



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

Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches University of Isfahan
E-ISSN: 2423-8007
Document Type: Research Paper
Vol. 36, Issue 1, No. 78, Spring 2020, pp. 39-60
Received: 14.09.2019 Accepted: 14.01.2020

Palynofacies and Sporomorph EcoGroups-based paleoecology implications for the Dalichai Formation, Andariyeh, central Alborz

Firoozeh Hashemi-Yazdi

Ph.D. in Stratigraphy & Palaeontology, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

F.Hashemi@rifr-ac.ir

Neda Bashiri

M.Sc. in Stratigraphy & Palaeontology, School of Geology, College of Science, University of Tehran, Iran.

bashiri.neda7592@ut.ac.ir

Freshteh Sajjadi*

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

sajjadi39@ut.ac.ir

Abstract

The Dalichai Formation at the Andariyeh stratigraphic section in the northeast of Andariyeh village, central Alborz Mountains, was studied by using analyses of the Sporomorph EcoGroups (SEGs) data and associated plant communities and palynofacies in order to determine its paleoecology conditions. The Sporomorph EcoGroups data from the Dalichai Formation's palynological assemblages, declination of miospores representing Upland/Lowland plant communities and proliferation of those characterizing Lowland/Coastal-Tidal plant associations interpreted to signify relatively low sea level and deposition in a marginal marine setting. Furthermore, the ratios of wetter/drier and warmer/cooler elements suggest deposition of the host strata under a moist, \pm warm climate prevailing during the Middle Jurassic in central Alborz Mountains. The results of drawing diagrams of the palynofacies in the Andariyeh stratigraphic section, indicates that the Dalichai sediments accumulated in a dysoxic shallow marine environment with low sedimentation rate that corresponds well with its SEGs graphs.

Keywords: Palaeoecology, Dalichai Formation, Sporomorph EcoGroups (SEGs), palynofacies, Andariyeh village, central Alborz Mountains.

Introduction

The Dalichai Formation is represented by greenish-grey color shales, calcareous shales, marls, and richly ammonitiferous limestones (Steiger 1966), being widely distributed in the Alborz Mountain, northern Iran. It disconformably overlies the dark, siliciclastic coal bearing Shemshak Formation and underlies gradually by the light colored, more uniform Lar Limestone containing chert concretions. The Dalichai Formation is represented the first rock unit of the Jurassic marine sediments of the Alborz Mountain. This formation includes a diverse fauna as ammonites, belemnites, bivalves, brachiopods, echinoderms, sponges, bryozoans and foraminifera (Stöcklin 1972; Sussli 1976; Nabavi & Seyed-Emami 1977; Alavi-Naini et al. 1982; Schairer et al. 1991; Shahrabi 1994; Seyed-Emami et al. 1985, 1989, 1995, 1996; Makvandi 2000; Tutunchi 2001; Shafeizad et al. 2002; Shafeizad & Seyed-Emami 2005; Alvani 2006; Niknahad 2007; Shams 2007; Vaziri et al. 2008, 2011). Due to presence of shale and marl layers, this formation has been the subject of many palynological studies (e.g. Wheeler & Sarjeant 1990; Ghasemi-Nejad & Khaki 2002; Farisi Kermani 2003; Ghasemi-Nejad et al. 2008; Sajjadi et al.

2009; Sabbaghian 2009; Orak 2010; Boroumand et al. 2011, 2013; Ghasemi-Nejad et al. 2012; Dehbozorgi 2013; Dehbozorgi et al. 2013; Mafi et al. 2013; Navidi 2013; Saadati Jafarabadi et al. 2013; Hashemi-Yazdi et al. 2015; Skupien et al. 2015; Hashemi-Yazdi 2008, 2015).

The purpose of this study was to determine the palaeoenvironmental interpretation of the Dalichai Formation based on SEGs data, and quantitative analysis of the palynofacies in the Dalichai Formation at the Andariyeh stratigraphic section, central Alborz.

Material & Methods

Totally 29 palynologically samples collected from the Dalichai Formation at the Andariyeh stratigraphic section, northeast of Andariyeh village, central Alborz Mountains. All samples were prepared following standard palynological processing procedures (Phipps & Playford 1984), including HCl (10–50%) and HF (40%) utilized for dissolution of carbonates and silicates, respectively. Then the residues were saturated with ZnCl₂ solution (specific gravity 1.9 g/ml) for density separation. All the residues were sieved with a 20 μ m

*Corresponding author

mesh sieve prior to making strew slides. Three slides of each preparation examined by transmitted light microscope. The slides are stored in the collection of Faculty of Geology, Tehran University, Iran. For quantitative study of the prepared slides, 15 field views were randomly selected from each slide and studied with a 16 x microscope magnification lens. The particles were counted for each sample to determine palynodebries and palynofacies. An examination of facies including identification of palynomorphs, plant remains and amorphous particles, ratios of different particles and their size range in determination the paleoenvironment is very much important. Three main parameters including percentage of palynomorphs, phytoclasts, and organic matter (AOM) transferred to Tyson triple diagram (Tyson 1993) for plotting and interpretations. In addition, The Sporomorph Ecogroup Model (SEG model) of Abbink et al. (2001, 2004a) was applied to the Dalichai Formation. In this model, the miospores are classified as SEGs each, with reference to their parent plants, indicating particular palaeoecological specifications.

Discussion of Results & Conclusions

Palynofacies data and SEGs used to draw palaeoecological and palaeoenvironmental inferences for the Dalichai Formation at the Andariyeh stratigraphic section in central Alborz Mountains. Diverse and well preserved palynofloras

embracing miospores, dinoflagellate cysts, tasmanites, scolecodont, acritarchs, and foraminiferal test linings are retrieved from the host strata. Miospores typifying all the six plant communities are retrieved from the material examined. The least and most abundant miospores taxa are those related to Pioneer and Lowland SEGs., respectively, The wet/dry curve (ratio of wetter vs drier elements) reflects variations in humidity and precipitation while the warm/cool curve (ratio of warmer against cooler elements) indicates temperature fluctuations.

Quantitative analysis of the SEGs tends to suggest that the host strata accumulated under a moist, warm climate during the Middle Jurassic. Also based on palynofacies studies, a palynofacies of Tyson (1993) (II) was determined that proposed domination of a dysoxic shallow marine environment throughout the deposition of Dalichai Formation. Palynological evidence such as high proportion of the equidimensional opaque palynomaceral to the blade-shape opaque palynomaceral; the high ratio of phytoclasts to marine palynomorphs, and the abundance of transparent amorphous organic matter in comparison to the opaque amorphous organic matter, all indicates that the Dalichai sediments, accumulated in a dysoxic-anoxic shallow marine environment at the Andariyeh stratigraphic section, central Alborz Mountains.

استفاده از اکوگروه‌های اسپورومورفی (SEGs) و پالینوفاسیس برای بازسازی پالتواکولوژی سازند دلیچای، برش چینه‌شناسی اندریه، البرز مرکزی

فیروزه هاشمی یزدی، دکتری چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

F.Hashemi@rifr-ac.ir

ندا بشیری، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده زمین‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، ایران

bashiri.neda7592@ut.ac.ir

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

Sajjadi@ut.ac.ir

چکیده

در مطالعه حاضر، مدل اکوگروه‌های اسپورومورفی (Sporomorph EcoGroups: SEGs) و جوامع گیاهی مرتبط با آن و همچنین پالینوفاسیس برای بازسازی پالتواکولوژی سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی اندریه در شمال‌شرق روستای اندریه، البرز مرکزی استفاده شد. بر اساس اطلاعات مربوط به اکوگروه‌های اسپورومورفی در رسوبات مطالعه‌شده، نسبت کم جوامع گیاهی Upland/Lowland و نسبت زیاد جوامع گیاهی Lowland/Coastal + Tidal و درصد کم جامعه گیاهی Upland SEG گویای کم‌بودن نسبی سطح آب دریا در ناحیه مطالعه‌شده و رسوب‌گذاری در محیط کم‌عمق است؛ همچنین نسبت زیاد اسپورومورف‌های warmer/cooler و نسبت کم اسپورومورف‌های drier/wetter، آب‌وهوای گرم و مرطوب در زمان تشکیل رسوبات سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی مطالعه‌شده را نشان می‌دهد. نتایج ترسیم نمودارهای مربوط به پالینوفاسیس در برش چینه‌شناسی اندریه نیز محیط ساحلی کم‌عمق، کم‌اکسیژن با سرعت رسوب‌گذاری کم را برای سازند دلیچای معرفی می‌کنند که به‌خوبی با نمودارهای اسپورومورفی (SEGs) آن مطابقت دارد.

واژه‌های کلیدی: بوم‌شناسی دیرینه، سازند دلیچای، اکوگروه‌های اسپورومورفی، پالینوفاسیس، البرز مرکزی

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۲۷۸۶۲۱۷

مقدمه

برش چینه‌شناسی اندریه در شمال‌شرق روستای اندریه و در دامنه جنوبی رشته‌کوه‌های البرز مرکزی قرار دارد. برش چینه‌شناسی یادشده در عرض جغرافیای $35^{\circ} 27' 06''$ N و طول جغرافیای $52^{\circ} 27' 08''$ E و در شمال‌غرب فیروزکوه واقع شده است (شکل‌های ۱ و ۲). به‌منظور دستیابی به برش چینه‌شناسی مطالعه‌شده باید از جاده امامزاده هاشم به سمت فیروزکوه حرکت کرد و پس از عبور از لاسم و وزنا به روستای اندریه رسید. در برش چینه‌شناسی اندریه، مرز پایین سازند دلیچای با سازند شمشک ناپیوسته و مرز بالای آن با سازند لار تدریجی است.

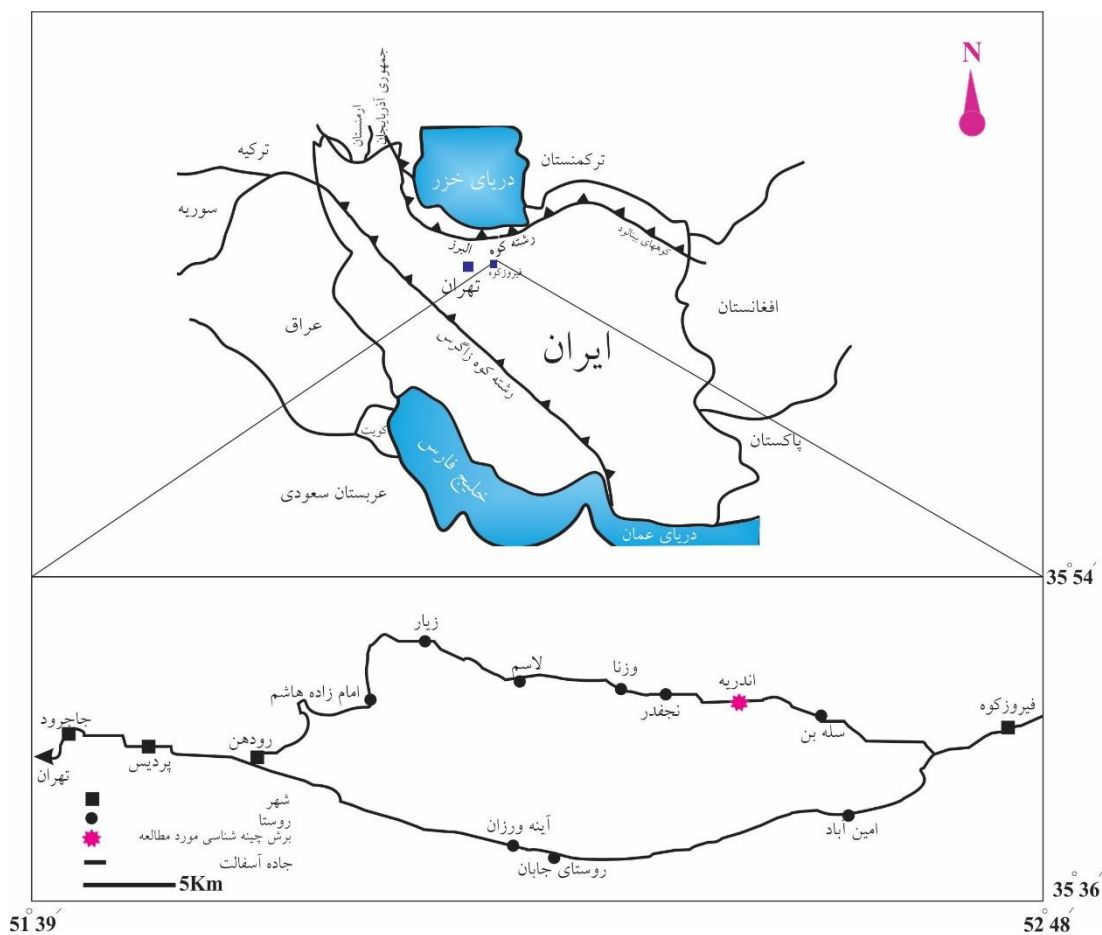
روش کار

در مجموع، تعداد ۲۹ نمونه شیلی و شیل‌آهکی از برش چینه‌شناسی اندریه با ضخامت حقیقی ۱۰۰ متر برداشت شد؛ از ۲۲ متر انتهایی سازند دلیچای به علت آهکی بودن و حفظ‌نشده‌گی پالینومورف‌ها در آهک، نمونه‌ای برداشت نشد (شکل ۳). به‌منظور تهیه اسلایدهای پالینولوژی، نمونه‌ها در آزمایشگاه به روش فیپس و پلی‌فورد (Phipps and Playford 1984) آماده‌سازی (maceration) شدند. اسلایدها که حاوی پالینومورف‌های بسیار متنوعی از اسپورها، پولن‌ها، سیست داینوفلاژله‌ها، آکریتارک‌ها، آستر داخلی فرامینفرها، تاسمانیت‌ها و اسکلوکودونت‌ها با حفظ‌شدگی خوب تا متوسط بودند، با میکروسکوپ نوری CETI و بزرگ‌نمایی‌های ۶۰ و ۱۰۰ مطالعه شدند (Plates 1, 2). میوسپورهای شناسایی‌شده بر اساس مدلی که آبینک (Abbink 1998) و آبینک و همکاران (Abbink et al. 2004) ارائه کرده‌اند، در اکوگروه‌های اسپورومورفی طبقه‌بندی شدند و نمودارهای تغییرات فراوانی و اقلیمی به کمک اکوگروه‌های مختلف اسپورومورفی و نمودارهای مربوط به مطالعه‌های پالینوفاسیس ترسیم شدند؛ در نهایت، بازسازی پالئوآکولوژی سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی اندریه با بررسی داده‌های یادشده انجام شد.

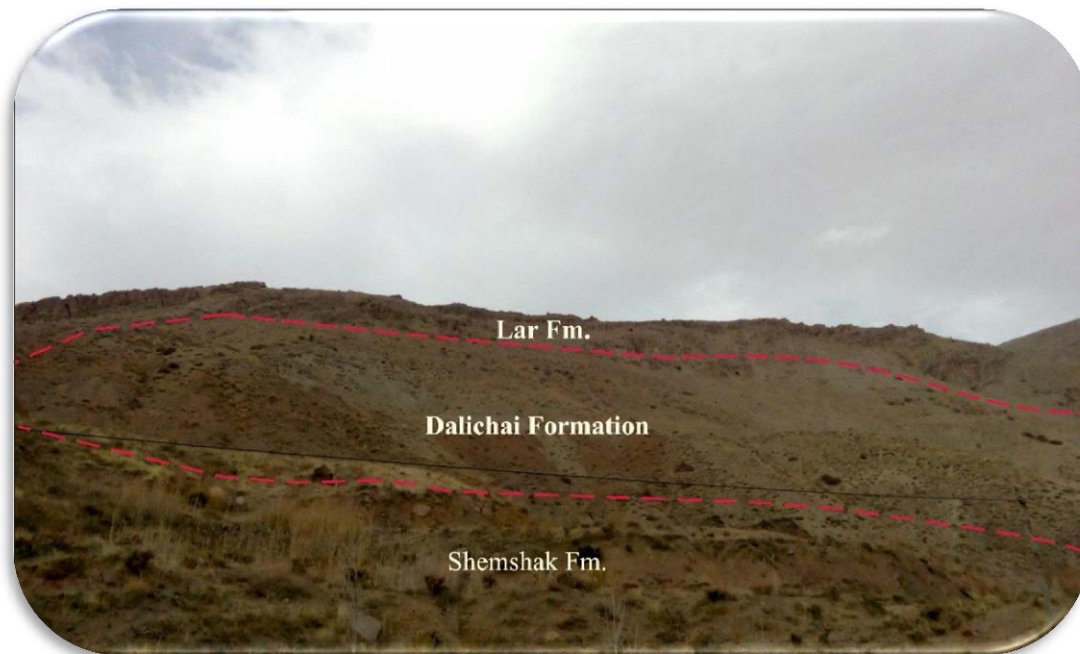
مطالعه‌های پالینوفاسیس انجام‌شده روی سازند دلیچای گویای محیط رسوب‌گذاری دیرینه کم‌عمق ساحلی، کم‌اکسیژن با سرعت رسوب‌گذاری کم است که گاهی شاهد بالآمدن سطح آب دریا و افزایش عمق حوضه رسوب‌گذاری بوده است (Ghasemi-Nejad et al. 2008; Hashemi Yazdi 2008; Sajjadi et al. 2009; Sajjadi and Navidi Izad 2012; Navidi Izad 2013; Dehbozorgi et al. 2013; Dehbozorgi 2013; Hashemi Yazdi 2015; Hashemi Yazdi et al. 2017; Dehbozorgi et al. 2018). همچنین مطالعه‌های انجام‌شده با استفاده از گیاهان والد میوسپورها و داینوفلاژله‌های شاخص محیطی، آب‌وهوای دیرینه حاکم بر این سازند را گرم و مرطوب پیشنهاد می‌کنند (Khaki 2001; Shahsavani, 2003; Saadati Jafarabadi et al. 2013, Hashemi Yazdi 2008; Sabbaghiyan 2009; Sajjadi and Navidi Izad 2012; Navidi Izad 2013; Dehbozorgi 2013; Hashemi Yazdi 2015; Dermanaki Farahani 2016; Sajjadi and Dermanaki Farahani 2016; Sajjadi et al. 2018). طی دهه‌های گذشته، مطالعه‌های بسیاری در زمینه بازسازی محیط و پوشش گیاهی دیرینه به‌ویژه بر اساس پالینوفلورا انجام شده‌اند. یکی از روش‌های مفید و کاربردی برای بازسازی ترکیب جوامع گیاهی خشکی، استفاده از مدل اکوگروه‌های اسپورومورفی است (Costamagna et al. 2018) و مطالعه‌های متعددی با استفاده از این مدل در دوران‌های زمین‌شناسی مختلف انجام شده‌اند (eg. Abbink 1998; Abbink et al. 2001; 2004; 2006; Ruckwied et al. 2008; Kustatscher et al. 2010; Krupnik et al. 2014; Shivanna and Singh 2016; Li et al. 2016; Costamagna et al. 2018). در ایران نیز چندین مطالعه بر اساس مدل اکوگروه‌های اسپورومورفی (Sporomorph EcoGroup) انجام شده‌اند (Dehbozorgi, 2013; Hashemi Yazdi 2015; Dermanaki Farahani 2016; Hashemi Yazdi et al. 2017). هدف مطالعه حاضر، تفسیر محیط و آب‌وهوای دیرینه سازند دلیچای در البرز مرکزی بر اساس مدل اکوگروه‌های اسپورومورفی و پالینوفاسیس است.

موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش چینه‌شناسی

اندریه



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به سازند دلچای در برش چینه‌شناسی اندربه، البرز مرکزی



شکل ۲- نمای شمالی - جنوبی سازند دلچای در برش چینه‌شناسی اندربه، البرز مرکزی

سیکادال‌ها، بنتیتال‌ها، ژینکوال‌ها و برخی مخروطیان (تاکسودیاسه‌آ) به‌علاوه لیکوفیت‌ها به این گروه تعلق دارند.

اکوگروه‌های اسپورومورفی سازگار با مناطق

رودخانه‌ای (River SEGs): این گروه، مجموعه گیاهانی را شامل می‌شود که در حاشیه رودخانه‌ها رشد می‌کنند و به‌طور دوره‌ای به زیر آب فرو می‌روند و در معرض فرسایش قرار می‌گیرند. بریوفیت‌ها و پتریدوفیت‌ها در گروه‌های گیاهی سازگار با مناطق رودخانه‌ای قرار می‌گیرند.

اکوگروه‌های اسپورومورفی سازگار با مناطق پیش‌گام

(Pioneer SEGs): این گروه، مجموعه گیاهانی را شامل می‌شود که از نظر فیزیولوژی مستحکم نیستند و می‌توانند به‌مدت طولانی‌تر در آب غوطه‌ور بمانند.

اکوگروه‌های اسپورومورفی سازگار با مناطق ساحلی

(Coastal SEGs): این گروه، گیاهانی را شامل می‌شود که معمولاً در کنار سواحل رشد می‌کنند و به‌طور مستمر در معرض تنش‌های اکولوژی از جمله ورود جریان‌های نمکی و نفوذ آب شور قرار دارند. میوسپورهای منتسب به دو گروه از مخروطیان (آراکاریاسه‌آ و کایرولپیدیاسه‌آ) به این گروه تعلق دارند.

اکوگروه‌های اسپورومورفی سازگار با مناطق جزرومدی

(Tidally-influenced SEGs): این گروه، گیاهانی را شامل می‌شود که معمولاً به‌طور منظم تحت تأثیر تغییرات جزرومدی قرار می‌گیرند و هنگام مد (بالا آمدن آب دریا) به زیر آب فرو می‌روند. برخی از گروه‌های گیاهی پتریدواسپرموفیتا و لیکوفیت‌ها به این گروه تعلق دارند. این گروه در مقایسه با اکوگروه‌های گیاهی سازگار با مناطق ساحلی، تنش‌های اکولوژیکی بیشتری را تحمل می‌کند.

گاهی متخصصان گروهی از گیاهان را به بیش از یک جامعه گیاهی نسبت می‌دهند؛ برای نمونه، آبینک (Abbink 1998) بریوفیت‌ها و اسپورهای سرخس‌های منتسب به خانواده‌های اسمونداسه‌آ، شیزاسه‌آ، سیاتسه‌آ، دیکسونیاسه‌آ، دپیتریداسه‌آ و پتریداسه‌آ را جزو اکوگروه‌های اسپورومورفی سازگار با مناطق رودخانه‌ای می‌داند و آنها را به اکوگروه‌های

بازسازی محیط دیرینه سازند دلچای بر اساس مدل

اکوگروه‌های اسپورومورفی (Sporomorph EcoGroups: SEGs)

شناخت تغییرات آب‌وهوایی نقش مهمی در بازسازی و درک محیط‌های رسوبی گذشته ایفا می‌کند. مطالعه‌های انجام‌شده در محدوده زمانی کواترنری نشان می‌دهند داده‌های پالینولوژی و به‌ویژه مطالعه اکوگروه‌های اسپورومورفی به بازسازی آب‌وهوای گذشته و شناخت تغییرات آب‌وهوایی کمک می‌کنند (e.g. Zagwijn and Hager 1987; Van der

Kaar 1991; Targarona 1997).

در بازسازی پالئو اکولوژی بر اساس مدل SEGs، اسپور و پولن‌ها در گروه‌هایی به نام اکوگروه‌های اسپورومورفی طبقه‌بندی می‌شوند که هرکدام به محیط اکولوژیکی ویژه‌ای مربوطند. در تجزیه و تحلیل کمی اسپورومورفی از ارتباط بین میوسپورها (اسپور یا پولن) با منشأ گیاهی آنها و نیازهای اکولوژیک و شرایط زیست گیاهان والد میوسپورهای یادشده استفاده می‌شود. در این زمینه، تغییر تجمع‌های اسپورومورفی منعکس‌کننده تغییر ترکیب جوامع گیاهان خشکی فسیل است. بر اساس این مدل، شش اکوگروه اسپورومورفی مطابق با جوامع گیاهی معرفی می‌شود (Abbink 1998):

اکوگروه‌های اسپورومورفی سازگار با مناطق مرتفع

(Upland SEGs): این گروه، مجموعه گیاهانی را شامل می‌شود که نسبت به شرایط نامساعد محیطی مانند کمبود آب مقاومت، به‌خوبی در نواحی مرتفع رشد می‌کنند، هرگز به زیر آب فرو نمی‌روند و در آب غوطه‌ور نمی‌شوند. پولن‌های دوباله تولیدشده از خانواده پودوکارپاسه‌آ از مخروطیان (Coniferophyta) و پولن‌های دوباله تولیدشده از پتریدواسپرموفیتا به این گروه تعلق دارند.

اکوگروه‌های اسپورومورفی سازگار با مناطق پست و

دشت‌ها (Lowland SEGs): این گروه، مجموعه گیاهانی را شامل می‌شود که به‌طور متناوب در آب شیرین غوطه‌ور می‌شوند یا گاهی تحت تأثیر سیلاب‌ها قرار می‌گیرند. این گیاهان در دشت‌ها و مرداب‌ها رشد می‌کنند و دسترسی آسانی به مواد غذایی و آب دارند. دانه‌های پولن منسوب به

اسپورومورفی سازگار با مناطق پست و دشت‌ها متناسب
 اسپورومورفی میوسپوره‌های موجود در برش چینه‌شناسی
 مطالعه‌شده، مشخص شد میوسپوره‌های متعلق به شش اکوگروه
 می‌کند.
 باتوجه‌به مدل یادشده و طبقه‌بندی اکوگروه‌های
 گیاهی یادشده در این رسوبات وجود دارند (جدول ۱)

جدول ۱- طبقه‌بندی اکوگروه‌های اسپورومورفی در برش چینه‌شناسی اندریه، البرز مرکزی با استفاده از Abbink 1998; Abbink et al. 2004

| Upland | |
|--|---|
| <i>Platysaccus</i> sp. | <i>Quadraeculina anellaeformis</i> |
| <i>Podocarpidites</i> sp. | Other bisaccate pollen |
| <i>Podocarpidites variadilis</i> . | |
| | River |
| <i>Lycopodiacidites rugulatus</i> | <i>Neoraistrickia rugobacula</i> |
| <i>Limbosporites lundbladii</i> | <i>Neoraistrickia taylorii</i> |
| <i>Limbosporites antiquus</i> | <i>Neoraistrickia parvibacula</i> |
| <i>Limbosporites denmeadii</i> | <i>Foveosporites pseudoalveolatus</i> |
| <i>Limbosporites</i> spp. | <i>Foveosporites</i> sp. cf. <i>F. pseudoalveolatus</i> |
| <i>Perotrilites</i> sp. | <i>Polycingulatisporites crenulatus</i> |
| | Coastal |
| <i>Araucariacites australis</i> | <i>Callialasporites turbatus</i> |
| <i>Classopollis torosa</i> | <i>Callialasporites trilobatus</i> |
| <i>Callialasporites dampieri</i> | |
| <i>Callialasporites minus</i> | <i>Callialasporites microvelatus</i> |
| | Tidally-influenced |
| <i>Alisporites australis</i> | <i>Retitriteles austroclavatidites</i> |
| <i>Alisporites grandis</i> | <i>Retitriteles</i> sp. |
| <i>Alisporites lowoodensis</i> | <i>Densoisporites velatus</i> |
| <i>Alisporites similis</i> | |
| | Pioneer |
| <i>Cerebropollenites macroverrucosus</i> | |
| | Lowland |
| <i>Calamospora tener</i> | <i>Gleicheniidites senonicus</i> |
| <i>Chasmatosporites apertus</i> | <i>Kyrtomisporis laevigatus</i> |
| <i>Chasmatosporites major</i> | <i>Klukisporites scaberis</i> |
| <i>Concavissimisporites punctatus</i> | <i>Klukisporites variegatus</i> |
| <i>Concavissimisporites</i> sp. cf. <i>C. punctatus</i> | <i>Klukisporites lacunus</i> |
| <i>Concavissimisporites verrucosus</i> | <i>Laevigatosporites ovatus</i> |
| <i>Concavissimisporites</i> sp. cf. <i>C. verrucosus</i> | <i>Murospora florida</i> |
| <i>Concavissimisporites subgranulosus</i> | <i>Matonisporites crassiangulatus</i> |
| <i>Contignisporites burger</i> | <i>Osmundacidites senectus</i> |
| <i>Cyathidites minor</i> | <i>Osmundacidites wellmanii</i> |
| <i>Cyathidites australis</i> | <i>Perinopollenites elatoides</i> |
| <i>Cyathidites asper</i> | <i>Ricciisporites tuberculatus</i> |
| <i>Cyathidites concavus</i> | <i>Striatella seebergensis</i> |
| <i>Cibotiumspora juncta</i> | <i>Striatella</i> sp. cf. <i>S. parva</i> |
| <i>Cibotiumspora jurienensis</i> | <i>Striatella patenii</i> |
| <i>Cycadopites crassimarginis</i> | <i>Striatella scanica</i> |
| <i>Deltoidospora hallii</i> | <i>Todisporites minor</i> |
| <i>Dictyophyllidites harrisii</i> | <i>Todisporites major</i> |
| <i>Dictyophyllidites mortonii</i> | |

مطالعه آب‌وهوای دیرینه بر اساس نسبت تجمع‌های پوشش

گیاهی و اسپورومورفی در سازند دلیچای

الگوهای توزیع، فراوانی و پراکندگی پوشش گیاهی در محیط را دو فاکتور مهم عوامل جغرافیایی و اقلیمی کنترل می‌کنند؛ بنابراین، اگر تغییری در الگوی فراوانی نسبی اکوگروه‌های اسپورومورفی و ترکیب کمی آنها در محیط رخ دهد، تغییرات جغرافیایی یا آب‌وهوایی آن محیط را منعکس می‌کند. به‌منظور بازسازی و شناسایی آب‌وهوای دیرینه از تجزیه و تحلیل الگوهای فراوانی نسبی عناصر drier/wetter و warmer/cooler در مدل اکوگروه‌های اسپورومورفی استفاده می‌شود (Abbink et al. 2001).

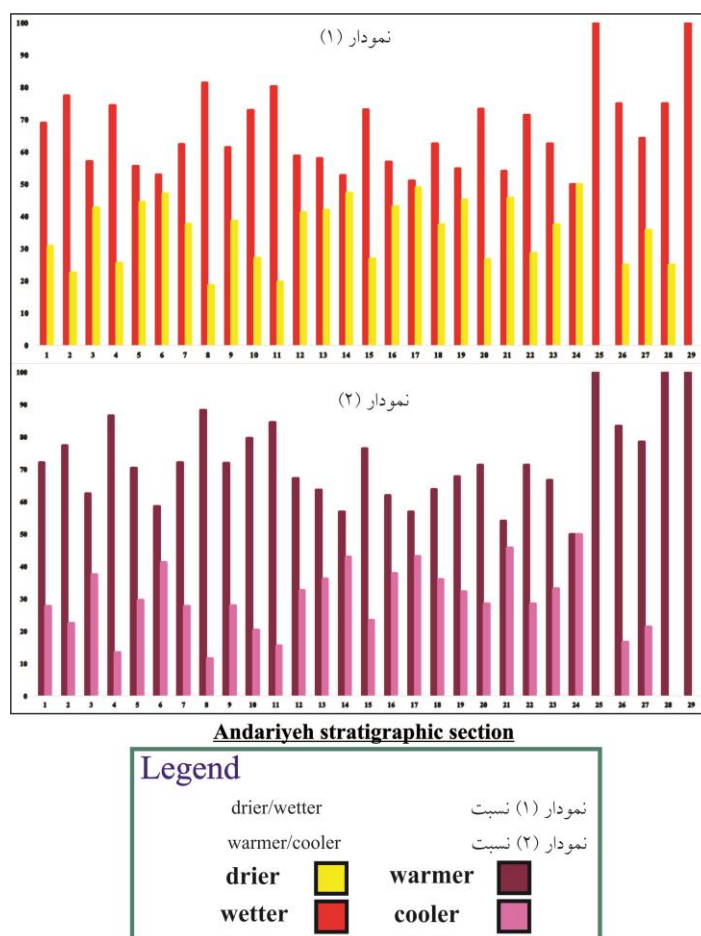
طبق این نظریه، گیاهان والد میوسپورها در چهار گروه گیاهان رطوبت‌دوست (wetter)، گیاهان خشکی‌دوست (drier)، گیاهان گرم‌دوست (warmer) و گیاهان سرد‌دوست (cooler) طبقه‌بندی می‌شوند.

از میان شش اکوگروه اسپورومورفی یادشده، تنها سه

گروه گیاهی برای بازسازی آب‌وهوای گذشته استفاده می‌شوند؛ زیرا این سه گروه نسبت به تغییرات اقلیمی حساس‌ترند و اکوگروه‌های گیاهی سازگار با مناطق پست و دشت‌ها و اکوگروه‌های گیاهی سازگار با مناطق ساحلی و اکوگروه‌های گیاهی سازگار با مناطق مرتفع را شامل می‌شوند (Abbink et al. 2001; Barrón et al. 2006, 2010; Galfetti et al. 2007; Hochuli and Vigran 2010; Galloway et al. 2013). در مطالعه حاضر، میوسپورهای شاخص این سه جامعه گیاهی در چهار گروه اقلیمی گرم، سرد، مرطوب و خشک طبقه‌بندی شدند (جدول ۲) و باتوجه به مدل اکوگروه‌های اسپورومورفی برای بازسازی آب‌وهوای گذشته، درصد فراوانی چهار گروه یادشده محاسبه و نمودارهای اکولوژی مربوط به آنها ترسیم شد (شکل ۴). نمودارهای یادشده شرایط آب‌وهوایی گرم تا نیمه‌گرم و مرطوب را در زمان تشکیل سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی اندریه نشان می‌دهند.

جدول ۲- اسپورومورف‌های شاخص اکوگروه‌های گیاهی سازگار با مناطق پست و دشت‌ها، اکوگروه‌های گیاهی سازگار با مناطق ساحلی و اکوگروه‌های گیاهی سازگار با مناطق مرتفع و ارتباط آنها با تغییرات اقلیمی (Abbink 1998; Abbink et al. 2001, 2004)

| Spore/pollen genera | Ecological type |
|-----------------------------|-----------------|
| <i>Araucariacites</i> | cooler |
| <i>Callialasporites</i> | cooler |
| <i>Cyathidites</i> | warmer/drier |
| <i>Dictyophyllidites</i> | warmer/drier |
| <i>Gleicheniidites</i> | warmer/drier |
| <i>Todisporites</i> | warmer/wetter |
| <i>Deltoidospora</i> | drier/warmer |
| <i>Calamospora</i> | warmer/wetter |
| <i>Chasmatosporites</i> | drier/cooler |
| <i>Classopollis</i> | warmer |
| <i>Concavissimisporites</i> | drier/warmer |
| <i>Contignisporites</i> | drier/warmer |
| <i>Matonisporites</i> | drier/warmer |
| <i>Klukisporites</i> | warmer/wetter |
| <i>Osmundacidites</i> | warmer/wetter |
| <i>Perinopollenites</i> | cooler/wetter |
| <i>Striatella</i> | warmer |
| <i>Ricciisporites</i> | warmer |
| <i>Cibotiumspora</i> | warmer |
| <i>Kyrtomisporis</i> | warmer |
| <i>Quadraeculina</i> | warmer |
| <i>Podocarpidites</i> | warmer |
| <i>Platysaccus</i> | warmer |



شکل ۴- نمودار چگونگی توزیع فراوانی گروه‌های مختلف گیاهی سازگار با شرایط مختلف آب‌وهوایی (خشکی دوست، رطوبت دوست، گرمادوست و سردادوست) نسبت به هم در سازند دلیچای، برش چینه‌شناسی اندریه، البرز مرکزی

influenced افزایش می‌یابند و جامعه گیاهی Lowland کاهش می‌یابد. گفتنی است افزایش سطح آب دریا و تغییرات مورفولوژی ساحل سبب افزایش جامعه گیاهی Upland SEG می‌شود (Gedl & Ziaja 2012).

باتوجه به مطالب یادشده و به منظور مطالعه نوسان‌های سطح آب دریا، درصد فراوانی اسپورومورف‌های مربوط به جوامع گیاهی مختلف محاسبه شد و نمودارهای مربوط به اکوگروه‌های اسپورومورفی آنها در برش چینه‌شناسی اندریه رسم شدند. نمودار اکوگروه‌های اسپورومورفی (شکل ۵) در برش چینه‌شناسی اندریه نشان می‌دهد نسبت جامعه گیاهی Lowland در تمام طول برش چینه‌شناسی مطالعه‌شده بیشتر از سایر جوامع گیاهی است و نسبت جوامع گیاهی

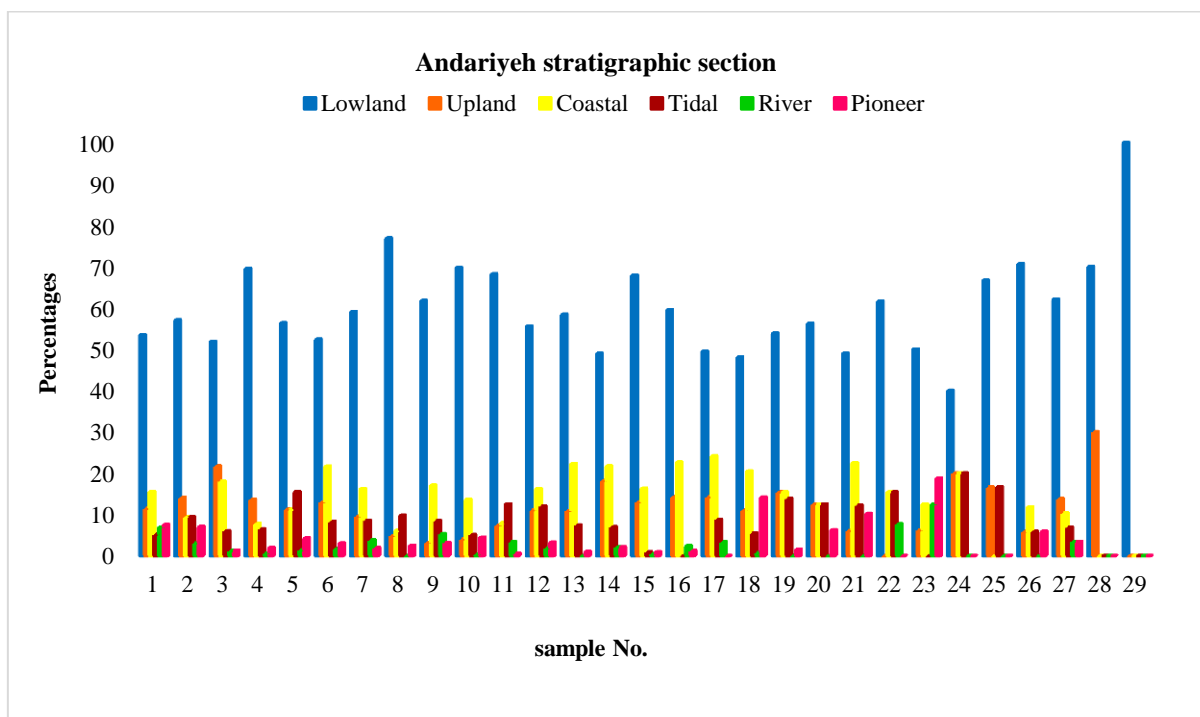
مطالعه عمق حوضه رسوب‌گذاری سازند دلیچای بر اساس

نسبت تجمع‌های پوشش گیاهی و اسپورومورفی

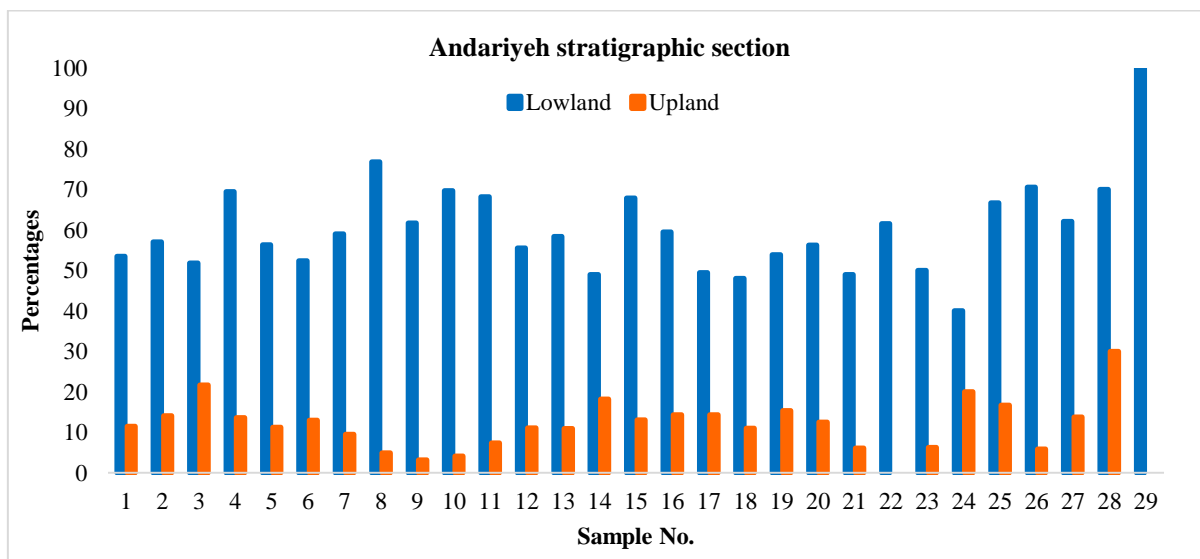
پوشش گیاهی هر منطقه به طور مستقیم تحت تأثیر پیشروی یا پسروی آب دریا از ناحیه ساحل قرار دارد و به تبع آن، نوسان‌های سطح آب دریا سبب تغییر در ترکیب اجتماع‌های پالینومورفی می‌شود؛ به طور کلی، جامعه گیاهی Lowland در طول پسروی آب دریا افزایش می‌یابد؛ در حالی که نسبت جامعه گیاهی Upland/Lowland و همچنین جوامع گیاهی Coastal-Tidal influenced کاهش می‌یابد. در طول پیشروی آب دریا، ساحل به سمت بالاتر رانده می‌شود و جامعه گیاهی Lowland با جامعه گیاهی Coastal-Tidal influenced جایگزین می‌شود؛ به همین علت، جوامع گیاهی Coastal-Tidal

گیاهی Upland و Coastal + Tidal در برابر حضور فراوان جامعه گیاهی Lowland و درصد اندک اسپورومورف‌های جامعه گیاهی Pioneer گویای کم بودن نسبی سطح آب دریا و محیط دیرینه نسبتاً کم عمق در حوضه رسوبی مطالعه شده است (Gedl & Ziaja 2012).

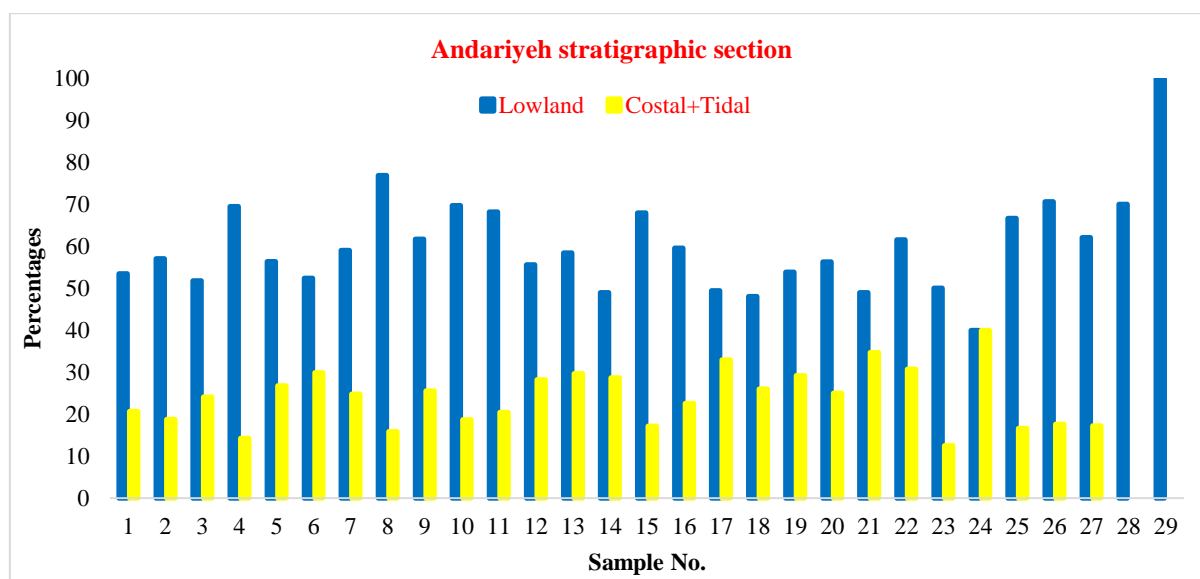
Upland/Lowland کم است (شکل ۶)؛ این امر از عمق کم حوضه رسوب گذاری حکایت می‌کند. نسبت زیاد جوامع گیاهی Lowland/Coastal + Tidal (شکل ۷) و درصد کم جامعه گیاهی Upland SEG مؤید عمق کم حوضه رسوب گذاری یاد شده است. در مجموع، نسبت کم جوامع



شکل ۵- نمودار فراوانی جوامع گیاهی مختلف در سازند دلیچای، برش چینه‌شناسی اندریه، البرز مرکزی



شکل ۶- نمودار فراوانی نسبت جوامع گیاهی Upland/Lowland در سازند دلیچای، برش چینه‌شناسی اندریه، البرز مرکزی



شکل ۷- نمودار فراوانی نسبت جوامع گیاهی Lowland/Coastal + Tidal در سازند دلیچای، برش چینه‌شناسی اندریه، البرز مرکزی

و گاهی شاهد بالاآمدگی‌های کوتاه‌مدت سطح آب دریا بوده است. او محیط دلتایی تحت‌تأثیر دریا را برای رسوبات سازند هجدک معرفی می‌کند آب‌وهوای محیط دیرینه سازندهای دلیچای و هجدک را گرم تا نیمه‌گرم و مرطوب می‌داند.

درمنکی فراهانی (Dermanaki Farahani 2016) به مطالعه آب‌وهوا و محیط دیرینه سازند دلیچای در البرز غربی (برش‌های چینه‌شناسی گویداغ و آهق)، در جنوب شرق و شمال غرب مراغه بر اساس اکوگروه‌های اسپورومورفی پرداخت. نتایج این مطالعه‌ها که بر اساس الگوی فراوانی نسبی عناصر drier/wetter و warmer/cooler است، گویای آب‌وهوای دیرینه گرم تا نیمه‌گرم و مرطوب برای سازند دلیچای است.

هاشمی یزدی و همکاران (Hashemi Yazdi et al. 2017) با استفاده از روش اکوگروه‌های اسپورومورفی برای سازند دلیچای در دو برش چینه‌شناسی شرف (البرز مرکزی) و تپال (البرز شرقی)، محیط دیرینه کم‌عمق را که گاهی شاهد پیشروی کوتاه‌مدت دریا و بالاآمدگی سطح آب حوضه رسوبی بوده است، پیشنهاد کرده‌اند؛ همچنین بر اساس الگوی فراوانی نسبی عناصر drier/wetter و warmer/cooler،

مقایسه محیط رسوبی سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی اندریه با سایر برش‌های چینه‌شناسی مطالعه‌شده در ایران بر اساس مدل اکوگروه‌های اسپورومورفی

ده‌بزرگی (Dehbozorgi 2013) پالئوآکولوژی سازند دلیچای (در برش‌های چینه‌شناسی کنز و شرف در البرز مرکزی) و سازند بغمشاه (در برش چینه‌شناسی ویراب در ایران مرکزی) در ناحیه جام، شرق سمنان را بر اساس مدل اکوگروه‌های اسپورومورفی و جوامع گیاهی مرتبط با آنها مطالعه کرد و آب‌وهوای دیرینه گرم و مرطوب و محیط رسوب‌گذاری کم‌عمق و کم‌اکسیژن را که گاهی شاهد نوسان‌هایی است، برای مناطق یادشده پیشنهاد کرد.

هاشمی یزدی (Hashemi Yazdi 2015) به بازسازی پالئوآکولوژی سازند دلیچای (در سه برش چینه‌شناسی در البرز مرکزی و سه برش چینه‌شناسی در البرز شرقی) و همچنین سازند هجدک (در شرق ایران مرکزی) پرداخت. مطالعه اکوگروه‌های اسپورومورفی و جوامع گیاهی مرتبط با آنها نشان می‌دهد سازند دلیچای در البرز مرکزی اختصاصات دریایی بیشتری نسبت به البرز شرقی دارد و محیط رسوب‌گذاری سازند دلیچای در مناطق یادشده کم‌عمق است

حاضر، پس از محاسبه درصد فراوانی سه گروه اصلی، نتایج روی نمودار سه‌گانه تایسون (Tyson 1993) منتقل شدند و تنها پالینوفاسیس نوع دو (II) برای برش چینه‌شناسی اندریه پیشنهاد شد (شکل ۸). در پالینوفاسیس نوع II، درصد پالینومورف‌های دریایی کم و AOM به میزان ۲۰ تا ۳۰ درصد است و فیتوکلاست‌ها ۶۵ تا ۹۵ درصد کل مواد ارگانیکی را شامل می‌شوند. این نوع پالینوفاسیس معرف محیط کم‌عمق، کم‌اکسیژن تا بدون اکسیژن است (Tyson 1993) و در تمام نمونه‌های برش چینه‌شناسی اندریه (۲۹-۱) در حفاصل ۴ تا ۷۸ متری غالب است (شکل ۹)؛ البته وجود تعداد کمی پوسته داخلی فرامینیفر گویای وجود مقدار اندک اکسیژن در محیط است (Van der Zwan 1990).

از آنجا که تایسون (Tyson 1993) بیش از یک محیط رسوبی را برای یک پالینوفاسیس در نظر گرفته است، از سایر عوامل مؤثر در تفسیر محیط از جمله حفاظت مواد ارگانیکی (Lability)، نسبت مواد ارگانیکی بی‌شکل به پالینومورف‌های دریایی (AOM/MP)، نسبت AOM شفاف به AOM تیره، میزان پالینوماسرال‌های اپک هم‌بعد به پالینوماسرال‌های تیغه‌ای شکل (P1/P2) و نسبت عناصر خشکی به دریایی (T/M) برای افزایش دقت در بررسی محیط رسوبی دیرینه استفاده شده است تا میزان اکسیژن، سرعت رسوب‌گذاری و میزان انرژی محیط دیرینه بهتر مشخص شوند.

عامل حفاظت مواد ارگانیکی (Lability) بر اساس نسبت پالینوماسرال‌های قهوه‌ای به اپک (BP/OP) به دست می‌آید. پالینوماسرال‌های قهوه‌ای که وابسته به گیاهان خشکی‌اند، محیط نزدیک به ساحل را نشان می‌دهند و پالینوماسرال‌های اپک که از اکسیداسیون و کربونیزه شدن بافت‌های چوبی ناشی می‌شوند، محیط دور از ساحل، نیمه‌اکسید و نیمه‌آرام را نشان می‌دهند. به‌منظور دقت بیشتر، این عامل همراه با عوامل دیگر بررسی می‌شود و افزایش این عامل همراه با افزایش فراوانی و تنوع پالینومورف‌های دریایی، کاهش AOM و سرعت زیاد رسوب‌گذاری نشان‌دهنده حفظ‌شدگی خوب مواد ارگانیکی

آب‌وهوای دیرینه سازند دلیچای را گرم تا نیمه‌گرم و مرطوب تعیین کرده‌اند.

نمودار اکوگروه‌های اسپورومورفی در برش چینه‌شناسی اندریه (البرز مرکزی) نیز محیط دیرینه کم‌عمق را نشان می‌دهد. تغییرات نسبی عناصر drier/wetter و warmer/cooler در برش چینه‌شناسی یادشده گویای آب‌وهوای دیرینه گرم تا نیمه‌گرم و مرطوب است؛ بنابراین شرایط اقلیمی، بوم‌شناسی و محیط دیرینه تقریباً یکسانی در زمان تشکیل سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی اندریه و سایر برش‌های چینه‌شناسی مطالعه‌شده در البرز مرکزی، شرقی و غربی حاکم بوده است.

بازسازی محیط دیرینه سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی

اندریه با استفاده از پالینوفاسیس

پالینومورف‌های دریایی، فیتوکلاست‌ها و مواد آلی بی‌شکل از مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده اسلایدهای پالینولوژی‌اند که برای تعیین محیط رسوبی استفاده می‌شوند (Tyson 1993). به‌منظور مطالعه آماری عناصر موجود در اسلایدهای پالینولوژی، سه اسلاید از هر نمونه تهیه شد و در هر اسلاید، ۱۵ میدان دید به‌طور اتفاقی انتخاب و با لنز ۱۶ مطالعه شد و عناصر پالینولوژی تفکیک و شمارش شدند. عناصر پالینولوژی شناسایی‌شده در اسلایدها عبارتند از: اسپور، پولن، سیست داینوفلاژله‌ها، AOM روشن، AOM تیره، خرده‌های چوب، فیتوکلاست‌های اپک و آکریتارک.

مطالعه پراکندگی پالینومورف‌ها و دیگر مواد ارگانیکی در حوضه رسوبی به بازسازی محیط دیرینه منجر می‌شود؛ از این‌رو، مثلث سه‌گانه تایسون (Tyson 1995) برای بازسازی محیط دیرینه استفاده شد. در مثلث سه‌گانه تایسون، عناصر آلی موجود در اسلایدهای پالینولوژی در سه گروه عمده مواد ارگانیکی بی‌شکل (Amorphous Organic Matter-AOM)، پالینومورف دریایی (Marine Palynomorph-MP) و فیتوکلاست‌ها (Phytoclast-PH) قرار می‌گیرند. در پژوهش

می‌شوند و با استفاده از این عامل می‌توان میزان انرژی محیط دیرینه را بررسی کرد. پالینوماسرال‌های اپیک تیغه‌ای باتوجه به شکل تیغه‌ای خود قابلیت شناوری بهتری نسبت به پالینوماسرال‌های اپیک هم‌بعد دارند و میزان زیاد آنها معرف روند پروکسیمال- دیستال حوضه است (Van der Zwan 1990; Tyson 1995). در برش چینه‌شناسی اندریه، میزان پالینوماسرال‌های اپیک هم‌بعد (P1) نسبت به پالینوماسرال‌های تیغه‌ای (P2) زیاد است و عمق کم حوضه رسوب‌گذاری را تأیید می‌کند (شکل ۹، قسمت ۵).

نسبت T/M نشان‌دهنده روند پروکسیمال- دیستال حوضه است (Traverse 2007). عناصر خشکی (Terrestrial)، مجموعه‌ای از گیاهان خشکی مانند پوست درختان، اسپور، پولن، کوتیکول و بافت‌های چوبی‌اند که از خشکی وارد محیط رسوبی شده‌اند و عناصر دریایی (Marine)، سیست داینوفلاژله‌ها، پوسته داخلی فرامینیفرها، تاسمانیت‌ها، اسکلوکودونت‌ها و آکریتارک‌ها را شامل می‌شوند. زیادبودن نسبت عناصر خشکی به عناصر دریایی در طول ستون چینه‌شناسی سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی اندریه گویای عمق کم حوضه رسوب‌گذاری و نزدیکی به ساحل است (شکل ۹، قسمت ۶).

نتیجه

در پژوهش حاضر، اکوگروه‌های اسپورومورفی و جوامع گیاهی مرتبط با آنها و پالینوفاسیس رسوبات سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی اندریه مطالعه شدند. رسوبات مطالعه‌شده حاوی پالینومورف‌های بسیار متنوعی شامل اسپورها، پولن‌ها، سیست داینوفلاژله‌ها، آکریتارک‌ها، آستر داخلی فرامینیفرها، تاسمانیت‌ها، اسپورهای قارچ و اسکلوکودونت‌ها با حفظ‌شدگی خوب تا متوسط بودند. میوسپورهای شناسایی‌شده در شش گروه اسپورومورفی طبقه‌بندی شدند که بیشترین درصد فراوانی آنها به جامعه گیاهی مناطق پست و دشت‌ها و کمترین درصد به جامعه گیاهی سازگار با مناطق

است (Waveren and Visscher 1994; Bombardier and Gorin 2000); بنابراین، اگرچه این عامل همراه با عوامل دیگر بررسی می‌شود، میزان متوسط تا کم BP/OP در طول برش چینه‌شناسی اندریه (شکل ۹، قسمت ۴) تا حدی نشان‌دهنده حفظ‌شدگی متوسط پالینومورف‌هاست.

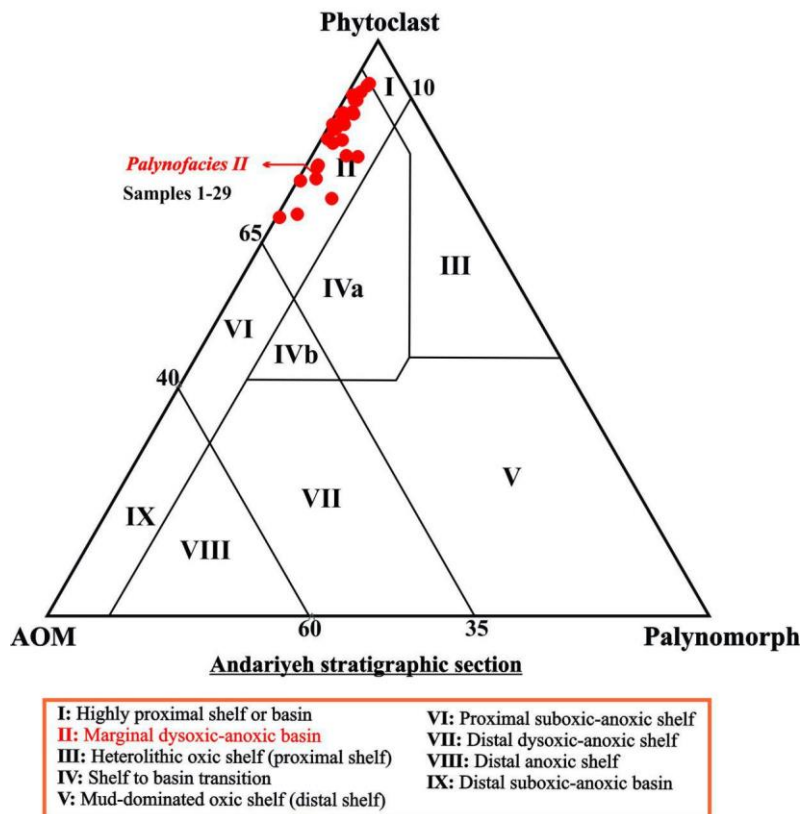
نسبت AOM/MP در تعیین میزان اکسیژن و سرعت رسوب‌گذاری محیط رسوبی دیرینه همراه با عوامل دیگر کاربرد دارد. افزایش نسبت AOM شفاف به پالینومورف دریایی نشان‌دهنده شرایط بدون اکسیژن و سرعت رسوب‌گذاری کم است؛ درحالی‌که افزایش AOM تیره به پالینومورف دریایی نشان‌دهنده شرایط اکسیژن‌دار و سرعت رسوب‌گذاری زیاد است (Tyson 1993; Waveren and Vischer 1994; Bombardiere and Gorin 2000; Zonneveld et al. 1997) باتوجه به نسبت زیاد TAOM/MP در طول ستون چینه‌شناسی سازند دلیچای، شرایط کم‌اکسیژن و سرعت رسوب‌گذاری کم در زمان تشکیل رسوبات برش چینه‌شناسی اندریه حاکم بوده است (شکل ۹، قسمت ۳).

در مطالعه‌های پالینولوژی، نسبت AOM شفاف (T AOM) به AOM تیره (O AOM) منعکس‌کننده میزان اکسیژن در محیط رسوبی است؛ اگر نسبت یادشده در طول ستون استراتیگرافی برش مطالعه‌شده همواره بیش از یک باشد، نشان از شرایط کم‌اکسیژن و احتمالاً سرعت رسوب‌گذاری کم در حوضه مطالعه‌شده دارد (Bombardiere and Gorin 2000; Batten 1996; Zonneveld et al. 1997; Oboh-Ikuenobe 1996) بیش از یک در این نسبت معرف شرایط دیس‌اکسیک-انوکسیک (dysoxic-anoxic) است و مقادیر کمتر از یک معرف شرایط اکسیژن‌دار (oxic) است. در برش چینه‌شناسی اندریه، نسبت AOM شفاف به AOM تیره بیش از یک است که گویای محیط کم‌اکسیژن و سرعت رسوب‌گذاری کم است (شکل ۹، قسمت ۲).

پالینوماسرال‌های اپیک (OP) از نظر جورشدگی و گردشدگی به دو دسته هم‌بعد (P1) و تیغه‌ای (P2) تقسیم

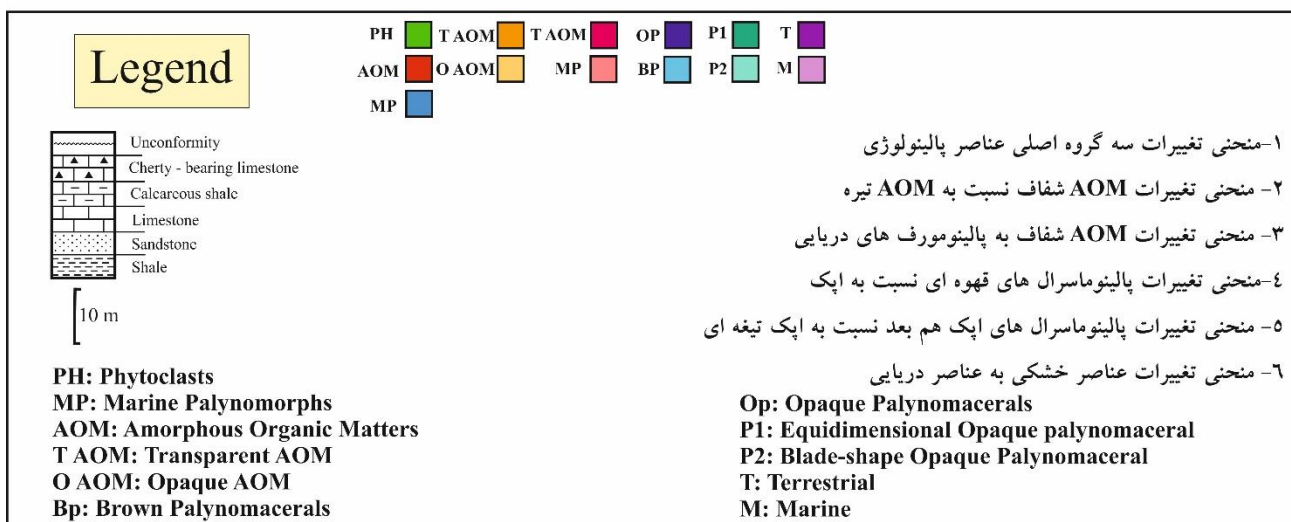
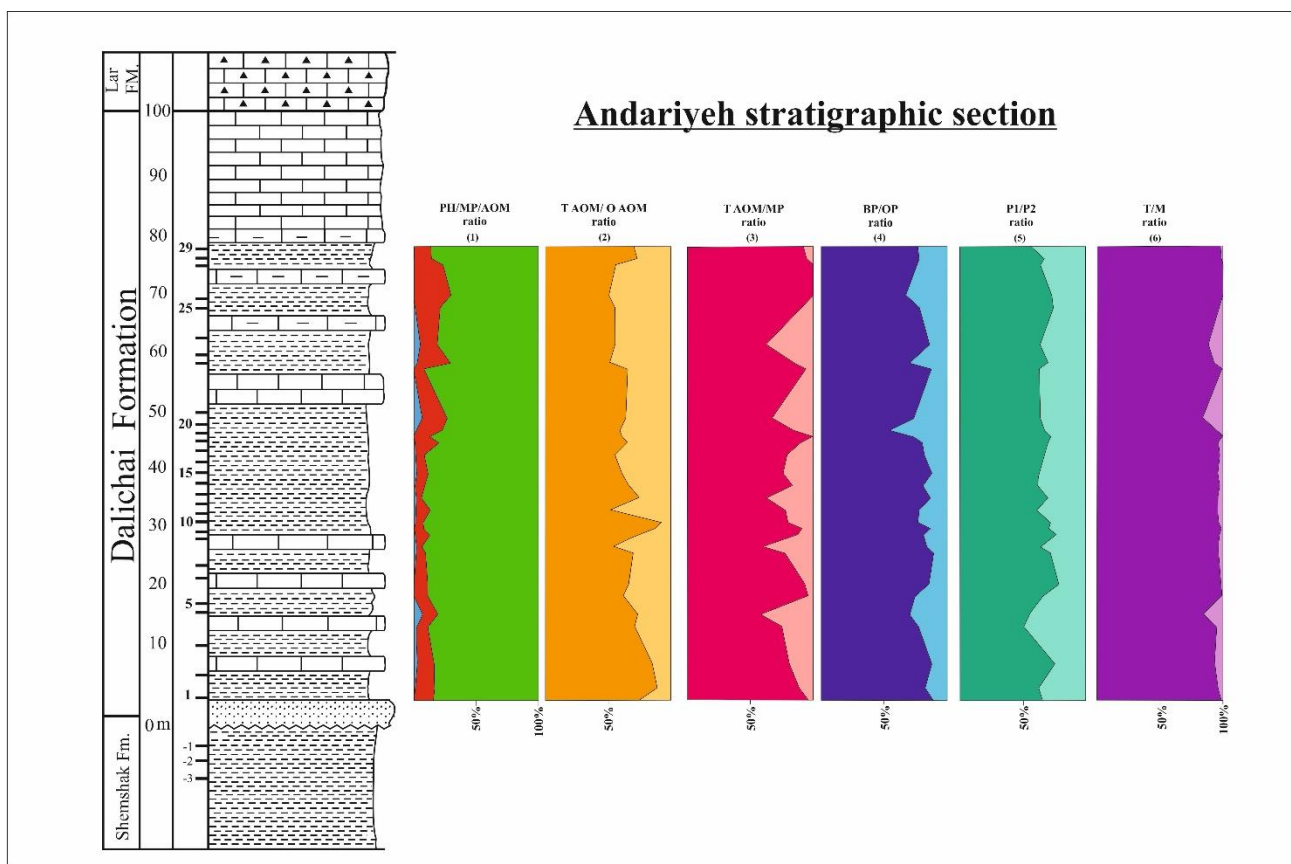
در مطالعه محیط دیرینه سازند دلچای در برش یادشده، تنها پالینوفاسیس نوع دو (II) شناسایی شد که گویای محیط دریایی کم عمق، کم اکسیژن تا بدون اکسیژن است. نسبت زیاد AOM/MP نشان دهنده شرایط کم اکسیژن و سرعت رسوب گذاری کم در زمان تشکیل حوضه است. میزان زیاد پالینوماسرال‌های اپک هم بعد (P1) نسبت به پالینوماسرال‌های تیغه‌ای (P2) و افزایش نسبت T/M، عمق کم حوضه رسوب گذاری و نزدیکی به ساحل را تأیید می کند. گفتنی است نتایج نمودارهای منتسب به اکوگروه‌های اسپورومورفی کاملاً با نمودارهای مربوط به پالینوفاسیس مطابقت دارند و نتایج مشابهی را نشان می دهند.

پیش گام مربوط بود. در مطالعه حاضر بر اساس حساسیت جوامع گیاهی مختلف به تغییرات آب و هوایی، سه گروه گیاهی سازگار با مناطق پست و دشت‌ها، گروه‌های گیاهی سازگار با مناطق ساحلی و گروه‌های گیاهی سازگار با مناطق مرتفع استفاده شدند. کم بودن نسبت جوامع گیاهی Upland/Lowland و نسبت زیاد جوامع گیاهی Lowland/Coastal + Tidal و درصد کم جوامع گیاهی Coastal + Tidal و Upland نشان دهنده محیط دیرینه نسبتاً کم عمق سازند دلچای در این برش چینه‌شناسی است؛ همچنین آب و هوای دیرینه سازند دلچای در برش چینه‌شناسی مطالعه شده بر اساس الگوی فراوانی نسبی عناصر drier/wetter و warmer/cooler، گرم تا نیمه گرم و مرطوب مشخص شد.



شکل ۸- نمایش جایگاه نمونه‌های مطالعه شده سازند دلچای در برش چینه‌شناسی اندریه روی

نمودار مثلثی تایسون (Tyson 1993)



شکل ۹- نمایش تغییرات عوامل تفسیر محیطی و عناصر اصلی پالینولوژی سازند دلچای در طول ستون برش چینه‌شناسی اندریه، البرز مرکزی

PLATE 1

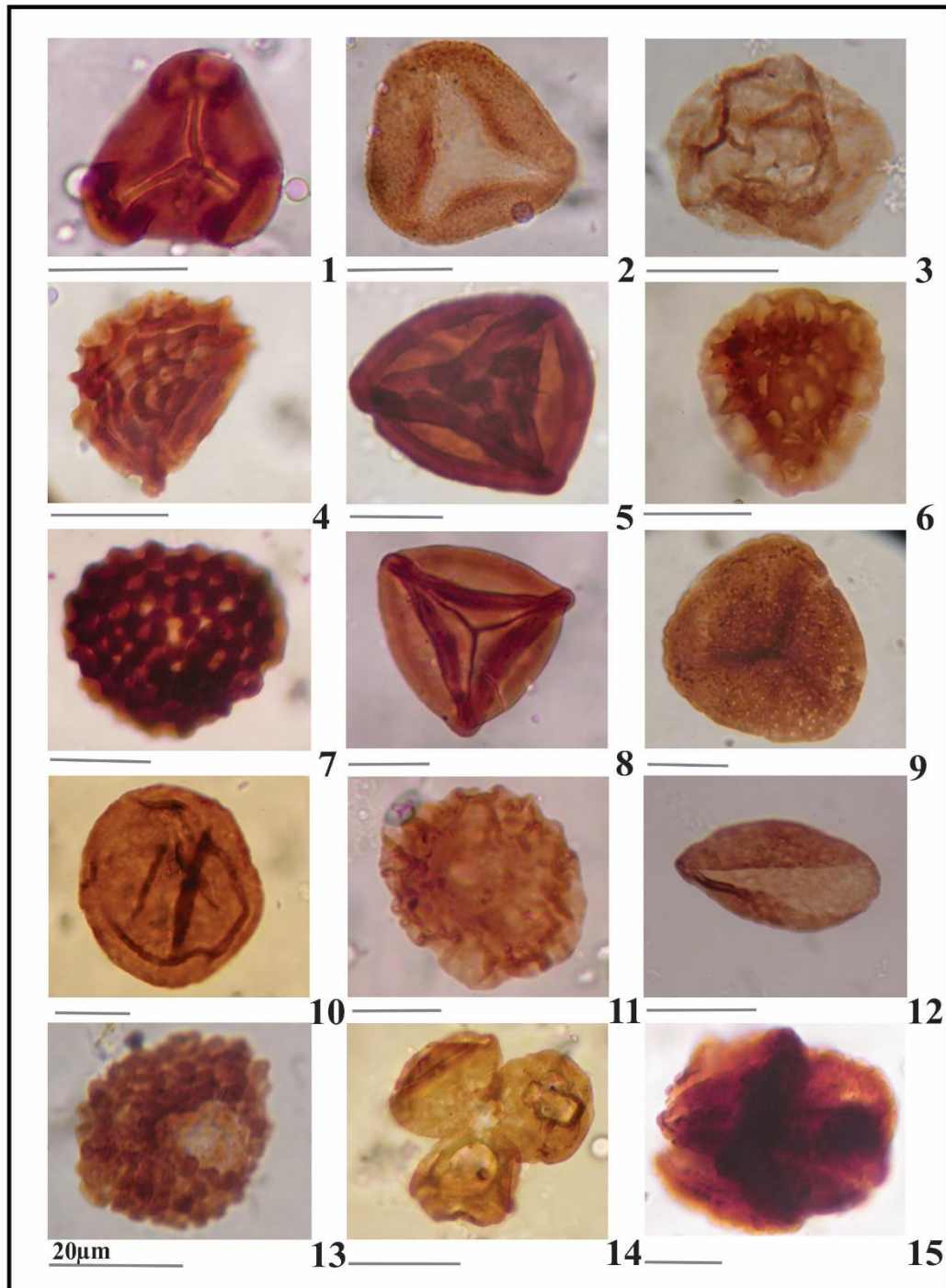


Fig. 1. *Cibotiumspora jurienensis* (Balme) Filatoff, 1975; proximal focus. Fig. 2. *Concavissimisorites punctatus* (Delcourt & Sprumont) Brenner, 1963; proximal focus. Fig. 3. *Calamospora tener* (Leschik) de Jersey, 1962; proximal focus. Fig. 4. *Striatella patenii* Filatoff & Price, 1988; median focus. Fig. 5. *Kyrtomisporis laevigatus* Mädlar, 1964; proximal focus. Fig. 6. *Limbosporites lundbladii* Nilsson, 1958; distal focus. Fig. 7. *Klukisporites variegatus* Couper, 1958; distal focus. Fig. 8. *Gleicheniidites senonicus* Ross emend. Skarby, 1964; proximal focus. Fig. 9. *Foveosporites pseudoalveolatus* (Couper) McKellar, 1998; distal focus. Fig. 10. *Araucariacites australis* Cookson ex Couper, 1953; median focus. Fig. 11. *Callialasporites minus* (Tralau) Guy, 1971; polar view. Fig. 12. *Chasmatosporites major* Nilsson, 1958; distal focus. Fig. 13. *Cerebropollenites macroverrucosus* (Thiergart) Schulz, 1967; median focus. Figs. 14. *Classopollis torosus* (Reissinger) Couper, 1958; median foci. Fig. 15. *Ricciisporites tuberculatus* Lundblad, 1954; median focus.

PLATE 2

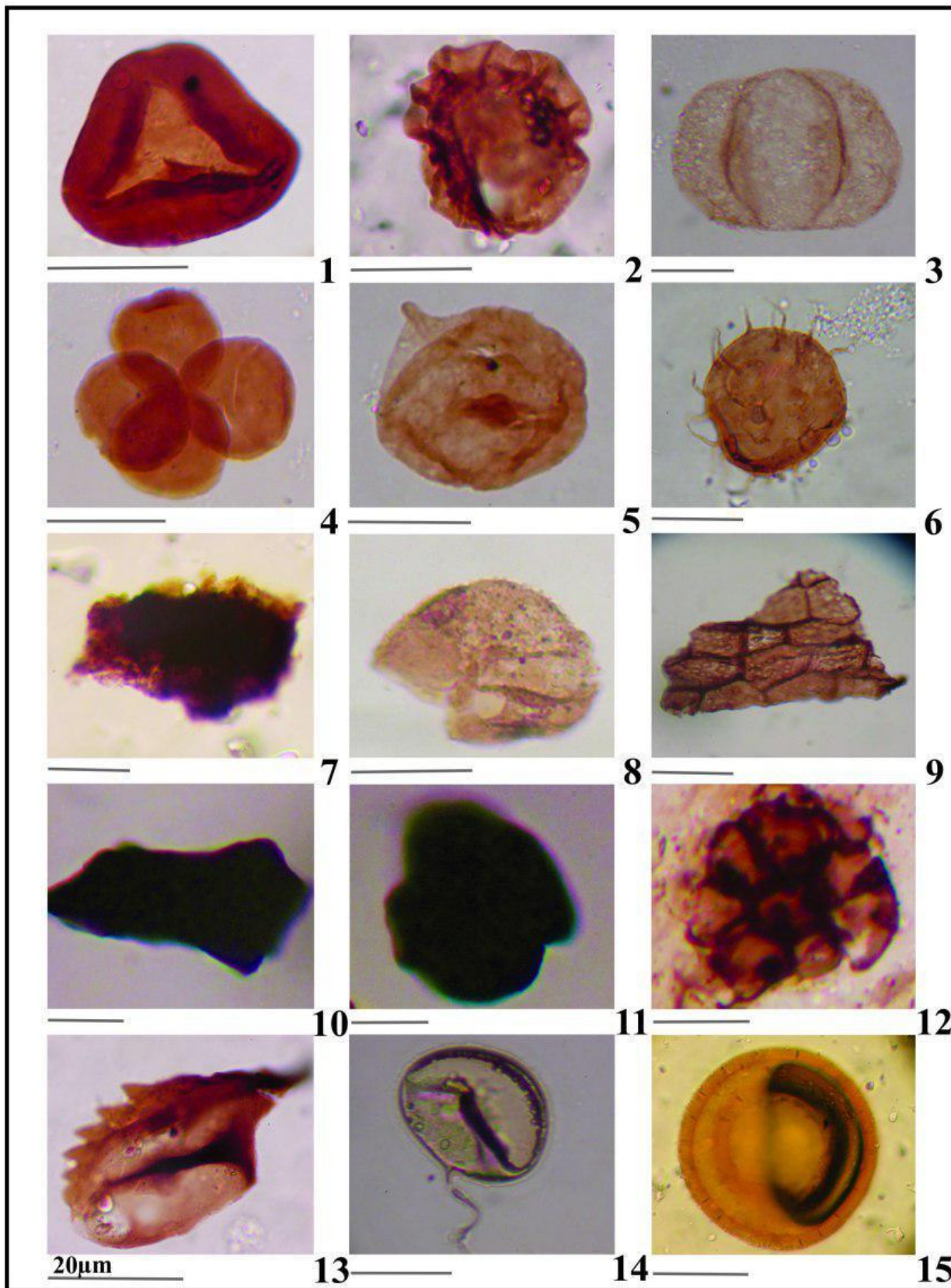


Fig. 1. *Cyathidites australis* Couper, 1953., Fig. 2. *Callialasporites dampieri* (Balme) Sukh Dev, 1961., Fig. 3. *Alisporites lowoodensis* de Jersey, 1963., Fig. 4. Spores in tetrad, Fig. 5. *Pareodinia ceratophora* Deflandre, 1974., Fig. 6. Acritarch, Fig. 7. Opaque AOM, Fig. 8. Transparent AOM, Fig. 9. Plant tissue, Fig. 10. Blade-shape Opaque palynomaceral, Fig. 11. Equidimensional Opaque palynomaceral, Fig. 12. Foraminiferal test lining, Fig. 13. Scolecodont, Fig. 14. Fungal spore, Fig. 15. Tasmanites.

References

- Abbink O.A. 1998. Palynological investigations in the Jurassic of the North Sea region. Laboratory of palaeobotany and palynology. Contribution Series 8: 192 (PhD thesis).
- Abbink O. Targarona J. Brinkhuis H. and Visscher H. 2001. Late Jurassic to earliest Cretaceous palaeoclimatic evolution of the southern North Sea. *Global and Planetary Change*, 30(3-4): 231-256.
- Abbink O.A. Van Konijnenburg-Van Cittert J.H.A. and Visscher H. 2004. A sporomorph ecogroup model for the Northwest European Jurassic-Lower Cretaceous: concepts and framework. *Netherlands Journal of Geosciences, Geologieen Mijnbouw*, 83: 17-38.
- Abbink O. A. Mijnlief H.F. Munsterman D.K. and Verreussel R.M.C.H. 2006. New stratigraphic insights in the Late Jurassic' of the Southern Central North Sea Graben and Terschelling Basin (Dutch Offshore) and related exploration potential. *Netherlands Journal of Geosciences, Geologieen Mijnbouw*, 85 (3): 221-238.
- Barrón E. Gomez J.J. Goy A. and Pieren A.P. 2006. The Triassic - Jurassic boundary in Asturias (northern Spain): palynological characterisation and facies. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 138: 187-208.
- Barrón E. Ureta S. Goy A. and Lassaletta, L. 2010. Palynology of the Toarcian - Aalenian Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) at Fuentelsaz (Lower - Middle Jurassic, Iberian Range, Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162: 11-28.
- Batten D.J. 1996. Upper Jurassic and Cretaceous miospores. Chapter 26A, Palynofacies and palaeoenvironmental interpretation. In: Jansonius, J. and McGregor, D.C. (Eds.): *Palynology: Principles and Application*, American Association Stratigraphic Palynologists Foundation, 3: 1011-1064.
- Bombardiere L. and Gorin G.E. 2000. Stratigraphical and lateral distribution of sedimentary organic matter in Upper Jurassic carbonates of SE France. *Sedimentary Geology*, 132: 177-203.
- Costamagna L.G. Kustatscher, E., Scanu, G.G., Del Rio, M., Pittau, P., Van Konijnenburg- Van Cittert JHA., 2018. A palaeoenvironmental reconstruction of the Middle Jurassic of Sardinia (Italy) based on integrated palaeobotanical palynological and lithofacies data assessment. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 98(1): 111-138.
- Dehbozorgi A. 2013. Palynological and paleoecology Middle Jurassic sediments (Dalichai and Baghamshah formations) East of Semnan (Jam). Ph. D. Thesis, Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, 320 p. In Persian.
- Dehbozorgi A. Sajjadi F. and Hashemi H. 2013. Middle Jurassic palynomorphs of the Dalichai Formation, central Alborz Ranges, northeastern Iran: Paleocological inferences, *Science China Earth Sciences*, 56, 12: 2107-2115.
- Dehbozorgi A. Hashemi-Yazdi F. and Sajjadi F. 2018. Palynostratigraphy and paleoenvironmental interpretation of the Dalichai Formation, at the Pol Dokhtar stratigraphic section, central Alborz. *Applied Sedimentology*, 6 (11): 35-48.
- Dermanaki Farahani S. 2016. Palynology of Dalichai Formation in south-east (Guydagh Section) and north-west (Ahagh Section) of Maragheh. M.Sc. thesis, Faculty of Geology, University of Tehran, 188 p. In Persian.
- Galfetti T. Pochuli P.A. Brayard A. Bucher H. Weissert H. and Vigran J.O. 2007. Smithian/Spathian boundary event: evidence for global climatic change in the wake of the end-Permian biotic crisis. *Geology*, 35: 291-294.
- Galloway J.M. Sweet A.R. Swindles G.T. Dewing K. Hadlari T. Embry A. and Sanei H. 2013. Middle Jurassic to Lower Cretaceous paleoclimate of Sverdrup Basin, Canadian Arctic Archipelago inferred from the palynostratigraphy. *Marine and Petroleum Geology*, 44: 240-255.
- Gedl, P. and Ziaja, J. 2012. Palynofacies from Bathonian (Middle Jurassic) ore - bearing clays at Gnaszyn, Kraków - Silesia Homocline, Poland, with special emphasis on sporomorph eco-groups. *Acta Geologica Polonica*, 62(3): 325-349.
- Ghasemi-Nejad E. Sajadi F. and Hashemi Yazdi F. 2008. Palaeoenvironmental reconstructions of the Dalichai Formation at the Balu section, northern Semnan, based on palynomorphs. *Iranian Journal of Geology*. 2 (8): 85-94. In Persian.
- Hashemi Yazdi F. 2008. Palynostratigraphy of Dalichai Formation in the Blue section, north of Semnan. M.Sc. thesis, Faculty of Geology, University of Tehran, 129 p. In Persian.
- Hashemi Yazdi F. 2015. Palynology and palaeoecology of the Dalichai Formation in central-eastern Alborz Basin and the Hojedk Formation at the east-central Iran. Ph.D. thesis, Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, 388 p. In Persian.
- Hashemi Yazdi F. Dehbozorgi A. Sajjadi F. and Hashemi H. 2017. Sporomorph Eco Groups-based palaeoenvironmental implications for the

- Dalichai Formation at Sharaf and Tapal stratigraphic sections (central and eastern Alborz Mountains). *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 33(68): 1-14. In Persian.
- Hochuli P.A. and Vigran J.O. 2010. Climate variations in the Boreal Triassic- inferred from palynological records from the Barents Sea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 290: 20-42.
- Khaki V. 2001. Palynostratigraphy of the Upper Jurassic sediments of the Agh - Dagh area, Soltaniyeh Mountains South - East Zanjan. M.Sc. thesis. Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, 115p. In Persian.
- Krupnik J. Ziaja J. Barbacka M. Feldman-Olszewska A. and Jarzynka A. 2014. A palaeoenvironmental reconstruction based on palynological analyses of Upper Triassic and Lower Jurassic sediments from the Holy Cross Mountains region. *Acta Palaeobotanica*, 54(1): 35-65.
- Kustatscher E. Van Konijnenburg-van Cittert J. H. A. and Roghi G. 2010. Macrofloras and palynomorphs as possible proxies for palaeoclimatic and palaeoecological studies: A case study from the Pelsonian (Middle Triassic) of Kühwiesenkopf/Monte Prädella Vacca (Olang Dolomites, N-Italy). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 290 (1-4): 71-80.
- Li L. Wang Y. Liu Z. Zhou N. and Wang Y. 2016. Late Triassic palaeoclimate and palaeoecosystem variations inferred by palynological record in the northeastern Sichuan Basin, China. *Palaontologische Gesellschaft*, 90(2): 327-348
- Navidi Izad N. 2013. Palynostratigraphy of the Dalichai Formation at Diktash section, north east of Semnan. M.Sc. thesis. Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, 197p. In Persian.
- Oboh-Ikuenobe F. 1996. Correlating palynofacies assemblages With sequence Stratigraphy in upper Cretaceous (Campanian) sedimentary rocks of the Book Cliffs, east-central Utah. G.S.A., *Bull.*, 108: 1275-1294.
- Phipps, D. and Playford G. 1984. Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediments. Department of Geology, University of Queensland, *Papers*, 11(1): 1-23.
- Ruckwied K. Götz A.E. Pálffy J. and Török Á. 2008. Palynology of a terrestrial coal-bearing series across the Triassic/Jurassic boundary (Mecsek Mts, Hungary). *Central European Geology*, 51(1): 1-15.
- Saadati Jafarabadi Sh. Allameh M. Poursoltani M.R. and Sajjadi F. 2013. Paleocology and palynostratigraphy of the Dalichai Formation, according to miospores, in the Bar Village section, East of Binaloud Basin. *Paleontology*, 1 (1): 67-80. In Persian.
- Sabbaghiyan H. 2009. Palynostratigraphy of the Dalichai Formation at Kuh-e-Rahband, South of Mahdishahr, Central Alborz, Iran. M.Sc. thesis. Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, 120p. In Persian.
- Sajjadi F. Hashemi H. and Hashemi-Yazdi F. 2009. Palynomorphs-based palaeoenvironmental inferences for the Middle Jurassic deposits, north Semnan. 12th Symposium of Geological Society of Iran, Ahvaz. 58-62p.
- Sajjadi F. and Navidi Izad N. 2012. Palynofacies of the Dalichai Formation, northeastern Semnan. 31st National Geosciences Congress, Tehran, Iran.
- Sajjadi F. and Dermanaki Farahani S. 2016. Palynostratigraphy and paleoecology of Middle Jurassic strata, southeastern Maragheh, according to terrestrial palynomorphs. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 33(2): 41-64. In Persian.
- Sajjadi F. Dermanaki Farahani S. and Hashemi Yazdi 2018. Palynology of the Dalichai Formation in the Guldagh section, western Hashtrud, according to dinoflagellate. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 34(1): 91-108. In Persian.
- Shahsavani D. 2003. Palynostratigraphy, palynofacies and palaeoenvironment reconstruction of the Chaman Bid Formation at the Jajarm section. M.Sc. thesis. Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, 110p. In Persian.
- Shivanna M. and Singh H. 2016. Depositional environment and hydrocarbon potential of marginal marine sediments of Eocene from western India: A palynofacies perspective. *Marine and Petroleum Geology*, 73: 311-321.
- Targarona J. 1997. Climatic and Oceanographic evolution of the Mediterranean region over the last Glacial Interglacial transition. A palynological approach. LPP Contribution Series, 7: 155p.
- Traverse A. 2007. *Paleopalynology*. 2nd ed. Springer, Dordrecht, Netherlands: 813 p.
- Tyson R.V. 1993. Palynofacies analysis. In: *Applied Micropaleontology*, Jenkins D.G. (Ed.), Kluwer Academic Publishers. The

- Netherlands, Amsterdam, 153-191p.
- Tyson R.V. 1995. Sedimentary organic matter; organic facies and palynofacies. Chapman and Hall, London, 615 p.
- Van der Kaars W.A. 1991. Palynology of eastern Indonesian marine piston-cores: A Late Quaternary vegetational and climatic record for Australasia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 85: 239-302.
- Van der Zwan C.J. 1990. Palynostratigraphy and palynofacies reconstruction of the Upper Jurassic to lowermost Cretaceous of the Draugen Field, offshore Mid Norway. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 62: 157-186.
- Waveren I. and Visscher H. 1994. Analysis of the composition and selective preservation of organic matter in surficial deep-sea sediment from a high-productivity area (Banda Sea, Indonesia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 112: 85-111.
- Zagwijn W.H. and Hager H. 1987. Correlations of continental and marine Neogene deposits in the south-eastern Netherlands and the Lower Rhine District. *Mededelingen Werkgroep Tertiairen Kwartair Geologie*, 24: 59-78.
- Zonneveld K.A.F. Versteegh G.J.M. and Lange G.J. 1997. Preservation of organic-walled dinoflagellate cysts in different oxygen regimes: a 10000 years natural experiment. *Marine Micropaleontology*, 29: 393-405.

