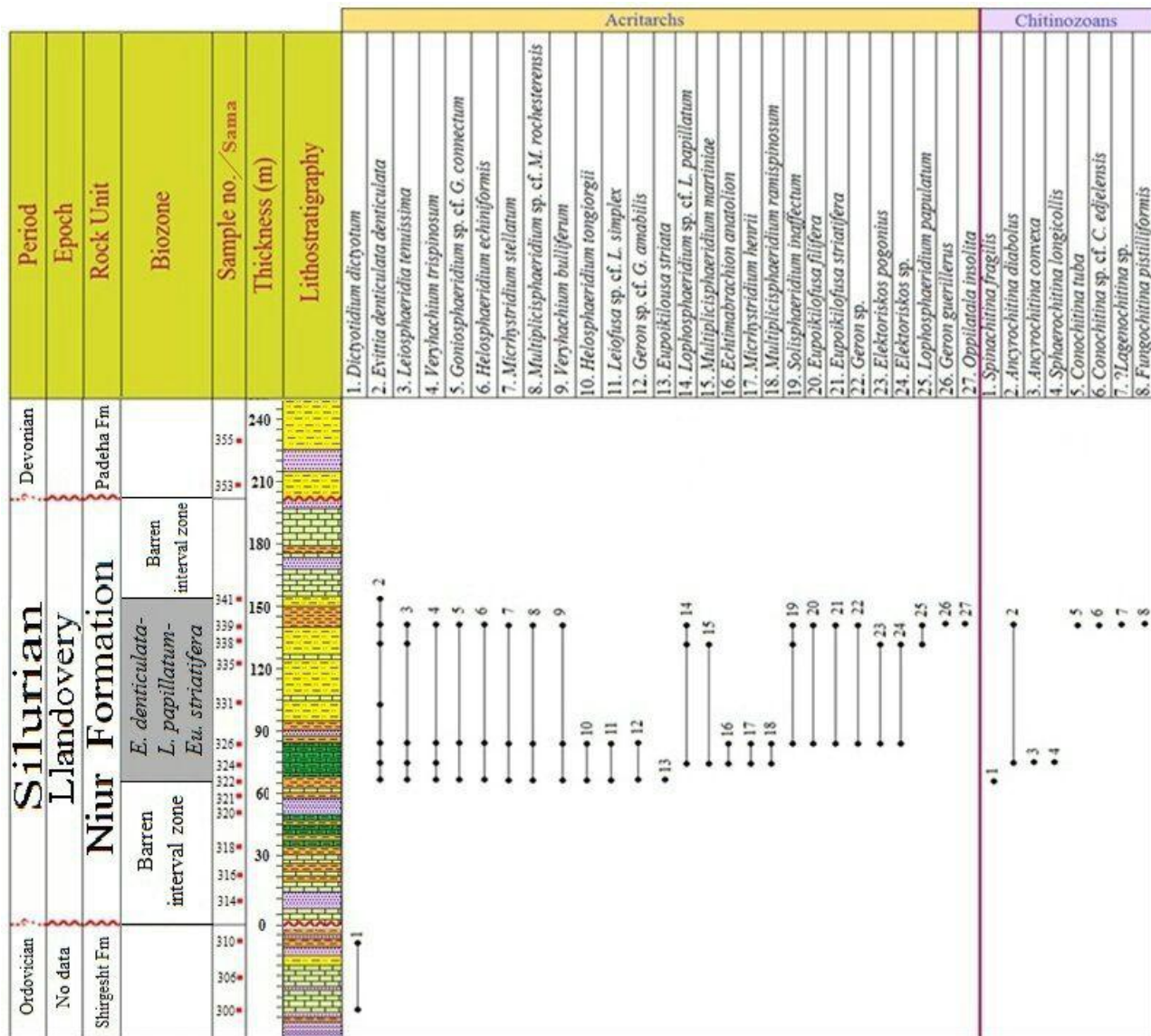
Leiofusa sp. cf. *L. Helosphaeridium tongiorgii*
Lophosphaeridium sp. cf. *L. papillatum simplex*
Micrhystridium henrii *Lophosphaeridium papulatum*
Multiplicisphaeridium Micrhystridium stellatum
Multiplicisphaeridium ramispinosum martiniae
Multiplicisphaeridium sp. cf. *M. rochesterensis*
Solisphaeridium inaeffectum, *Oppilatala insolita*
 و *Veryhachium trispinosum* و *Veryhachium bulliferum*
 کیتینوزوآهایی مانند *Conochitina* sp. cf. *C.edjelensis*
Lagenochitina Spinachitina fragilis, *Conochitina tuba*
Sphaerochitina Fungochitina pistilliformis sp.
Ancyrochitina Ancyrochitina convexa longicollis
 و *Ancyrochitina* sp. cf. *A.diabolus* و *convexa* نیز وجود دارند.

علاوه بر این، باتوجه به وجودنداشتن پالینومورف‌ها در نمونه‌های مربوط به ۶۵ متری بخش قاعده‌ای و ۴۵ متری بخش فوقانی سازند نیور در برش چینه‌شناسی تیکدر، دو زون بدون فسیل (Barren interval zone) در سنگ‌های کربناته، شیل و ماسه‌سنگ‌های به ترتیب بخش‌های زیرین و بالایی این واحد سنگی شناسایی شده‌اند (شکل ۳).

می‌شوند اما هیچ نمونه مونولتی مشاهده نمی‌شود. اسکولکودونت‌ها در پالینوفلورای مطالعه‌شده فراوانی نسبی درخور توجهی دارند.

شکل‌های شاخصی از کیتینوزوآها و آکریتارک‌های سیلورین پیشین در پالینوفلورای سازند نیور در برش چینه‌شناسی تیکدر وجود دارند که در مطالعه‌های پیشین از آنها در پالینوستراتیگرافی نهشته‌های سیلورین ایران و نقاط مختلف جهان استفاده شده است.

بر اساس الگوی پراکندگی میکروفیتوپلانکتون‌های دریایی در بخشی از نهشته‌های مطالعه‌شده، یک بایوزون تجمعی غیررسمی با عنوان *Evittia denticulata* - *Lophosphaeridium papillatum* - *denticulata* - *Eupoikilofusa striatifera* assemblage zone در ۹۰ متر سیلتستون، سنگ‌آهک، آهک رسی با میان‌لایه‌هایی از شیل و ماسه‌سنگ سازند نیور معرفی شده است (شکل ۳). در این بایوزون آکریتارک‌هایی نظیر *Leiosphaeridia tenuissima*, *Elektoriskos pogonius*, *Ecthyambrachion anatolion*, *Eupoikilofusa*, *Eupoikilofusa filifera*, *Elektoriskos* sp., *Evittia denticulata*, *Eupoikilofusa striatifera striata*, *Geron*, *Geron* sp. cf. *G. amabilis denticulata*, *Goniosphaeridium* sp. cf. *G. Geron* sp., *guerillerus*, *Helosphaeridium echiniformis*, *connectum*



شکل ۳- گسترش چینه‌شناسی پالینومورف‌های سازند نیور، تیکدر، شمال غرب کرمان (نشانه‌های لیتولوژیک در شکل ۲)

سیلورین برزیل (Grahn et al. 2000) و نهشته‌های سازند نیور در برش چینه‌شناسی مطالعه‌شده جنس‌های *Conochitina*، *Sphaerochitina* و *Ancyrochitina* به‌طور مشترک دیده می‌شوند.

قویدل سیوکی و خسروی (۱۹۹۴) با معرفی بایوزون‌های V و VI بر اساس پراکندگی چینه‌شناسی آکریتارک‌ها و بایوزن C4 با توجه به الگوی گسترش چینه‌شناسی کیتینوزوآ، سازند سرچاهان را به سیلورین پیشین نسبت داده‌اند. پالینومورف‌های مشترک بین بایوزون‌های یادشده و بایوزون

انواعی از کیتینوزوآها شامل *Conochitina edjelensis*، *Ancyrochitina*، *Spinachitina fragilis*، *Conochitinatuba*، *Lagenochitina*، *Fungochitina convexa*، *Sphaerochitina* که از نهشته‌های سیلورین بالتیک، عربستان سعودی و ایران گزارش شده‌اند (Verniers et al. 1995, Nestor 1994, Paris et al. 1995, Ghavidel-Syooki and Winchester-Seeto 2004) در رسوبات سازند نیور در برش چینه‌شناسی تیکدر نیز وجود دارند. در بایوزون‌های مبتنی بر کیتینوزوآها برای رسوبات

آکریتارک‌هایی با ارزش چینه‌شناسی شناخته‌شده نظیر *Gerosp. cf. G. amabilis* و *Eupoikilofusa striatifera* را حضور دارند که مجموعاً سن سیلورین پیشین (Llandovery) را برای رسوبات دربرگیرنده پیشنهاد می‌کنند. آکریتارک‌ها و کیتینوزوآهای یادشده قبلاً نیز از برش چینه‌شناسی مرجع سازند نیور (Bakhtiyarifard 1992)، رسوبات سیلورین سازند سرچاهان (Ghavidel-Syooki 2000; Ghavidel-Syooki and Winchester-Seeto 2004)، سیلورین عربستان سعودی (Paris et al. 1995) و استونی (Nestor 1980; 1994) گزارش شده‌اند.

گفتنی است باتوجه‌به وجودداشتن پالینومورف‌ها در نهشته‌های بخش‌های قاعده‌ای و فوقانی سازند نیور در برش چینه‌شناسی تیکدر (شکل ۳)، تعیین مرزهای زیرین و بالایی این واحد سنگی با سازند شیرگشت (اردویسین) در پایین و سازند پادها (دونین) در برش چینه‌شناسی مطالعه‌شده صرفاً بر اساس اطلاعات لیتوستراتیگرافی انجام شده است.

پالینوفاسیس‌های رسوبات سازند در برش چینه‌شناسی

تیکدر

تعیین نسبت AOM شفاف (نبود اکسیژن) به انواع تیره (وجود اکسیژن) یکی از راه‌های تشخیص میزان اکسیژن محیط رسوب‌گذاری است (Tyson 1995). بررسی این نسبت در رسوبات مطالعه‌شده (شکل ۴) نشان می‌دهد نسبت AOM شفاف به انواع تیره (به استثنای نمونه‌های ۳۱۸ تا ۳۲۶ مربوط به ۳۸ تا ۸۸ متر بالاتر از قاعده) همواره بیش از ۱ است (شکل ۵، نمودار a)؛ این ویژگی نشان‌دهنده شرایط بدون اکسیژن تا نیمه‌اکسیدان است.

معرفی‌شده در برش چینه‌شناسی مطالعه‌شده عبارتند از: *Evittia Ancyrochitina Sphaerochitina longicollis*

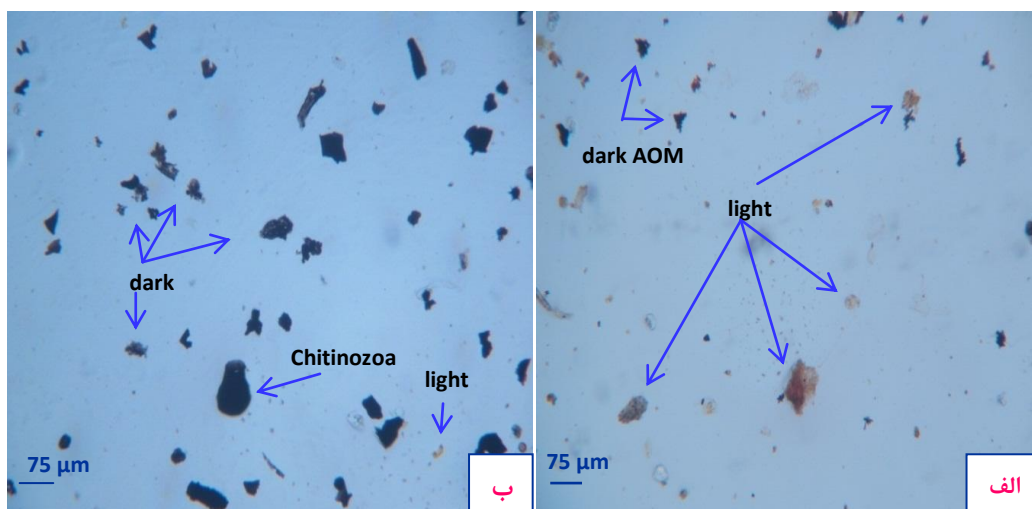
Multiplicisphaeridium denticulate

قویدل سیوکی (۲۰۰۱) با مطالعه آکریتارک‌های سازند نیور در برش چینه‌شناسی کوه سالوک، جنوب‌غرب بجنورد ضمن معرفی یک بایوزون تجمعی (assemblage zone VI) سن سیلورین پیشین را برای این نهشته‌ها پیشنهاد کرده است. نمونه‌های مشترک بین بایوزون یادشده و بایوزون معرفی‌شده در نهشته‌های سازند نیور در برش چینه‌شناسی تیکدر شامل آکریتارک‌های در حد جنس از جمله *Veryhachium Helosphaeridium Multiplicisphaeridium* هستند.

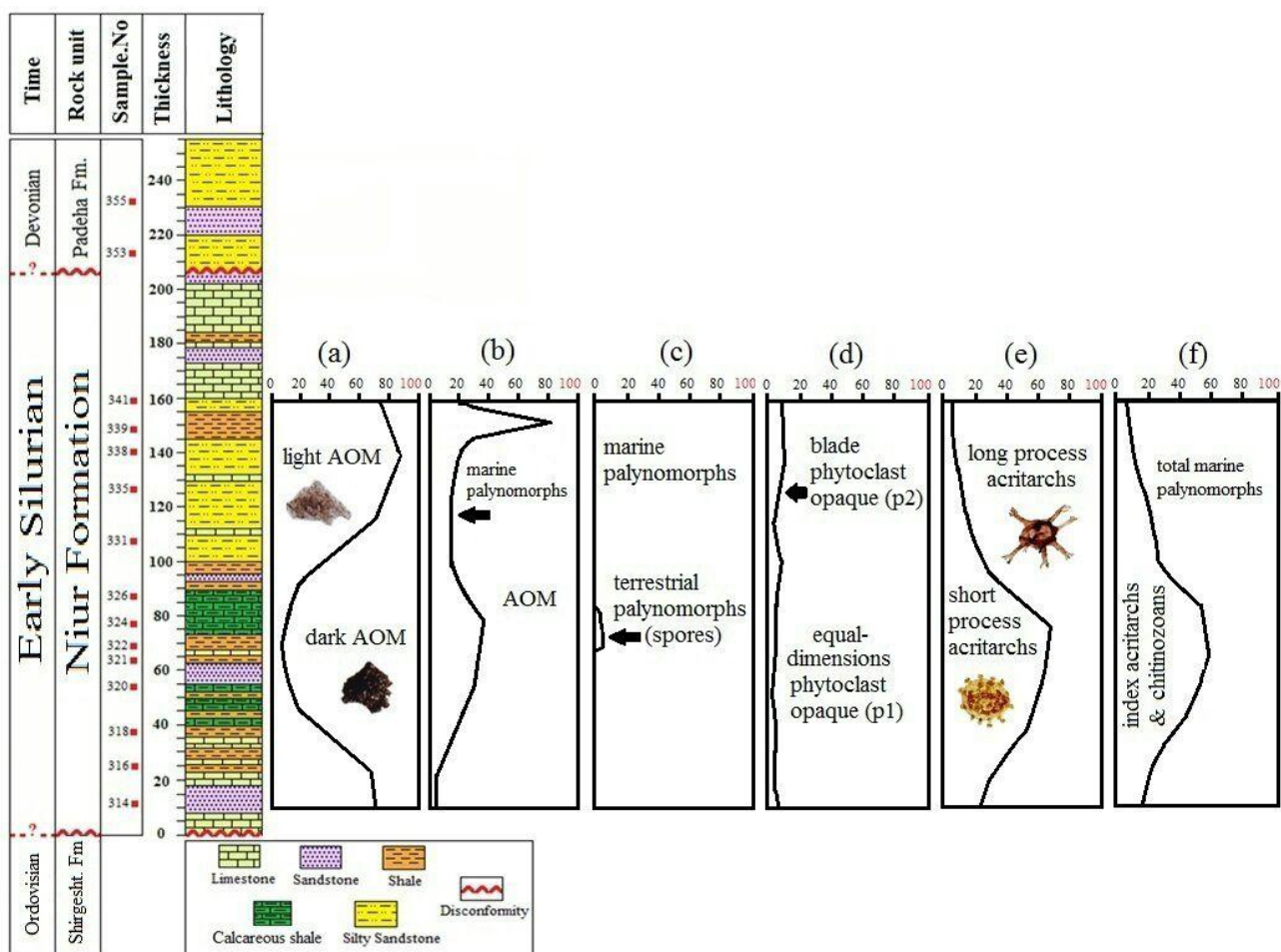
بختیاری‌فرد (۱۹۹۴) با مطالعه آکریتارک‌های رسوبات مقطع چینه‌شناسی تیپ سازند نیور و معرفی پنج بایوزون در نهشته‌های یادشده، بایوزون‌های I، II و III را به خلاندورین و بایوزون‌های IV و V را به ونلوکین نسبت داده است. انواعی از آکریتارک‌ها از جمله *Evittia Eupoikilofusa striatifera trispinosum denticulata Veryhachium Lophosphaeridium Leiosphaeridia Leiofusa Micrhystridium* بین بایوزون معرفی‌شده در رسوبات سازند نیور در برش چینه‌شناسی تیکدر و بایوزون‌های I تا III در نهشته‌های برش تیپ این واحد سنگی به‌طور مشترک وجود دارند.

سن نسبی نهشته‌های مطالعه‌شده

در برش چینه‌شناسی تیکدر کیتینوزوآهایی نظیر *Spinachitinafragilis* (شاخص رودانین) و *Ancyrochitinaconvexa* (معرف آرونین) و همچنین



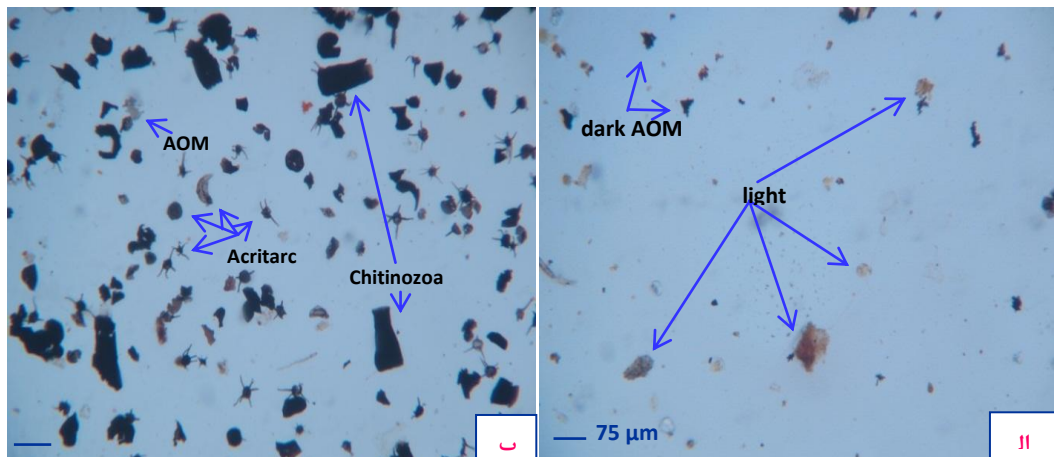
شکل ۴- نسبت AOM شفاف به AOM تیره: الف. نمونه ۳۱۶، ب. نمونه ۳۲۴



شکل ۵- پراکندگی چینه شناسی و تغییرات فراوانی نسبی عناصر پالینولوژی در نمونه‌های مطالعه‌شده

نمونه ۳۳۹ افزایش درخور توجه فراوانی نسبی پالینومورف‌های دریایی گویای افزایش مقطعی نرخ رسوب‌گذاری و متعاقب آن حفظ‌شدگی بسیار خوب پالینومورف‌ها است (شکل ۵، نمودار b).

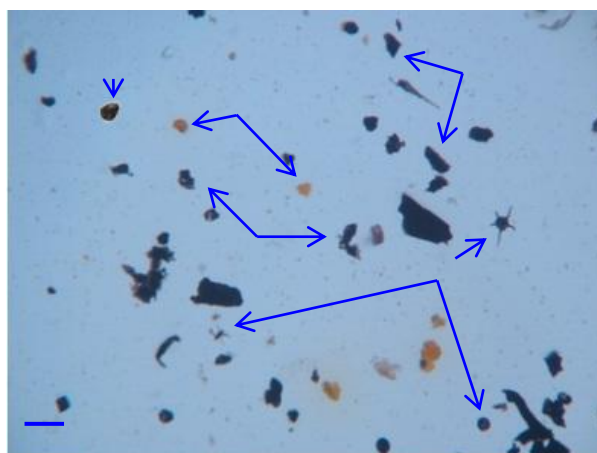
در نمونه‌های مطالعه‌شده (به استثنای نمونه ۳۳۹) AOM‌ها فراوانی درخور توجهی دارند (شکل ۶)؛ این ویژگی نشان‌دهنده نرخ رسوب‌گذاری کمی است که در اثر آن و در حضور اکسیژن، مواد آلی تجزیه و به AOM تبدیل شده‌اند. در



شکل ۶- نسبت AOM به پالینومورف دریایی؛ الف. نمونه ۳۱۶.

از توالی مطالعه‌شده تأییدکننده این نتیجه‌گیری است؛ البته شایان توجه است کمبود میزان عناصر خشکی در نمونه‌های مطالعه‌شده ممکن است به علت کمیاب بودن گیاهان خشکی (در ابتدای دوره سیلورین) باشد؛ اگرچه گیاهان اولیه در دوره اردوئین در خشکی‌ها وجود داشته‌اند قطعی‌ترین شواهد فسیلی گیاهان خشکی به سیلورین میانی (Wenlock) مربوط هستند (Cocks 2005).

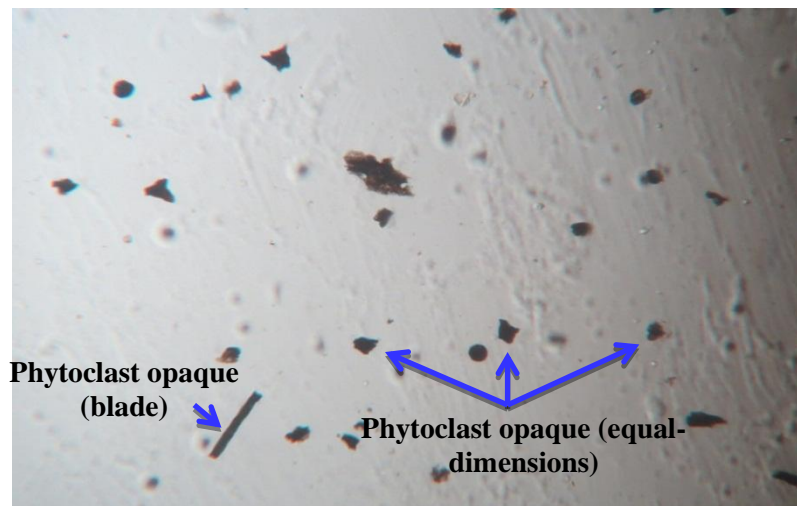
در نمونه‌های مطالعه‌شده (به استثنای نمونه‌های ۳۲۲ و ۳۲۴)، نسبت زیاد پالینومورف‌های دریایی به عناصر خشکی نشان‌دهنده دوربودن محیط رسوب‌گذاری از خط ساحلی قدیمی است (شکل ۷). در نمونه‌های ۳۲۲ و ۳۲۴ افزایش فراوانی نسبی عناصر خشکی و نیز AOM تیره ممکن است معرف کم‌عمق‌شدن محیط رسوب‌گذاری باشد (شکل ۵، نمودار c) و وجود استروماتولیت‌ها و براکیوپودها در بخشی



شکل ۷- فراوانی پالینومورف‌های دریایی نسبت به اسپورها (نمونه ۳۲۲)

محیط تشکیل رسوبات مطالعه شده است. رسوبات سازند نیور در برش چینه‌شناسی مرجع و در نواحی قلی و رباط قرابیل در البرز شرقی نیز در محیط دریایی کم عمق نهشته شده‌اند (Ghavidel-Syooki 1990; Bakhtiyarifard 1992).

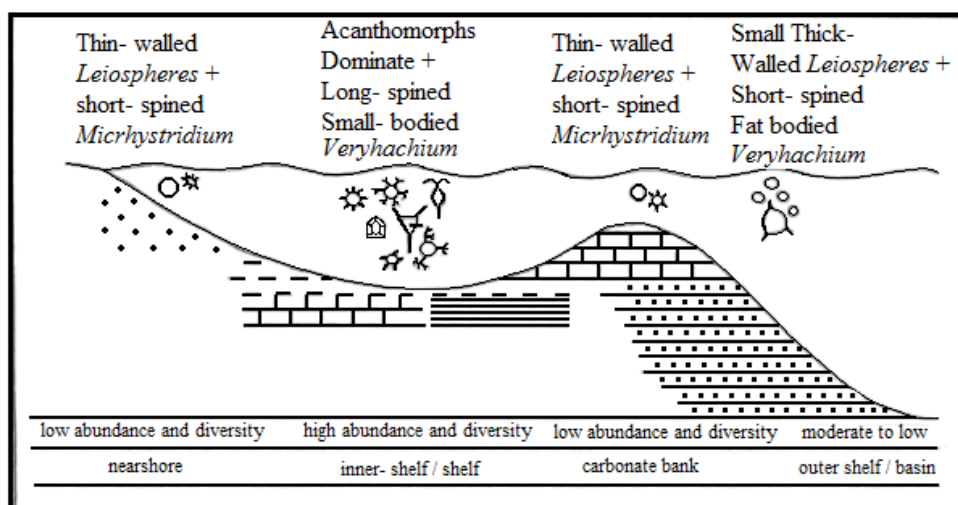
در نمونه‌های مطالعه شده، پالینوماسرال‌های تیره هم بعد (P1) فراوانی نسبی بسیار بیشتری نسبت به انواع تیغه‌ای شکل (شکل ۵، نمودار d) دارند (شکل ۸). فراوانی نسبی درخور توجه پالینوماسرال‌های تیره هم بعد نشان دهنده کم عمق بودن



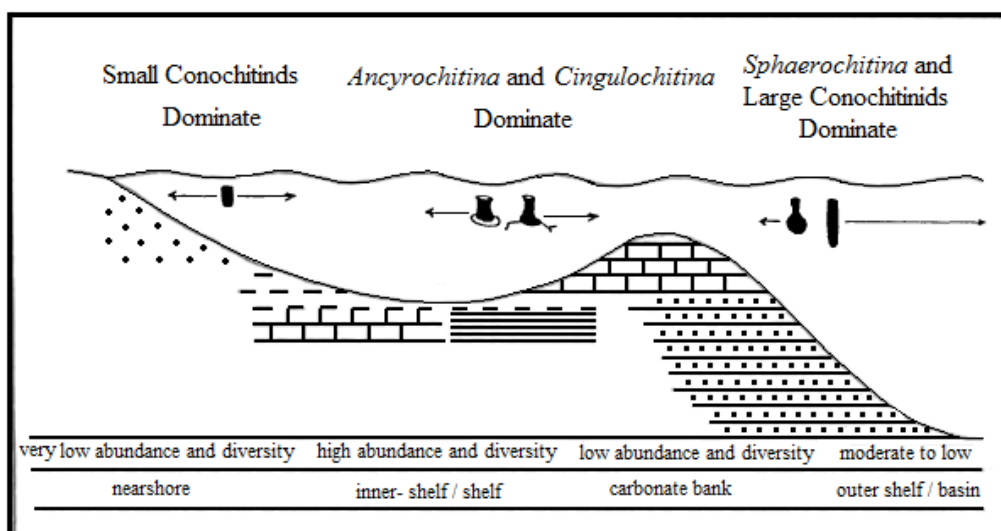
شکل ۸- فراوانی فیتوکلاست های ایک هم بعد به تیغه ای (نمونه ۳۲۲)

ساده و بدون زواید یا دارای زواید کوتاه معرف رسوب گذاری در محیط های نزدیک به خط ساحلی هستند (شکل های ۹ و ۱۰).

بر اساس نتایج مطالعه های پیشین (برای نمونه Staplin 1961; Downie 1973; Jacobson 1979; Swire 1991) آکریتارک های با ریخت شناسی پیچیده و زواید بلندتر در محیط های دورتر از خط ساحلی وجود دارند؛ در حالی که انواع با ریخت شناسی



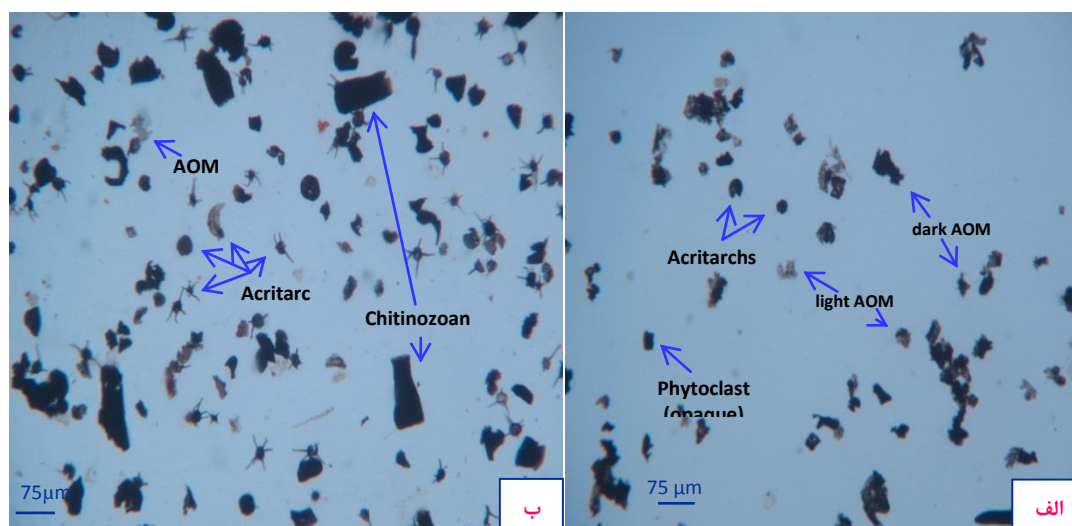
شکل ۹- شیوه پراکندگی انواع آکریتارک ها در بخش های مختلف حوضه رسوبی (برگرفته از Swire 1991)



شکل ۱۰- شیوه پراکنندگی انواع کیتینوزوآها در نواحی مختلف حوضه رسوبی (برگرفته از Swire 1991)

رسوب‌گذاری در محیط‌های کم‌عمق‌تر نیز وجود دارند (شکل ۵، نمودار e). افزایش فراوانی نسبی آکریتارک‌ها و کیتینوزوآهای شاخص محیط‌های کم‌عمق نظیر *Sphaerochitina* و *Michhystridium Leiosphaeridia longicollis* در این بخش از توالی مطالعه‌شده نشان‌دهنده همین مطلب است (شکل ۵، نمودار f).

در پالینوفلورای سازند نیور در برش چینه‌شناسی تیکدر، آکریتارک‌های با زواید نسبتاً بلند (به استثنای نمونه‌های ۳۱۸ تا ۳۲۶ مربوط به ۳۸ تا ۸۸ متر بالاتر از قاعده) فراوانی نسبی بیشتری دارند (شکل ۱۱)؛ بر این اساس، نهشته‌های سازند نیور در برش چینه‌شناسی مطالعه‌شده غالباً در محیط‌های دور از ساحل تشکیل شده‌اند هرچند شواهدی درمورد



شکل ۱۱- الف. فراوانی آکریتارک‌های با زواید کوتاه (نمونه ۳۲۴)، ب. فراوانی آکریتارک‌های با زواید بلند (نمونه ۳۳۹)

نتیجه

در نهشته‌های سازند نیور در برش چینه‌شناسی تیکدر پالینومورف‌های متنوعی شامل آکریتارک‌ها، کیتینوزوآها، اسکلوکودونت‌ها و اسپورها با حفظ‌شدگی متوسط تا خوب وجود دارند. در پالینوفلورای مطالعه‌شده ۱ گونه (متعلق به ۱ جنس) از سیست پرازیئوفیت‌ها، ۲۵ گونه (متنسب به ۱۴ جنس) از آکریتارک‌ها، ۸ گونه (مربوط به ۶ جنس) از کیتینوزوآها و ۲ گونه (متعلق به ۲ جنس) از عناصر خشکی (اسپورها) شناسایی شده‌اند. بر اساس گسترش چینه‌شناسی میکروفیتوپلانکتون‌های دریایی در رسوبات مطالعه‌شده، یک *Evittia denticulata* با یوزون تجمعی غیررسمی با عنوان *denticulata-Lophosphaeridium papillatum-Eupoikilofusa striatifera* معرفی شده است. بر اساس ارزش چینه‌شناسی شکل‌هایی مانند *Geron Ancyrochitina convexa Spinachitina fragilis* و *sp. cf. G. amabilis* رسوبات سازند نیور در برش چینه‌شناسی مطالعه‌شده به سیلورین پیشین (Llandovery) نسبت داده شده است. با استفاده از انواع عناصر پالینولوژی از جمله پالینومورف‌های دریایی و خشکی، فیتوکلاست‌ها و نیز AOMها برای بازسازی محیط دیرینه می‌توان نتیجه گرفت نهشته‌های سازند نیور در برش چینه‌شناسی تیکدر در محیط دریایی حاشیه قاره‌ای، شرایط نیمه‌اکسیدان تا بدون اکسیژن و با نرخ رسوب‌گذاری غالباً کم نهشته شده‌اند؛ البته شواهد پالینولوژی در تأیید کاهش عمق و افزایش میزان اکسیژن به‌طور مقطعی در محیط رسوبی یادشده وجود دارند.

سیاسگزار

از مدیریت محترم اکتشاف شرکت ملی نفت ایران برای دراختیار قراردادن اسلایدهای پالینولوژی نمونه‌های سازند نیور در برش چینه‌شناسی تیکدر و از داوران محترم برای دقت نظر و ارائه پیشنهادی سازنده صمیمانه سپاسگزار می‌شود.

References

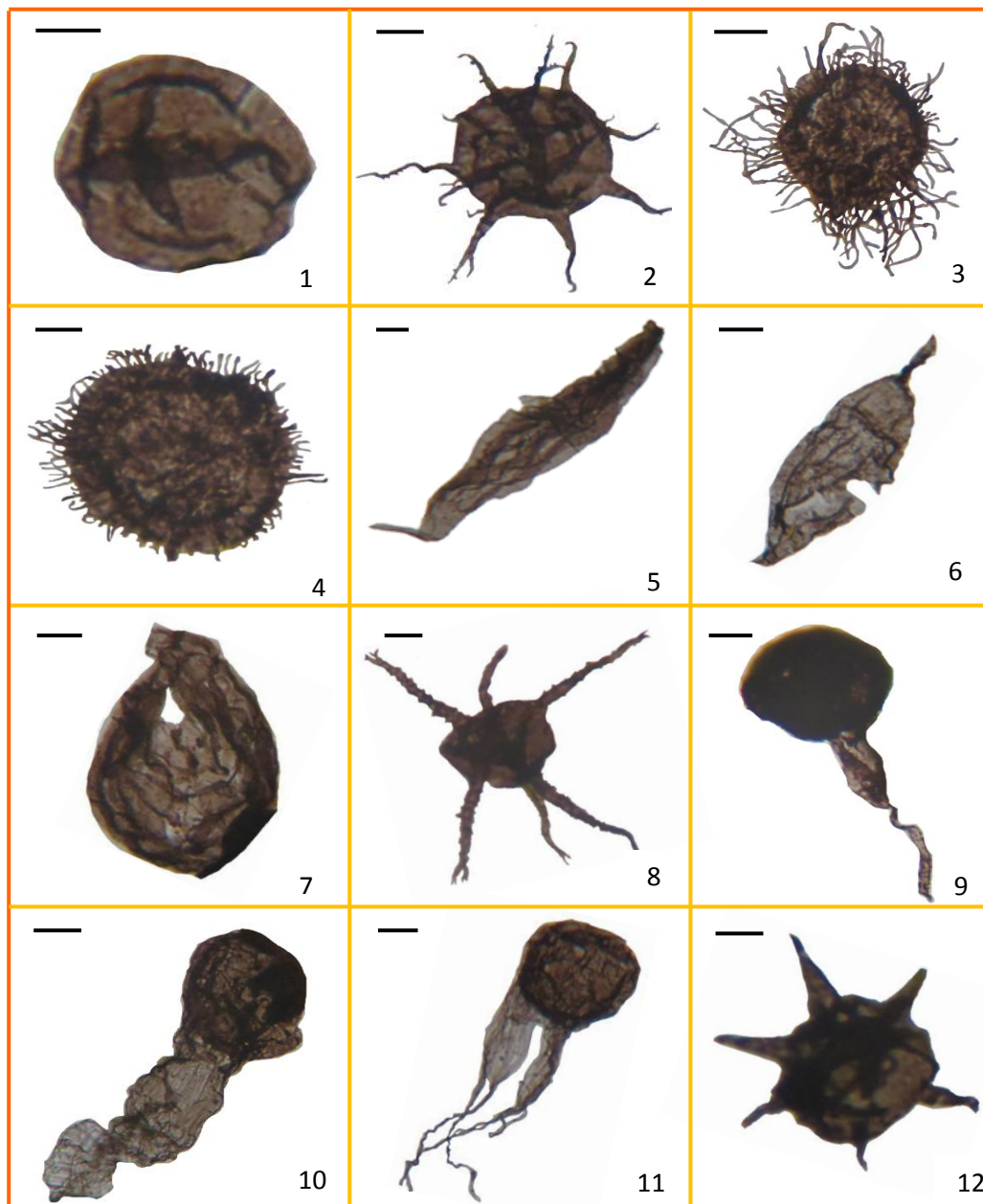
- AfsharHarb A. 1979. The stratigraphy, tectonic and petroleum geology of Koppeh Dagh region. Northern Iran, PhD thesis, petroleum Geology Section, Royal School of Mines, Imperial College, London, 316p.
- Aghanabati S. A. 2004. Geology of Iran. Geological Survey and Mining Exploration of Iran, 606p. In Persian.
- Aghanabati S. A. 2008. Stratigraphic lexicon of Iran. Geological Survey and Mining Exploration of Iran, Tehran, 2 (Devonian- Permian), 664p. In Persian.
- Aistov L. Melnikov B. Krivyakin B. Morozov L. and Krivyakin V. 1984. Geology of the Khur Area (Central Iran), Explanatory text of the Khur Quadrangle Map 1:250,000.
- Alavi-Naini M. 1972. Etude geologique de la region de Djam. Geological Survey of Iran, Report, 23: 288p.
- Bakhtiyarifard A. 1992. Palynostratigraphy and palaeobiogeography research of the Niur Formation at type section in Ozbak- kuh. MSc thesis. University of Shahid Beheshti. 140p. In Persian.
- Barss M. S. and Williams G. L. 1973. Palynology and nano-fossil processing techniques. Geological Survey of Canada, Department of Energy, Mines and Resources, 44: 25- 73.
- Cocks L. R. M. 2005. Silurian. in Selly R. C., Cocks L. R., and Plimer I. R. Encyclopedia of Geology. Elsevier Academic Press, 3345p.
- Combaz A. 1967. Unmicrobios du Tremadociendans un sondaged'Hassi-Messaoud. Actes Soc. Linn. Bordeaux 104 B, 29: 1-26.
- Cramer F.H. 1969. Plant spores from the Eifelian to GivetianGosseletia Sandstone Formation near Canadas, Asturias, Spain. Pollen et Spores, 11: 425-447.
- Cramer F.H. 1970. Acritarchs and chitinozoans from the Silurian Ross Brook Formation, Nova Scotia. The Journal of Geology, 78 (6): 745-749.
- Cramer F. H. and Diéz M. Del C. R. 1972. North American Silurian palynofacies and their spatial arrangement Acritarchs. Palaeontographica, Abt. B., 138: 107- 180.
- Deflandre G. 1945. Microfossiles des calcairessiluriens de la Montagne Noire. Annual de Paleontologie, 31: 41-75.
- Delabroye A. Vecoli M. Hints O. and Servais T. 2011. Acritarchs from the Ordovician- Silurian Boundary Beds of the Valga-10 Drill Core, Southern Estonia (Baltica) and their stratigraphical and palaeobiogeographical implications. The Palynological Society, 35

- of Iran. Proc. Symp. Diapirism with special refere-nce to Iran. Geological Survey of Iran, Tehran, 1: 141-218. In Persian.
- Ghavidel-syooki M. 1994. Palynological study of the Ordovician sediments and Faraghan Formation at the kuh-e-Surmehand determine the age-related relationship based on microfossils. Iranian Journal of science, 12: 28- 35.
- Ghavidel-syooki M. and Khosravi M. E. 1995. Investigation of Palaeozoic sediments at Tange-e-Zakeen of Kuh-e-Faraghan and introduction to Sياهو and Sarchahan formations in the Zagros Basin. Geological Survey of Iran. 4 (14): 1-21. In Persian.
- Ghavidel-Syooki M. 2000. Palynostratigraphy and palaeobiogeography of Lower Palaeozoic strata in the Ghelli area, northeastern Alborz range of Iran (Kopet- Dagh region). Exploration Division, National Iranian Oil Company, 11 (4): 305-318.
- Ghavidel-Syooki M. 2001. Palynostratigraphy and palaeobiogeography of the Lower Palaeozoic sequence in the northeastern Alborz range (Kopet- Dagh region) of Iran, in Goodman, D. K. & Clarke, R. T. (eds.), Proceedings of the IX International Palynological Congress, Houston, Texas, U.S.A. 1996, American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 17-35.
- Ghavidel-Syooki M. 2003. Palynostratigraphy and palaeogeography of Lower Palaeozoic strata at Kuh-e- Boghou, southwest of Kashmar city, at eastern Central Iran. Iranian International Journal of Science, 4 (2): 181-207.
- Ghavidel-Syooki M. 2004. Chitinozoan biostratigraphy and palaeogeography of the lower Palaeozoic strata in Kuh-e-Boghrou, southwestern Kashmar city, Central Iran. 11th IPC, Abstracts, 14: 134p.
- Ghavidel-Syooki M. 2006. Chitinozoan biostratigraphy and palaeogeography of Silurian Strata (Niur Formation) at Eastern Alborz Range (Kopet-Dagh Region) Northeastern Iran. Exploration Directorate of National Iranian Oil Company, 127-146.
- Ghavidel-Syooki M. and Vecoli M. 2006. Latest Ordovician- Early Silurian chitinozoans from the eastern Alborz Mountain Range, Kopet-Dagh region, northeastern Iran, biostratigraphy and palaeobiogeography. Review of Palaeobotany and Palynology, 145(1-2): 173-192.
- Ghavidel-Syooki M. and Winchester-Seeto T. 2004. (1): 4- 45.
- Dorning K.J. 1981. Silurian acritarch distribution in the Ludlovianshelf area of South Wales and the Welsh Borderland. In: Neale R. and Brasier M.B. (eds.). Microfossils from Recent and fossilshelf seas, Ellis Horwood. Chichester, 31-36.
- Downie C. 1959. Hystrichospheres from the Silurian Wenlock Shale of England. Palaeontology, 2 (1): 56-71.
- Downie C. 1973. Observations on the nature of acritarchs. Palaeontology, 2 (16): 259-239.
- Eisenack A. 1931. Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs I. Palaeontologische Zeitschrift, 13: 74-118.
- Eisenack A. 1932. Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs. II. Palaeontologische Zeitschrift, 14: 267- 277.
- Eisenack A. 1937. Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs IV. Palaeontologische Zeitschrift, 19: 217-243.
- Eisenack A. 1938. Hystrichosphaerideen und verwandten Formen im baltischen Silur. Zeitschrift für Geschiebeforschung und Flachlandsgeologie, 14 (1): 1-30, pl. 1-4.
- Eisenack A. 1955. Chitinozoen, Hystrichosphären und andere Microfossilien aus dem Beyrichia-Kalk. Senckenbergiana Lethaea, 36(1-2): 157-188.
- Eisenack A. 1958. *Tasmanites* Newton, 1875 und *Leiosphaeridian* g. als Gattungen der Hystrichosphaeridea. Palaeontographica, Abt. A, 110 (1-3): 1-19.
- Eisenack A. Cramer F.H. and Diéz M. Del C.R. 1973. Katalog der fossilen Dinoflagellaten, Hystrichosphären und Verwandten Mikrofossilien, Band III Acritarcha 1. Teil. E. Schweizerbart, Stuttgart, 1104 p.
- Flügel H. 1962. Korallen aus dem Silur von Ozbak-Kuh (NE Iran). Geologische Bundesanstalt, 105: 287-330.
- Flügel H. and Ruttner A. W. 1962. Vorbericht über paläontologisch-stratigraphische Untersuchungen im paläozoikum von Ozbak-Kuh (NE-Iran), Mit 1 Abbildung. Geologische Bundesanstalt, 146-150.
- Ghavidel-Syooki M. 1988. Palynostratigraphy and palaeoecology of the Faraghan Formation of southeastern Iran, PhD Thesis, Michigan State University, 279p.
- Ghavidel-syooki M. 1990. The encountered acritarchs and chitinozoans from Mila, Ilbeik, and Zard-Kuh formations in Tang-e-Ilebek at Zard-Kuh region and their correlation with Palaeozoic sequence of Chal-i-Sheh area in Zagros Basin

- palaeobiogeography of a Lower Palaeozoic Sequence in the Type-Section of Shirgesht Formation, Northern Tabas City, East-Central Iran. *Iranian International Journal of Science*, 2 (2): 1-24.
- Nabavi H. 1976. An Introduction to Geology in Iran. Geological Survey of Iran. 109p. In Persian.
- Nestor V. 1980. New chitinozoan species from the lower Llandoveryan of Estonia, Proceedings of the Estonian Academy of Sciences (Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised) *Geoloogía*, 29: 98-107. (in Russian with English summary).
- Nestor V. 1994. Early Silurian chitinozoans of Estonia and north Latvia. *Estonia Academy of Sciences, Institute of Geology*, 4: 1-163.
- Paris F. and Deunff J. 1970. Le paleoplancton llandoveryen de la Rocheau-Merle (Commune de Vieux-Vy-sur-Couesnon, Ille-et-Vilaine). *Bulletin, Geological Society. Miner. Bretagne, ser. C*, 2: 25-43.
- Paris F. Verniers J. Al-Hajri S. and Al-Tayyar H. 1995. Biostratigraphy and palaeogeographic affinities of Early Silurian chitinozoans from central Saudi Arabia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 89: 75-90.
- Phipps D. and Playford G. 1984. Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediments. *Papers, Department of Geology, University of Queensland*, 1 (11), 23 p.
- Playford G. and Dring R.S. 1981. Late Devonian acritarchs from the Carnarvon Basin, Western Australia. *Special Papers in Palaeontology*, 27, 78 p.
- Priewalder V. H. 1987. Acritarchen aus dem Silur des Cellon-Profiles (Karnische Alpen, Österreich) *Abhandlungender. Geologischen Bundesanstalt Band*, 40: 1-121.
- Ruttner A. W. 1961. Bericht über geologische Aufnahmen in Nordost-Persien 1959/1960. *Verh. Geologische Bundesanstalt*, 4p.
- Ruttner A.W. Nabavi M.H. and Hajian J. 1968. Geology of the Shirgesht area (Tabas area, east Iran). *Geological Survey of Iran Reports*, 4: 1-133.
- Ruttner A. Nabavi M. H. and Alavi M. 1970. Geology of the Ozbak-Kuh Mountains (Tabas area, East Iran). *Geological Survey of Iran*, 133p.
- Sharkovski M. Susov M. and Krivyankin B. 1984. Geology of the Anarak area (Central Iran), Explanatory text of the Anarak Quadrangle Map. *Geological Survey of Iran*, 19, 143p.
- Staplin F. L. 1961. Reef controlled distribution of Devonian microplankton in Alberta. *Palaeontology*, 4: 392-424.
- Chitinozoan biostratigraphy and palaeogeography of Lower Silurian strata (Sarchahan Formation) in the Zagros Basin of southern Iran. *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists*, 29: 161-182.
- Grahn Y. Pereira E. and Bergamaschi S. 2000. Silurian and lower Devonian chitinozoan biostratigraphy of the Paraná Basin in Brazil and Paraguay. *Palynology*, 24: 143-172.
- Hashemi H. and Playford G. 1998. Upper Devonian palynomorphs of the Shishtu Formation, central Iran Basin, east-central Iran. *Palaeontographica, Abt. B*, 246: 115-212.
- Jacobson S. R. 1979. Acritarchs as paleoenvironmental indicators in Middle and Upper Ordovician rocks from Kentucky, Ohio, and New York. *Journal of Paleontology*, 5 (53): 1197-1212.
- Kjellstrom G. 1971. Middle Ordovician microplankton from the Grötlingbo, Borehole no. 1 in Gotland, Sweden. *Sveriges Geologiska Undersökning C (669)*, 65(15): 1-35.
- Le Hérisse A. 1989. Acritarches et kystes d'algues Prasinophycées du Silurien de Gotland, Suède. *Palaeontographia Italica*, 76: 57-302.
- Loeblich A. R. 1970. Morphology, ultrastructure and distribution of Paleozoic acritarchs, *Proceeding North American Paleontological Convention, Chicago 1969, Part G*, 705-788.
- Loeblich A. R. and Tappan H. 1978. Some Middle and Late Ordovician microphytoplankton from Central North America. *Journal of Paleontology*, 52 (6): 1233-1287.
- Lotfoallahi I. Hejazi H. and Moussavi. R. 2012. Sedimentary environment and sequence stratigraphy of Niur Formation (Silurian) at the reference section, east central Iran. *Monthly Scientific Journal of Exploration and Production*, 97: 79-85. In Persian.
- Martin F. 1969. Les Acritarches de l'Ordovicien et du Silurien Belges, Détermination et valeur stratigraphique. *Mémoire de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 160: 175p.
- Martin F. 1975. Sur quelques chitinozoaires Ordoviciens du Québec et de l'Ontario. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 12: 1006-1018.
- Martin F. 1983. Chitinozoaires et Acritarches Ordoviciens de la plate-forme du Saint-Laurent (Québec et sud-est de l'Ontario), *Bull. Geological Survey of Canada, Department of Energy, Mines and Resources*, 310: 1-59.
- Mehrjerdi H. 2001. Palynostratigraphy and

- 1199–1260.
- Traverse A. 2007. Paleopalynology. Second Edition. Springer, 813p.
- Tyson R. V. 1995. Sedimentary organic matter organic facies and palynofacies, London, Chapman & Hall.
- Verniers J. Nestor V. Paris F. Dufka P. Sutherland S. and Van Grootel G. 1995. A global Chitinozoabiozonation for the Silurian. Magazine of Geology, 132 (6): 651–666.
- Walliser D. H. 1968. Preliminary notes on Devonian, Lower and Upper Carboniferous Goniatites in Iran. Geological Survey of Iran, Report, 6 (Contributions to the palaeontology of east Iran), part I: 7-23.
- Weddige K. 1983. New stratigraphic data on Devonian and Carboniferous formations from the Binalud and Ozbak-kuh Mountains NE Iran. Report of the Geological Survey of Iran, 51: 105-117.
- Wood G. D. Gabriel A. M. and Lawson J. C. 1996. Palynological techniques processing and microscopy. In: Jansonius J. and McGregor D.C. (eds.): Palynology, Principles and Applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 1: 29-50.
- Zahedi M. 1973. Étude géologique de la région de Soh (W de l'Iran Central). Report of the Geological Survey of Iran, 27: 1-197.
- Staplin F. L. Jansonius J. and Pocock S. A. J. 1965. Evaluation of some acritachoushystrichosphere genera. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen, 123: 167-201.
- Stepanov D. L. 1968. Silurian Stratigraphy of Iran, in 6th Congr. Int. Stratigraphy. Geology. Silurian, IV, Sheffield.
- Stockmans F. and Williere Y. 1962. Hystrichospheres du Devonien belge (Sondage de l'Asiled'Alienes a Tournai). Bulletin de la Societe belge de Geologie, de Paleontologie et Hydrologie, 7(1): 41-77.
- Swire P. H. 1991. Palynology of a Lower Wenlock (Silurian) shelf-basin transect, Wales and the Welsh Borderland. University of Nottingham, 1- 487.
- Taugourdeau P. 1963. E'tude de quelques espèces de Chitinozoaires de la région d'Edjele' et complements à la faune locale. Revue de Micropaléontologie, Paris, 6: 130-144.
- Taugourdeau P. 1966. Les Chitinozoaires, techniques d'études, morphologie et classification. Mémoires Societe. Géologique de France, N. S., 45: 1-64.
- Taugourdeau P. and Jekhowsky B. 1960. Répartition et description des Chitinozoaires Siluro-Dévonien de quelques sondages de la C.R. E.P.S., et de la. S.N. Repal au Sahara. Revue de L'institut Français du Pétrole, 15:

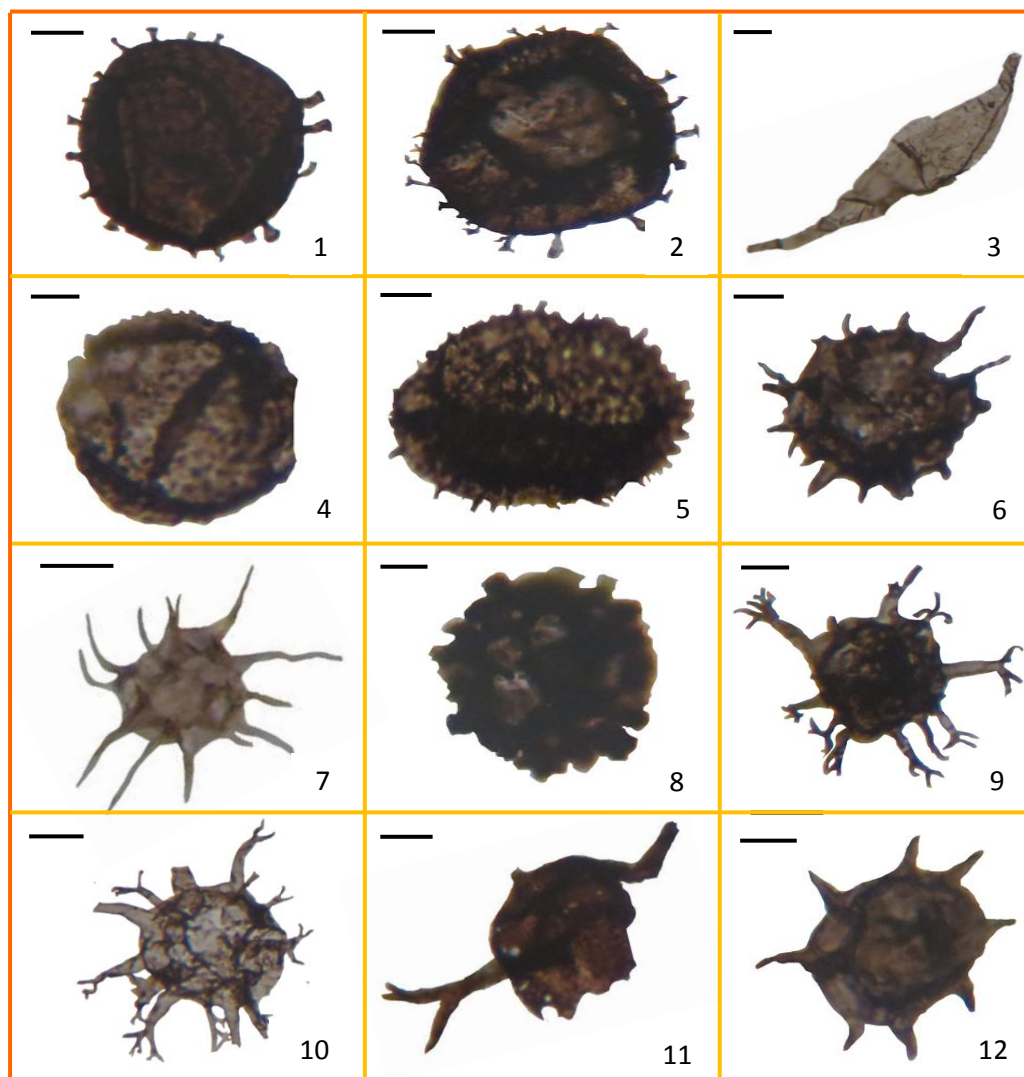
Plate 1



Scale bar represents 10µm.

1- *Leiosphaeridia tenuissima* Eisenack, 1958. 2- *Ectymabrachion anatolion* Hashemi & Playford, 1998. 3- *Elektoriskos pogonius* Loeblich, 1970. 4- *Elektoriskos* sp. 5- *Eupoikilofusa filifera* (Downie) Dorning, 1981. 6- *Eupoikilofusa striata* (Staplin, Jansonius and Pocock) Loeblich and Tappan, 1978. 7- *Eupoikilofusa striatifer*(Cramer) Cramer, 1970. 8- *Evittia denticulata denticulata* (Cramer) Le Hérisse, 1989. 9- *Geron* sp. cf. *G. amabilis* Cramer, 1969. 10- *Geron guerillerus* Cramer, 1969. 11- *Geron* sp. 12- *Goniosphaeridium* sp. cf. *G. connectum* Kjellstrom 1971.

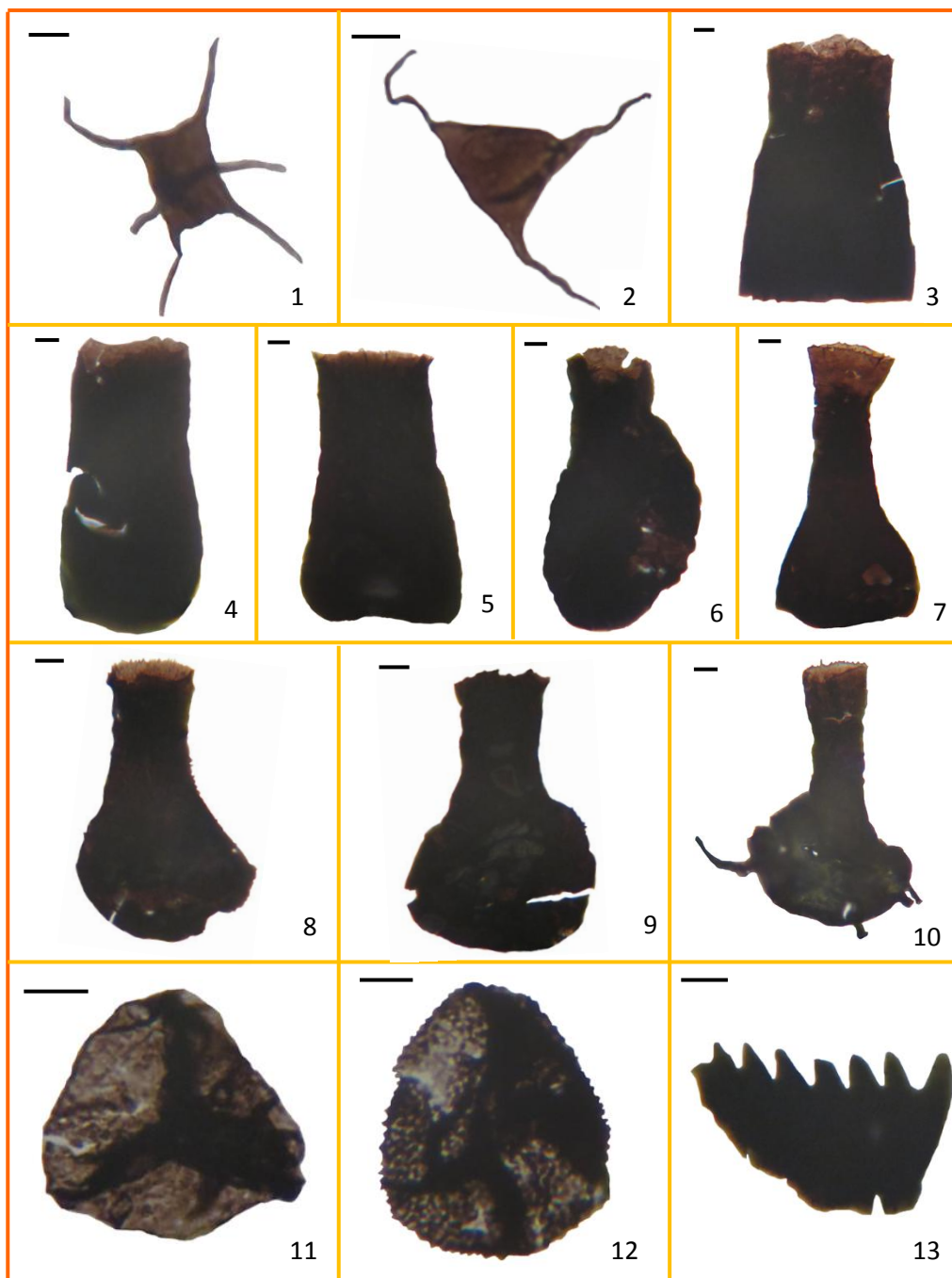
Plate 2



Scale bar represents 10 μ m.

1- *Helosphaeridium echiniformis* Priewalder, 1987. 2- *Helosphaeridium tongiorgii* Delabroye, Vecoli, Hints & Servais, 2011. 3- *Leiofusa* sp. cf. *L. simplex* (Combaz) Martin, 1975. 4- *Lophosphaeridium* sp. cf. *L. papillatum* (Staplin) Martin, 1969. 5- *Lophosphaeridium papulatum* Martin, 1983. 6- *Micrhystridium henrii* Paris & Deunff, 1970. 7- *Micrhystridium stellatum* Deflander, 1945. 8- *Multiplicisphaeridium martiniae* Priewalder, 1987. 9- *Multiplicisphaeridium ramispinosum* Staplin, 1961. 10- *Multiplicisphaeridium* sp. cf. *M. rochesterensis* (Cramer & Diéz) Eisenack, Cramer & Diéz, 1973. 11- *Oppilatala* sp. cf. *O. insolita* (Cramer & Diéz) Dorning, 1981. 12- *Solisphaeridium inaffectum* Playford & Dring, 1981.

Plate 3



Scale bar represents 10µm.

1-*Veryhachium bulliferum* Delabroye, Vecoli, Hints & Servais, 2011. 2- *Veryhachium trispinosum* (Eisenack) Stockmans & Williere, 1962. 3- *Conochitina* sp. cf. *C. edjelensis* Taugourdeau, 1963. 4-*Conochitina tuba* Eisenack, 1932. 5- *Spinachitina fragilis* Nestor, 1980. 6- *Lagenochitina*?sp. 7- *Fungochitina* sp. cf. *F. pistilliformis* (Eisenack) Taugourdeau, 1966. 8- *Sphaerochitina longicollis* Taugourdeau & Jekhowsky, 1960. 9- *Ancyrochitina* sp. cf. *A. convexa* Nestor, 1980. 10- *Ancyrochitina* sp. cf. *A. diabolus* (Eisenack) Eisenack, 1955. 11- *Leiotriletes* sp. 12- *Apiculatasporites* sp. 13- Scolecodont.

