



<https://jssr.ui.ac.ir/?lang=en>

Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches

E-ISSN: 2423-8007

Vol. 40, Issue 3, No. 96, Autumn 2024, pp 1-28

Received: 28.07.2024 Accepted: 10.09.2024

Research Paper

Palynostratigraphy of the Shemshak and Dalichai formations boundary, north of Semnan and its paleogeographic significance

Freshteh Sajjadi Hezaveh* 

Associate Professor, School of Geology, College of Science, University of Tehran, Iran
sajjadi39@ut.ac.ir

Firoozeh Hashemi Yazdi 

Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

f.hashemi@rifr-ac.ir

Mohaddeseh Maleki

M.Sc. in Stratigraphy and Palaeontology, School of Geology, College of Science, University of Tehran, Iran
mohaddeseh.maleki@ut.ac.ir

Abstract

The palynofloras of the Shemshak (upper part) and Dalichai (lower part) formations, Deh-Soufian, north of Semnan include 57 species of spores (34 genera), 25 species of pollen (13 genera), and 14 species of dinoflagellate cysts (8 genera). Based on the stratigraphic distribution of miospores, the *Klukisporites variegatus*-*Striatella* spp.-*Contignisporites burgeri* assemblage biozone (Middle Jurassic) is introduced. The co-occurrence in the palynofloras examined of *Contignisporites burgeri* and *Striatella seebergensis* allows for the Bajocian–Bathonian boundary to be located 75m below the boundary of Shemshak–Dalichai rock units. The presence in the strata below this chronostratigraphic horizon of *Mendicodinium scabratum* (Bajocian) supports this age assignment. The boundary of Shemshak and Dalichai (with basal sandstone) formations is discontinuous. While no significant change in the composition of miospores is discernible in palynofloras retrieved from the above rock units, the relative abundance of such terrestrial palynomorphs varies drastically. This might be attributed to side effects of the mid-Cimmerian Orogeny i.e., significant change in sedimentation rate resulting in change from the deltaic to marine depositional settings. It should be noted that 45 m below the boundary of the two rock units 24 miospore species exit whereas 11 different ones appear 20 m above that boundary. Notable correspondence of the Iranian Middle Jurassic palynofloras across the Alborz Ranges signifies to a rather significant coastal vegetation similarity of the time in the area. Whereas both Gondwanan and Eurasian miospore key species occur in the palynofloras examined those particularly endemic to the southern landmasses are missing from the palynofloras studied. Palynological evidence seemingly confirms the location of the Alborz Ranges on the northwestern margin of the Neotethys Ocean in the Middle Jurassic. The available paleontological data (ammonites and dinoflagellate cysts) apparently support this interpretation.

Keywords: Palynostratigraphy, Paleogeography, Middle Jurassic, Shemshak and Dalichai formations.

Introduction

Jurassic strata widely distributed and exposed in the Alborz Ranges (Majidifard 2008) consist of deposits of two large sedimentary-tectonic cycles (Aghanabati 1975). Those of the first Upper Triassic–Lower Jurassic sedimentary cycle are known as the Shemshak Formation (Assereto 1966; Fürsich et al. 2009) or the so-called Shemshak Group whereas strata of the second sedimentary megacycle (Middle–Upper Jurassic) in east-central Iran are known as the Magu Group.

Lithological variation, biological attributes, and depositional settings reflected by the Jurassic rocks in Iran

indicate that the geologic changes were closely related to the tectonic events (Majidifard 2003). Much of the Shemshak Formation sedimentation in the Alborz Ranges took place on coastal plains in fluvial, lacustrine, or deltaic settings, paralic swamps, lakes, meandering, as well as, braided rivers, and shallow–deep shelfal environments (e.g., Seyed-Emami 2003; Seyed-Emami et al. 2008). The Upper Triassic and the lowermost Jurassic rocks are very similar, so in most cases, the two-time intervals cannot be differentiated (Majidifard 2003; Seyed-Emami 2003; Seyed-Emami et al. 2008). Due to its vast thickness in many areas (up to 4000 m), some have

*Corresponding author

Sajjadi Hezaveh F, Hashemi Yazdi F, and Maleki M. (2024). Palynostratigraphy of the Shemshak and Dalichai formations boundary, north of Semnan and its paleogeographic significance. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 40(3):1-28. <https://doi.org/10.22108/jssr.2024.142277.1293>



2423-8007 / © 2024 University of Isfahan

This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



<https://doi.org/10.22108/jssr.2024.142277.1293>

elevated the unit to group rank (e.g., Aghanabati 1998; Seyed-Emami 2003; Fürsich et al. 2009a). Consequently, the unit has been subdivided into various members/formations, and different lithostratigraphic schemes have been proposed (Nabavi and Seyed-Emami 1977; Nabavi 1980; Repin 1987; Aghanabati 1998; Seyed-Emami et al. 2020). It contains diverse biota such as plant fossils (e.g., Sadeghi and Hashemi 2021), and ammonites (e.g., Seyed-Emami et al. 2020). However, due to the poor preservation of palynomorphs, the Shemshak Formation has remained almost unstudied palynologically.

The Magu Group, the second sedimentary megacycle consists primarily of fossiliferous marls and limestones indicating basin and platform depositional setting (Lasemi 1995). These accumulated from the end of the Mid-Cimmerian tectonic phase (Middle Jurassic) till the Late Jurassic and, in some places, continued during the Neocomian (Seyed-Emami 1975; Keshani 1988; Seyed-Emami and Alavi-Naini 1990; Majidifard 2003, 2008; Fürsich et al. 2009).

The Dalichai Formation (Steiger 1966), the oldest rock unit of the Magu Group (Aghanabati 1998) comprises shale, light-grey to bluish-grey limestones with thin intercalations of marls (Majidifard 2003, 2008). It contains diverse biota such as ammonites, spores and pollen grains, dinoflagellates cysts, belemnites, bivalves, brachiopods, echinoids, sponges, bryozoans, and foraminifera (Stöcklin 1972; Alavi-Naini 1972; Sussli 1976; Nabavi and Seyed-Emami 1977; Alavi-Naini et al. 1982; Seyed-Emami et al. 1985, 1989, 1995, 1996; Wheeler and Sarjeant 1990; Schairer et al. 1991; Shahrabi 1994; Makvandi 2000; Tutunchi 2001; Ghasemi-Nejad and Khaki 2002; Shafeizad et al. 2002; Farisi Kermani 2003; Shafeizad and Seyed-Emami 2005; Alvani 2006; Shams 2007; Niknahad 2007; Ghasemi-Nejad et al. 2008, 2012; Hashemi Yazdi 2008, 2015; Majidifard 2008; Seyed-Emami et al. 2008; Sabbaghiyan 2009; Sajjadi et al. 2009; Vaziri et al. 2008, 2011; Dehbozorgi 2013; Dehbozorgi et al. 2013; Mafi et al. 2013; Navidi Izad 2013; Dietze et al. 2014; Skupien et al. 2015). Study of ammonites indicates a late Bajocian to Oxfordian age for the Dalichai Formation (Lorenz 1964, Sussli 1976; Nabavi and Seyed-Emami 1977; Seyed-Emami et al. 1985, 1995, 2013; Schairer et al. 1991; Majidifard 2003, Seyed-Emami and Schairer 2010, 2011a, b). According to paleontological and lithological evidence the Dalichai Formation was deposited in a marine environment (Lorenz 1964, Steiger 1966, Wheeler and Sarjeant 1990, Zarei 2017). Furthermore, ammonite data shows close relationships to those from epicontinental seas fringing the northern margin of the western Tethys and an intermediate position between the Subboreal and Submediterranean provinces (Seyed-Emami et al. 2013, 2018; Dietze et al. 2014; Seyed-Emami and Raoufan 2017).

The aim of this study is to document the palynological content of the Shemshak and Dalichai formations boundary at Deh-Soufian, north of Semnan, to assess its stratigraphic and palaeogeographical significance and compare it to other Middle Jurassic records of Eurasia and Gondwana.

Material & Methods

Twenty-one samples were collected from shale intervals at the Deh-Soufian stratigraphic section (N 35° 47' 44" and E 53° 40' 03"); nine samples from the uppermost of the Shemshak Formation and twelve samples base of the Dalichai Formation. Standard palynological procedures (e.g., Phipps and Playford 1984, Wood 1996) applied for extraction and concentration of the palynomorphs. Samples were first disaggregated into pea-sized pieces (1–2 mm in diameter) and treated with 30% HCl to eliminate carbonates. The

residue was then washed to neutrality and the remaining inorganic matter dissolved in HF (ca. 40%); fluoride precipitants formed were subsequently removed using hot 30% HCl followed by washing to neutrality. The organic residue was sieved via 20 µm mesh. Heavy minerals and other remaining inorganic particles were then removed by the use of a heavy-liquid solution (ZnCl₂) at appropriate specific gravity. The remaining residue was then sieved through 20 µm nylon sieve prior to mounting on permanent slides. At least three permanent strew slides per sample were prepared using Entellan as the mounting medium.

Discussion of Results & Conclusions

The palynofloras examined comprise 57 spore species (assigned to 34 genera), 25 pollen species (attributed to 13 genera), and 14 species of dinoflagellate cysts (allocated to eight genera). The vertical ranges of certain miospore species with known stratigraphic significance and/or persistence throughout the section investigated authorize the introduction of one informal local biozone as *Klukisporites variegatus*-*Striatella* spp.-*Contignisporites burgeri* assemblage biozone. The presence of multiple *Striatella* species, as well as, *Contignisporites burgeri* and *Klukisporites variegatus* collectively indicate a Middle Jurassic (Bajocian–Bathonian) age. The co-occurrence in the palynofloras examined of *Contignisporites burgeri* and *Striatella seebergensis* allows for the Bajocian–Bathonian boundary to be located 75 m below the boundary of Shemshak and Dalichai rock units. The presence in the strata below this chronostratigraphic horizon of *Mendicodinium scabratum* (Bajocian) supports this age assignment.

The lithology of the Shemshak Formation includes sandstone and shale alternations, and the Dalichai Formation includes basal sandstone followed by limestone and shale alternations. The boundary between the two mentioned formations is discontinuous due to the presence of a sandstone layer at the base of the Dalichai Formation.

No significant change in the diversity of miospore species is observed in the border of the mentioned rock units, but their relative abundance in this horizon is associated with a significant decrease. This might be considered a side effect of the mid-Cimmerian Orogeny, i.e., a significant change in sedimentation rate resulting difference in the sedimentation environment from the deltaic (Shemshak Formation) to the marine environment (Dalichai Formation).


It should be noted that 24 miospore species disappear 45 meters below the border of the Shemshak and Dalichai formations, and 11 different miospore species appear 20 meters above this border. The comparative palynofloras found in the Iranian Middle Jurassic rocks of the Alborz Ranges recommend that there were likely comparative types of coastal plants in that area during that time. The key miospore species from both Gondwana and Eurasia are found in the examined samples, but the species that are unique to the southern landmasses (e.g. *Aequitriradites norrisii*, *Anapiculatisporites dawsonensis*, *A. pristidentatus*, and ...) are not present in the samples studied. The investigated palynomorphs indicate that throughout the Middle Jurassic, the Alborz Ranges were located alongside the northwestern edge of the Neotethys Ocean. The ammonites and dinoflagellate cysts apparently support this elucidation.




مقاله پژوهشی

پالینوستراتیگرافی مرز سازندهای شمشک و دلیچای، شمال سمنان و اهمیت آن در

بازسازی جغرافیای دیرینه

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

sajjadi39@ut.ac.ir

فیروزه هاشمی یزدی ، استادیار، پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، تهران، ایران.

f.hashemi@rifr-ac.ir

محدثه ملکی، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

mohaddeseh.maleki@ut.ac.ir

چکیده

پالینوفلورای سازندهای شمشک (قسمت بالایی) و دلیچای (قسمت زیرین) در برش چینه‌شناسی ده‌صوفیان، شمال سمنان، شامل ۵۷ گونه اسپور (۳۴ جنس)، ۲۵ گونه پولن (۱۳ جنس) و ۱۴ گونه سیست داینوفلاژله‌ها (۸ جنس) است. براساس گسترش چینه‌شناسی میوسپورها، *Klukisporites variegatus-Striatella spp.- Contignisporites burgeri assemblage biozone* معرفی شده است. طبقات مذکور با توجه به وجود *Klukisporites variegatus* به ژوراسیک میانی نسبت داده می‌شوند. براساس حضور هم‌زمان *Striatella seebergensis* و *Contignisporites burgeri* مرز باژوسین-باتونین ۷۵ متر پایین‌تر از مرز سازندهای شمشک و دلیچای در نظر گرفته می‌شود. این نتیجه‌گیری با وجود *Mendicodinium scabratum* (باژوسین)، در نهشته‌های زیرین مرز باژوسین-باتونین مطابقت دارد. مرز سازندهای شمشک و دلیچای (با قاعده ماسه‌سنگی) ناپیوسته است. اگرچه در گذر از مرز سازندهای مذکور، تغییر چشمگیری در ترکیب میوسپورها مشاهده نمی‌شود، فراوانی نسبی پالینومورف‌ها در این افق، کاهش چشمگیری را نشان می‌دهد و به عملکرد فاز سیمیرین میانی نسبت داده می‌شود. شایان ذکر است که ۴۵ متر پایین‌تر از این گذر، ۲۴ گونه میوسپور ناپدید و ۲۰ متر بالاتر از آن نیز، ۱۱ گونه میوسپور متفاوت ظاهر می‌شوند. شباهت پالینومورف‌های ژوراسیک میانی البرز، نشانگر یکنواختی ترکیب پوشش گیاهی این بازه زمانی در البرز است. اگرچه در پالینوفلورای مطالعه‌شده، میوسپورهای مربوط به اوراسیا و گندوانا همراه هم وجود دارند، انواع بومی مناطق جنوبی (گندوانا) در نهشته‌های مطالعه‌شده دیده نشده‌اند. شواهد پالینولوژی حاکی از آن است که در ژوراسیک میانی، منطقه البرز در حاشیه شمال غربی اقیانوس نئوتتیس قرار داشت. داده‌های مربوط به فونای آمونیتی و داینوفلاژله‌ها نیز، این نتیجه‌گیری را تأیید می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: پالینوستراتیگرافی، جغرافیای دیرینه، ژوراسیک میانی، سازندهای شمشک و دلیچای.

* نویسنده مسئول

سجادی، فرشته؛ هاشمی یزدی، فیروز؛ ملکی، محدثه. (۱۴۰۳). پالینوستراتیگرافی مرز سازندهای شمشک و دلیچای، شمال سمنان و اهمیت آن در بازسازی جغرافیای دیرینه. پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ۴۰(۳): ۱-۲۸. <https://doi.org/10.22108/jssr.2024.142277.1293>



مقدمه

از جنوب به شمال کاهش می‌یابد و به‌طور معمول تغییر ستبرای بین ۵۰ تا ۱۲۰ متر است (Aghanabati 1998, 2004, 2014). سازند دلیچای به‌صورت یک واحد چینه‌شناسی مشخص، بین سازند شمشک در زیر و آهک‌های ضخیم‌لایه چرت‌دار و صخره‌ساز سازند لار در بالا قرار دارد. وجود گرهک‌های لیمونیتی و ترک‌های گلی، از ویژگی‌های بخش پایینی سازند دلیچای در برش الگو است. اما در نواحی سمنان، فیروزکوه، زیرآب و برخی نواحی دیگر البرز، مرز مابین گروه شمشک و سازند دلیچای، با انباشته‌های سنگ‌ماسه‌ای سفیدرنگ و با ردیف‌های کوارتز کنگلومرا مشخص است. برخی از زمین‌شناسان، ماسه و کنگلومرای موجود در پایه سازند دلیچای را متعلق به گروه شمشک می‌دانند، ولی داده‌های منطقه‌ای نشانگر آن‌اند که این آواری‌ها، رسوبات پیش‌رونده و پایه دومین چرخه رسوبی ژوراسیک‌اند که پس از یک ایست رسوبی بر جای گذاشته شده‌اند. آقناباتی با توجه به شواهد ناپوستگی در بین این دو واحد سنگی در نقاط مختلف البرز (مانند جام، شمال قزوین، شمال جرات)، معتقد است که این نهشته‌های آواری متعلق به سازند دلیچای‌اند (Aghanabati 2014, p. 273).

در برش چینه‌شناسی مطالعه‌شده واقع در ده‌صوفیان، شمال سمنان، لیتولوژی سازند شمشک شامل تناوب ماسه‌سنگ و شیل است و سازند دلیچای شامل یک لایه ماسه‌سنگ در قاعده و در ادامه، تناوب آهک و شیل است. وجود لایه ماسه‌سنگی در قاعده سازند دلیچای، دلیل بر ناپوسته‌بودن مرز دو سازند مذکور است.

تاکنون مطالعات پالینولوژی متعددی بر سازندهای دلیچای و شمشک انجام شده است. (e.g. Wheeler and Sarjeant 1990; Khaki 2001; Sabbaghian 2009; Ghasemi-Nejad et al. 2012; Saadati Jafarabadi et al. 2013; Navidi Izad 2013; Dehbozorgi 2013; Mafi et al. 2013; Skupien et al. 2015; Sajjadi and Dermanaki Farahani 2017; Hashemi Yazdi et al. 2017, 2018; Sajjadi et al. 2018; Naderiyan et al. 2020; Zarei 2022).

هدف از این مطالعه، پالینوستراتیگرافی نهشته‌های قسمت بالایی سازند شمشک و توالی‌های قسمت پایینی سازند

در کوه‌های البرز، نهشته‌های مربوط به دوره ژوراسیک به دو چرخه رسوبی تقسیم شده‌اند که مرز آنها به رویداد زمین‌ساختی سیمیرین میانی نسبت داده شده است (Aghanabati 1975, 2014). رسوبات نخستین چرخه رسوبی (تریاس پسین-اوایل ژوراسیک میانی) شامل چند هزار متر شیل و ماسه‌سنگ و گاهی با میان‌لایه‌هایی از سنگ‌آهک فسفیل‌دار است که با عنوان سازند شمشک (یا «گروه شمشک») شناخته شده است (Aghanabati 2004; Majidifard 2004). شیل و ماسه‌سنگ‌های مذکور بیشتر حاوی ماکروفسیل‌های گیاهی‌اند و در محیط دلتایی و مردابی رسوب‌گذاری کرده‌اند و با توجه به وجود فسفیل‌های شاخص محیط دریایی (مانند آمونیت‌ها و مرجان‌ها) در میان‌لایه‌های آهکی آن، به‌طور متناوب تحت تأثیر پیشروی‌های کوتاه‌مدت دریا قرار داشته‌اند (Assereto 1966).

واحد سنگ چینه‌ای شمشک، در سرتاسر بلندی‌های البرز برونزد دارد. ستبرای گروه شمشک در جاهای مختلف متفاوت است. در برش الگو به بیش از ۱۰۰۰ متر می‌رسد. کمی به‌سمت باختر ستبرای آن تا ۲۲۰ متر کاهش می‌یابد و کمی به‌سمت خاور، ستبرای خود را بازمی‌یابد. به‌طرف شمال در دره هراز و دره نور، ستبرای آن افزایش چشمگیر دارد و تا ۳۰۰۰ متر می‌رسد (Aghanabati 2014).

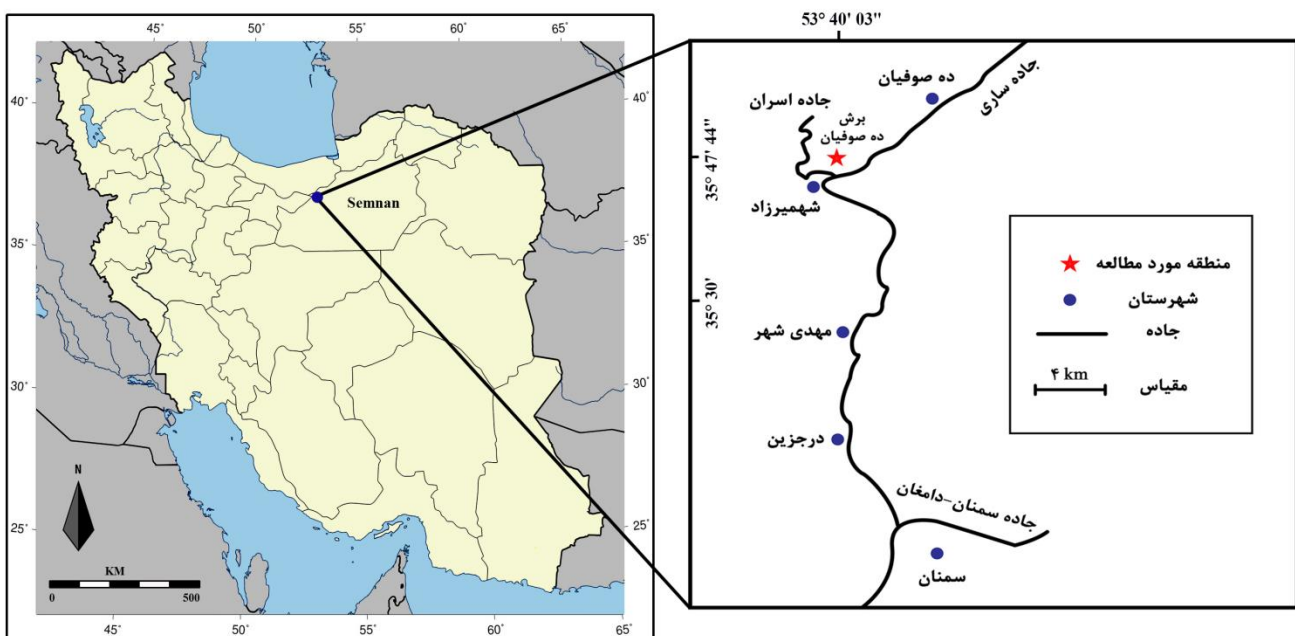
رسوبات دومین چرخه رسوبی دوره ژوراسیک در شمال ایران (ژوراسیک میانی-پسین) که با نام «گروه مگو» شناخته می‌شود، شامل نهشته‌های دریایی فسفیل‌دار است که با ناپوستگی فرسایشی، بر طبقات مربوط به اولین چرخه رسوبی ژوراسیک قرار دارند و از نظر لیتولوژی و محتوای فسیلی، تفاوت‌های چشمگیری را با لایه‌های زیرین خود نشان می‌دهند. سازند دلیچای (بازوسین پسین-کالوین) که قدیمی‌ترین واحد سنگی گروه مگو در شمال ایران به شمار می‌رود، از شیل، آهک‌های رسی و آهک‌های نازک‌لایه تشکیل شده است. ستبرای این سازند در برش الگو، ۱۰۷ متر است،

شمال سمنان، در دامنه جنوبی کوه‌های البرز است. مختصات جغرافیایی رخنمون نمونه برداری شده $35^{\circ} 47' 44''$ N و E $53^{\circ} 40' 03''$ است (شکل ۱). پس از طی مسافت حدوداً ۵ کیلومتر در جاده شه میرزاد به سمت ساری، خروجی روستای ده صوفیان قرار دارد. حدوداً ۷۵۰ متر پس از این خروجی در سمت جنوب، وارد جاده خاکی می شویم و پس از طی ۲ کیلومتر، به برش مطالعه شده می رسیم. انتهای جاده خاکی دقیقاً بر سازند دلیچای قرار دارد.

دلیچای در برش چینه شناسی ده صوفیان، براساس میوسپورها و مقایسه پالینوزون معرفی شده، با دیگر پالینوزون‌های ایران و باقی نقاط جهان است. همچنین به تغییرات تنوع و فراوانی میوسپورها در این مرز اشاره خواهد شد. در نهایت موقعیت جغرافیای دیرینه ایران در ژوراسیک میانی بررسی می شود.

موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی برش چینه شناسی ده صوفیان

برش چینه شناسی ده صوفیان واقع در شمال شرق شه میرزاد،



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی برش چینه شناسی ده صوفیان (browse.ir)

Fig 1- Geographical location and routes to the Deh-Sofian stratigraphic section

کلریدریک ۳۲٪ و اسید فلئوریدریک ۶۰٪ به نمونه‌ها افزوده و سپس خنثی سازی اسیدها انجام شد. پس از عبور نمونه از الک ۲۰ میکرون، نمونه با محلول کلرور روی $ZnCl_2$ (با وزن مخصوص ۱/۹ تا ۲) مخلوط و به مدت ۱۵ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد. لایه میانی که حاوی پالینومورف است، به کمک قطره چکان به یک لوله آزمایش منتقل و برای خنثی سازی کلرور روی، چندین بار عمل آبشویی انجام شد. در ادامه، نمونه روی الک ۲۰ میکرون ریخته و ذرات کوچک تر از ۲۰ میکرون، به کمک

روش پژوهش

در مجموع ۲۱ نمونه از افق‌های شیلی انتهای سازند شمشک (نه نمونه) و لایه‌های ابتدایی سازند دلیچای (۱۲ نمونه) در برش چینه شناسی ده صوفیان، برداشت شد (شکل ۲). برای جداسازی پالینومورف‌ها از رسوبات در بر گیرنده و تهیه اسلایدهای پالینولوژی، از روش متداول (Phipps and Playford 1984) استفاده شد. در این روش حدود ۱۰۰ گرم از هر نمونه شسته، خشک و پودر شد. در مرحله بعد به منظور انحلال ترکیبات کربناته، اکسیدهای آهن و ترکیبات سیلیکاته، اسید

میوسپورها مشاهده نشد. اما فراوانی نسبی پالینومورف‌ها در نهشته‌های قسمت فوقانی سازند شمشک، به‌طور درخور توجهی بیشتر از سازند دلیچای بود. این موضوع ناشی از تأثیر عملکرد فاز سیمیرین میانی است که سبب تفاوت در محیط رسوب‌گذاری از محیط دلتایی و مردابی (سازند شمشک) به محیط دریایی (سازند دلیچای) و در نتیجه تغییر در نرخ رسوب‌گذاری شده است. در مجموع ۲۴ گونه میوسپور در ۴۵ متر پایین‌تر از گذر سازندهای شمشک-دلیچای ناپدید شدند و در ۲۰ متر بالاتر از این گذر، ۱۱ گونه میوسپور متفاوت ظاهر می‌شوند.

میوسپورهای شناسایی شده در برش چینه‌شناسی مطالعه‌شده، به شرح زیرند (شکل ۳):

فرم‌های خاص سازند شمشک:

Callialasporites minus, *C. segmentatus*, *C. trilobatus*, *Chasmatosporites major*, *Contignisporites burgeri*, *Convruccosporites* sp., *C. pricei*, *Klukisporites* sp. cf. *K. variegatus*, *Limboisporites* sp. cf. *L. denmeadii*, *Matonisporites* spp., *Murospora* sp., *M. sp.* cf. *M. Florida*, *Podocarpidites* sp. cf. *P. astrictus*, *P. ellipticus*, *Quadraeculina anellaeformis*, *Staplinisporites caminus*, *Stereisporites psilatus*, *Striatella scanica*, *S. seebergensis*, *S. sp.* cf. *S. balmei*, *S. sp.* cf. *S. Scanica*, *S. sp.* cf. *S. seebergensis*, *Sulcosaccispora* sp. cf. *S. lata*, *Verrucosporites* spp.

فرم‌های خاص سازند دلیچای:

Annulispora folliculosa, *Araucariacites australis*, *Indusisporites* sp. cf. *I. parvisaccatus*, *Lycopodiadites* sp. cf. *L. rugulatus*, *Murospora florida*, *Podocarpidites* sp. cf. *P. ellipticus*, *Retitriletes rosewoodensis*, *Staplinisporites* sp. cf. *S. caminus*, *S. sp.* cf. *S. manifestus*, *Stereisporites antiquasporites*, *Verrucosporites varians*.

فرم‌های مشترک در سازندهای شمشک و دلیچای:

Alisporites australis, *A. grandis*, *A. lowoodensis*, *A. similis*, *Aratrisporites fischeri*, *Biretisporites* spp., *Calamospora tener*, *Callialasporites dampieri*, *Cerebropollenites macroverrucosus*, *Chasmatosporites apertus*, *Cibotiumspora jurienensis*, *Concavissimisporites punctatus*, *C. verrucosus*, *Cyathidites australis*, *Cycadopites follicularis*, *C. sp.* cf. *C. grandis*, *Deltoidospora hallii*, *Densoisporites velatus*, *Dictyophyllidites harrisii*, *D. mortonii*, *Dictyotosporites complex*, *Foveosporites pseudoalveolatus*, *Gleicheniidites senonicus*, *Inaperturopollenites* spp., *Klukisporites* spp., *K.*

آبفشان از الک عبور داده شد. پالینومورف‌ها، مواد آلی تجمع‌یافته روی الکاند که از آنها اسلاید تهیه شد. اسلایدهای تهیه‌شده، با میکروسکوپ نوری Leitz مدل (SM-LUX-POL) با لنزهای x40 و x100 مطالعه شدند. عکسبرداری از پالینومورف‌ها با استفاده از عدسی شیئی x100 و به کاربردن روغن ایمرسیون^۱، از طریق دوربین Galaxy S23 انجام شد. براساس پراکندگی چینه‌شناسی میوسپورها، الگوی پالینوستراتیگرافی پیشنهاد و سپس با دیگر پالینوزون‌ها در ایران و جهان در بازه زمانی مشابه مقایسه شد. در نهایت با استفاده از شباهت پالینومورف‌های مطالعه‌شده با فرم‌های گزارش شده از گندوانا و اوراسیا، موقعیت جغرافیایی ایران در ژوراسیک میانی تعیین شد.

پالینوستراتیگرافی مرز سازندهای شمشک-دلیچای در برش

چینه‌شناسی ده‌صوفیان

پالینوفلورای متنوعی از جمله میوسپورهای فراوان با حفظ‌شدگی متوسط، به‌همراه سیست داینوفلاژله‌ها (با حفظ‌شدگی ضعیف و با تعداد اندک)، اکریتارک‌ها و اسپور قارچ‌ها (پلیت‌های ۱-۳) در نهشته‌های مرز سازندهای شمشک-دلیچای در منطقه ده‌صوفیان، شمال سمنان وجود دارند. از مطالعه ۱۰۵ اسلاید پالینولوژی، حدود ۲۰۰۰ اسپور، ۲۵۰۰ پولن گیاهی و ۳۰۰ سیست داینوفلاژله عکسبرداری و شناسایی شدند که بررسی آنها به شناسایی ۵۷ گونه اسپور (۳۴ جنس)، ۲۵ گونه پولن (۱۳ جنس) و ۱۴ گونه سیست داینوفلاژله‌ها (۸ جنس) منجر شد.

غیر از گونه‌های مشترک در هر دو سازند، تعداد ۱۶ گونه اسپور (۱۰ جنس) و ۸ گونه پولن (۵ جنس)، در مجموع ۲۴ گونه، تنها در سازند شمشک مشاهده و ۸ گونه اسپور (۷ جنس) و ۳ گونه پولن (۳ جنس)، در مجموع ۱۱ گونه میوسپور فقط در سازند دلیچای شناسایی شد. در مرز دو سازند مطالعه‌شده، تغییر چشمگیری در ترکیب گونه‌های

¹ Immersion Oil

گونه‌های شاخص آغاز ژوراسیک میانی در ایران است (e.g. Arjang 1975; Ashraf 1977; Achilles et al. 1984; Schweitzer et al. 1987)، همچنین حضورنداشتن فرم‌های ژوراسیک پیشین مانند *Callialasporites turbatus* و *Corollina* spp. (e.g. Helby et al. 1987) سن ژوراسیک میانی را به برای این نهشته‌ها به اثبات می‌رساند. زمان حد بالایی این نهشته‌ها به‌علت حضورنداشتن *Retitriletes watheroensis*, *Trilobosporites*, *Pilososporites*, *Cicatricosporites* spp. and *Ruffordiaspora* spp. (کیمیریچین) به ژوراسیک پسین (کیمیریچین) نمی‌رسد (e.g. Helby et al. 1987; McKellar 1998; Batten and Koppelhus 1996). مرز باژوسین-باتونین با اولین ظهور هم‌زمان *Contignisporites burgeri* (Filatoff and Price 1988) و *Striatella seebergensis* (Filatoff and Price 1988; Batten and Koppelhus 1996) (در نمونه شماره SH7)، در درون سازند شمشک، در حدود ۷۵ متری زیر مرز سازندهای شمشک-دلیچای قرار دارد و در نتیجه نهشته‌های زیر آن، متعلق به باژوسین‌اند. حضور سیست داینوفلاژله *Mendicodinium scabratum* به سن توارسین-باژوسین (Soliman et al. 2012) که در ۲۵ متر ابتدای برش چینه‌شناسی (SH7-SH9) حضور دارد، تأیید دیگری بر زمان باژوسین است (شکل ۴). حضور هم‌زمان *Contignisporites burgeri* و گونه‌های مختلف *Striatella* بازه زمانی باژوسین-باتونین (Filatoff and Price 1988) را برای تمامی برش مطالعه‌شده تأیید می‌کند.

variegatus, *Kyrtomsporites laevigatus*, *Limbosporites* spp., *L. antiquus*, *L. denmeadii*, *L. sp. cf. L. antiquus*, *Lycopodiacidites rugulatus*, *Perotriletes* sp. cf. *P. whitfordensis*, *Platysaccus queenslandi*, *Podocarpidites astrictus*, *Punctatisporites microtumulosus*, *Quadraeculina* sp. cf. *Q. anellaeformis*, *Retitriletes polygonatus*, *Retitriletes* spp., *Ricciisporites tuberculatus*, *Rugulatisporites* sp. cf. *R. cicatricococcus*, *Sculptisporis moretonensis*, *S. sp. cf. S. moretonensis*, *Sellaspora asperata*, *Stereisporites* sp. cf. *S. Psilatus*, *Todisporites minor*, *Toripustulatisporites* spp., *Velosporites* sp. cf. *V. Rugulatus*.

تعداد و تنوع سیست داینوفلاژله‌ها کم و حفظ‌شدگی نمونه‌ها ضعیف است. با این حال ۱۴ گونه سیست داینوفلاژله‌ها (بیشتر به صورت sp. و cf.) مربوط به ۸ جنس شناسایی شد (پلیت ۳) که عبارت‌اند از:

Ctenidodinium cornigera, *C. sp. cf. C. combazii*, *C. continuum*, *Dichadogonyaulax sellwoodii*, *Ellipsodictyum* sp., *E. cinctum*, *Meiourogoniaulax planoseptata*, *M. sp. cf. M. caytonensis*, *M. sp. cf. M. valensii*, *Mendicodinium* spp., *M. scabratum*, *Scriniodinium* sp., *Tubotuberella dangeardii*, *Valensiella* spp.

به‌علت وجودنداشتن گونه‌های شاخص، نمی‌توان بایوزونی را براساس سیست داینوفلاژله‌ها تعیین کرد. تنها گونه شاخص *Mendicodinium scabratum* به سن توارسین-باژوسین (Soliman et al. 2012) است که در ۲۵ متر ابتدای سازند شمشک (SH7-SH9) حضور دارد (شکل ۴).

براساس پراکندگی میوسپورها، پالینوزون *Klukisporites variegatus*-*Striatella* spp.- *Contignisporites burgeri* assemblage zone معرفی شد (شکل ۳). حضور *Klukisporites variegatus* از ابتدای برش مطالعه‌شده، که از

Plate 1



Plate 1. (1, 2) *Cyathidites australis* Couper 1953; proximal foci (sample Nos. SH5, SH7). (3) *Dictyophyllidites harrisii* Couper 1958; proximal focus (sample No. SH6). (4, 5) *Dictyophyllidites mortonii* (de Jersey) Playford and Dettmann 1965; proximal foci (sample No. SH5). (6, 7) *Dictyosporites complex* Cookson and Dettmann 1958; proximal foci (sample Nos. SH6, SH7). (8, 9) *Klukisporites variegatus* Couper 1958; median foci (sample Nos. SH6, SH7). (10) *Contignisporites burgeri* Filatoff, McKellar and Price in Filatoff and Price 1988; distal focus (sample No. SH6). (11) *Striatella seebergensis* Mädlér 1964; median focus (sample No. SH7). (12) *Kyrtomisorites laevigatus* Mädlér 1964; proximal focus (sample No. SH7).

Plate 2

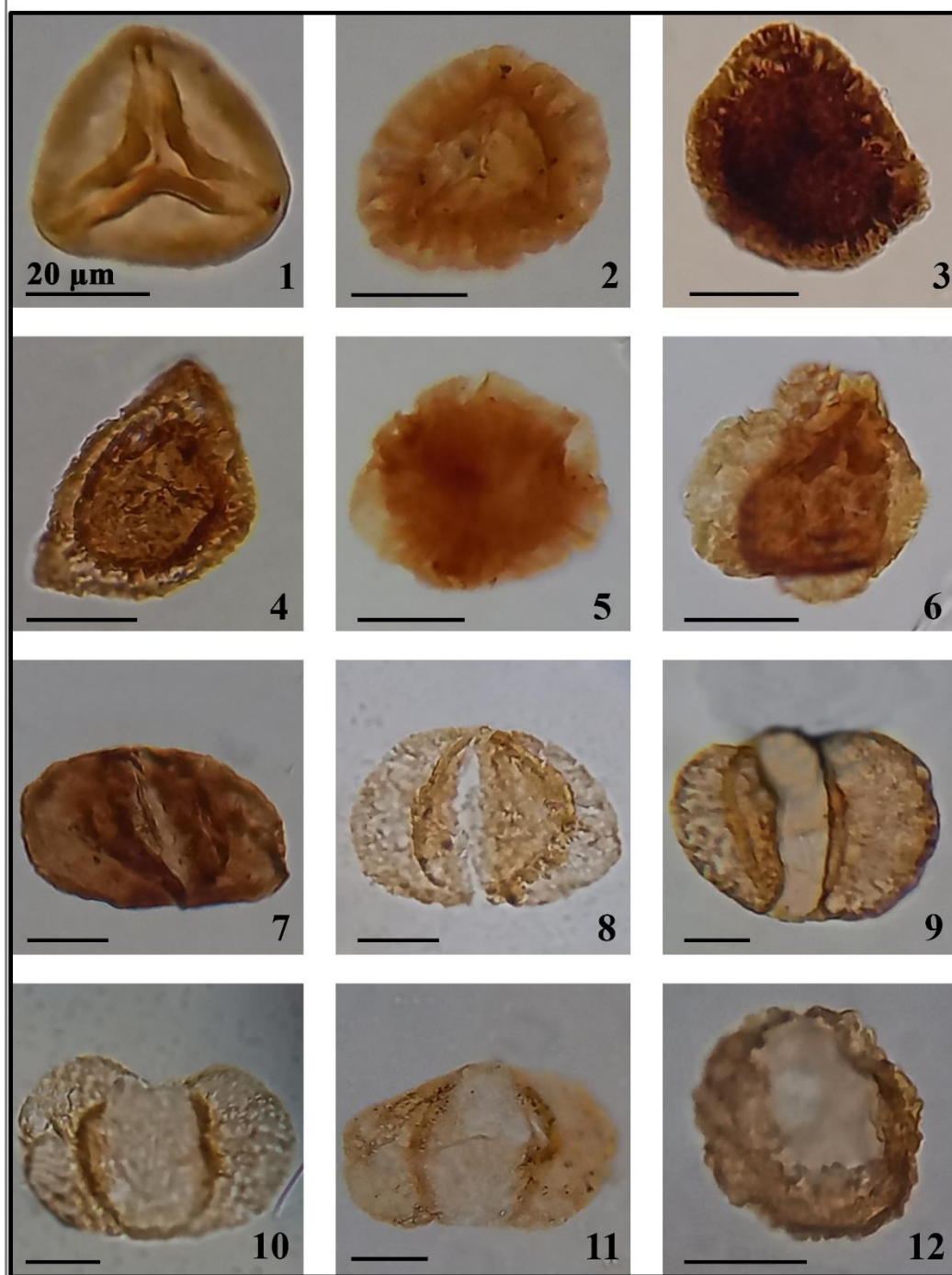


Plate 2. (1) *Kytomisporites laevigatus* Mädlér 1964; proximal focus (sample No. D1). (2) *Limbosporites antiquus* (de Jersey) de Jersey and Raine 1990; proximal focus (sample No. SH6). (3, 4) *Limbosporites denmeadii* (de Jersey) de Jersey and Raine 1990; median foci (sample Nos. SH7, SH9). (5) *Callialasporites dampieri* (Balme) Sukh Dev 1961; polar view (sample No. SH6). (6) *Callialasporites trilobatus* (Balme) Sukh Dev 1961; polar view (sample No. SH6). (7, 8) *Alisporites australis* de Jersey 1962; median foci (sample Nos. D2, D3). (9, 10) *Alisporites lowoodensis* de Jersey 1963; median foci (sample Nos. SH7, D2). (11) *Alisporites similis* (Balme) Dettmann 1963; median focus (sample No. SH7). (12) *Cerebropollenites macroverrucosus* (Thiergart) Schulz 1967; distal focus (sample No. SH7).

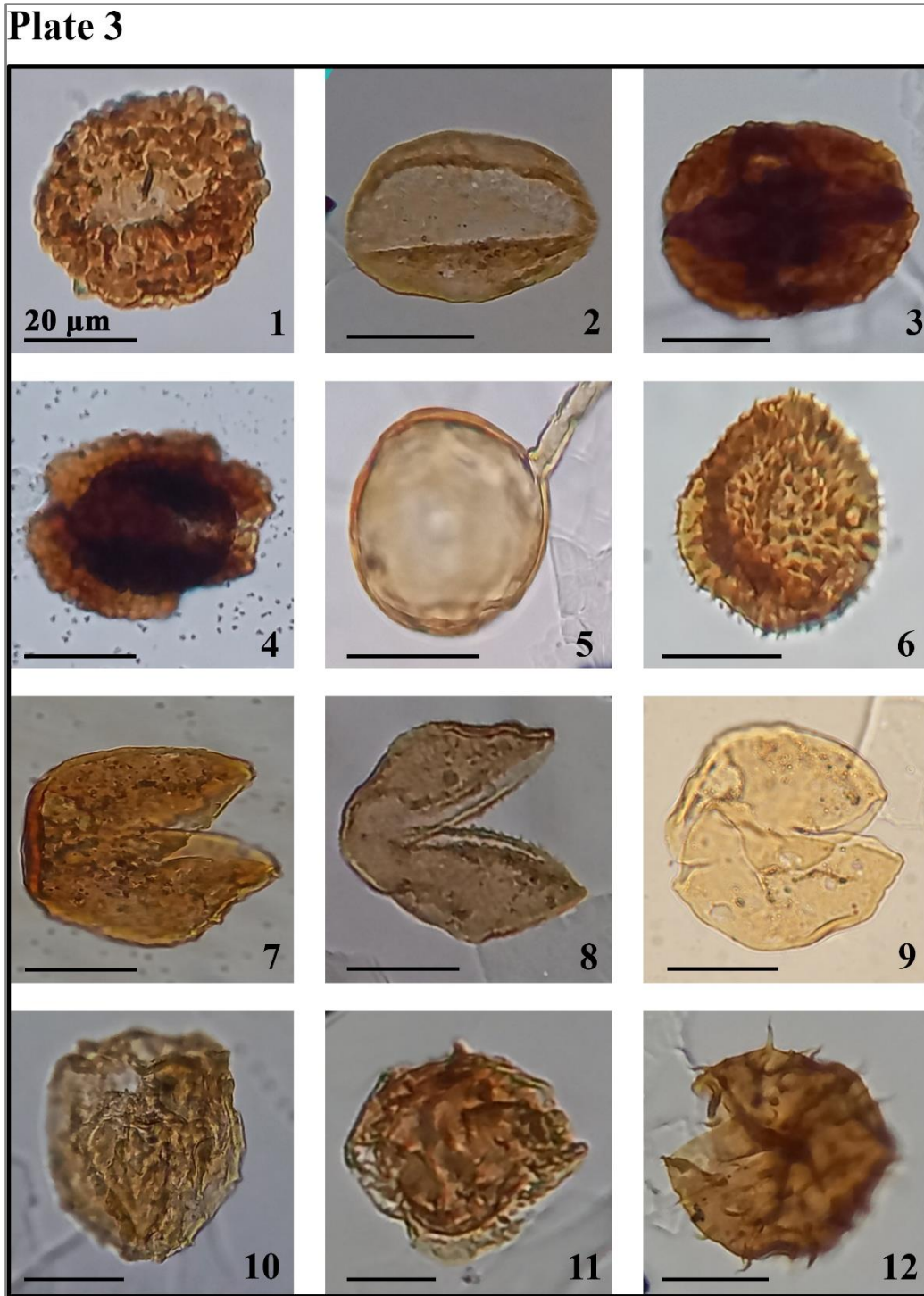
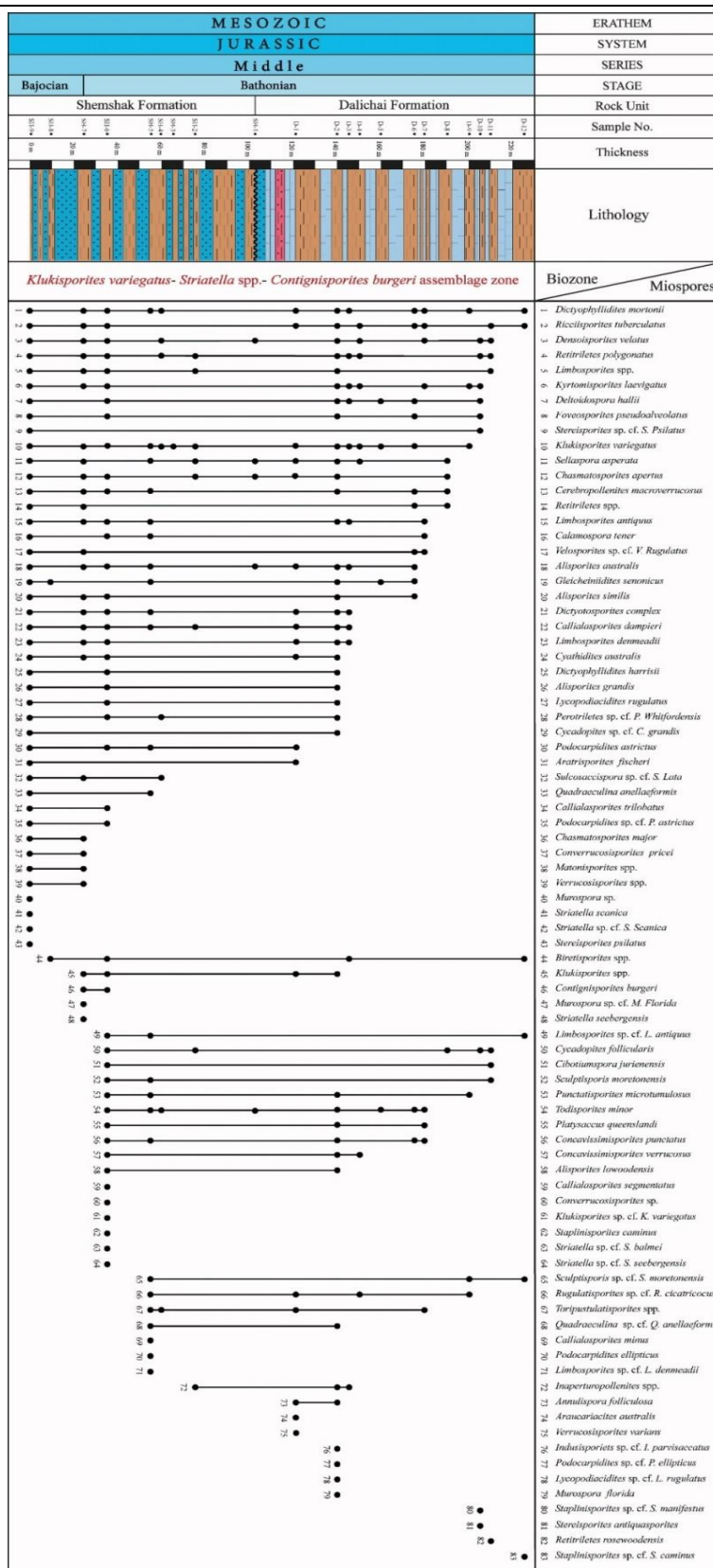


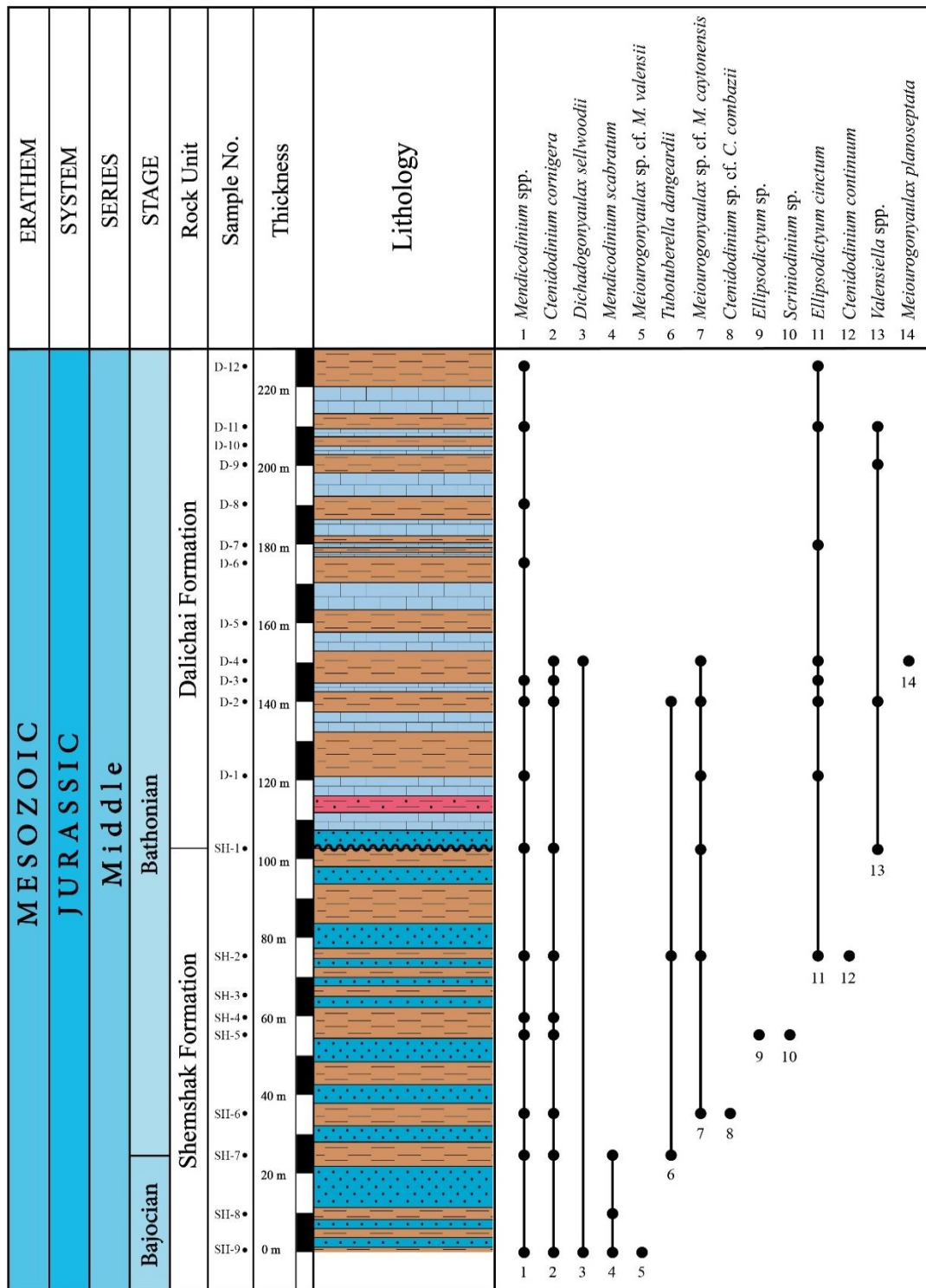
Plate 3. (1) *Cerebropollenites macroverrucosus* (Thiergart) Schulz 1967; distal focus (sample No. SH7). (2) *Chasmatosporites apertus* (Rogalska) Nilsson 1958; distal focus (sample No. SH6). (3, 4) *Ricciisporites tuberculatus* Lundblad 1954; median foci (sample Nos. SH6, D7). (5) Fungal spore (sample No. SH1). (6) *Michrystridium* sp. (sample No. D3). (7, 8) *Mendicodinium* spp.; (sample Nos. SH2, SH4). (9) *Mendicodinium scabratum* Riding and Helby 2001; (sample No. SH9). (10) *Meiourogonyaulax* sp. cf. *M. caytonensis* Sarjeant (Sarjeant) 1969; (sample No. SH6). (11) *Scriniodium* sp.; (sample No. SH5). (12) *Dichadogonyaulax sellwoodii* (Sarjeant) Stover and Evitt, 1978; (sample No. SH5).



شکل ۳- گسترش چینه‌شناسی میوسپورهای برش چینه‌شناسی ده‌صوفیان، در گذر سازندهای شمشک-دلیچای

Fig 3- Stratigraphic distribution of miospores, Deh-Sofian stratigraphic section; Shemshak-Dalichai formations boundary





شکل ۴- گسترش چینه‌شناسی سیست داینوفلاژله‌های برش چینه‌شناسی ده‌صوفیان، در گذر سازندهای شمشک-دلیچای

Fig 4- Stratigraphic distribution of dinoflagellate cysts, Deh-Sofian stratigraphic section; Shemshak-Dalichai formations boundary

حوضه‌های البرز، ایران مرکزی و کپه‌داغ انجام و پالینوزون‌های متعددی معرفی شده است (جدول ۱). به‌منظور تسهیل در مقایسه، میوسپورهای مشترک برش چینه‌شناسی

مقایسه پالینوستراتیگرافی برش چینه‌شناسی ده‌صوفیان با دیگر نقاط ایران

مطالعات پالینولوژی متعددی بر رسوبات ژوراسیک ایران در

Izad et al. (2015) پالینوزون *Contignisporites- Striatella* assemblage zone را همراه با زون فراوانی *Classopollis* abundant zone به سن باژوسین پسین-کالوین، برای سازند دلیچای، در برش چینه‌شناسی دیکتاش، شمال شرق سمنان، معرفی کردند. (Sajjadi and Dermanaki Farahani (2017) در سازند دلیچای، جنوب شرقی مراغه، زون رسمی *Klukisporites* Zone و ساب‌زون رسمی *Klukisporites variegatus* Subzone (باژوسین پسین-کالوین) را شناسایی کردند. (Arkani (2018) زون *Klukisporites* Zone و ساب‌زون *Klukisporites variegatus* Subzone را برای سازند دلیچای، در برش چینه‌شناسی بار، شمال نیشابور، معرفی کرد. (Hashemi Yazdi et al. (2018) در برش‌های چینه‌شناسی پل دختر، بلو (البرز مرکزی) و لوان (البرز شرقی)، پالینوزون رسمی *Klukisporites variegatus*, *Araucariacites australis*, *Cerebropollenites*, *macroverrucosus* Assemblage Zone را معرفی کردند. (Badihagh et al. (2019) در سازند هجدک، بلوک طبس، ایران مرکزی زون *K. variegatus acme zone* (باژوسین-باتونین؟) را معرفی کردند. (Bashiri (2019) سازند دلیچای، برش اندریه، شمال غرب فیروزکوه، پالینوزون *Gleichenioidites senonicus*, *Klukisporites variegatus*, *Araucariacites australis* assemblage zone را معرفی کرد. (Khazaei (2019) در سازند شمشک در برش چینه‌شناسی نمین، البرز غربی، پالینوزون *Klukisporites variegatus*, *Striatella* spp., *-Contignisporites burgeri* assemblage zone (باژوسین پسین-کالوین پیشین) را معرفی کرد. (Mohammad Khani and Zarei (2019) در سازند دلیچای، برش درجزین، شمال سمنان پالینوزون‌های *Klukisporites variegatus* Acme Zone و *Klukisporites variegatus* شناسایی کردند. (Sajjadi et al. (2022) در سازند دلیچای، برش چینه‌شناسی تپال، البرز شرقی و در یک سال بعد (Sajjadi et al. (2023) در برش چینه‌شناسی یونجه‌زار، شمال شرق تهران، البرز مرکزی، پالینوزون *Klukisporites variegatus-Araucariacites australis-Cerebropollenites* *macroverrucosus* Assemblage Zone را شناسایی کردند. (Zarei (2022) در برش چینه‌شناسی آهوانو (شمال دامغان)

ده‌صوفیان با دیگر نقاط ایران در جدول ۲ نمایش داده شده است.

(Kimyai (1968, 1974) از نهشته‌های ذغال‌دار ژوراسیک پیشین-میانی شمال غرب کرمان، پالینوفلورای نسبتاً متنوعی را گزارش کرد. (Arjang (1975) برای رسوبات ذغال‌دار کرمان، زون *Concavisporites (Dictyophyllidites) Zone* (رتین-لیاس) و *Klukisporites* Zone با ساب‌زون *Klukisporites variegatus* Subzone (ژوراسیک میانی) را معرفی کرد. از زون‌های متعدد معرفی شده به‌وسیله (Achilles et al. (1984) در رسوبات البرز شرقی، غربی و مرکزی در بازه زمانی نورین تا دوگر، تنها زون *Duplexisporites problematicus* (*Striatella seebergensis*) *Ischyosporites (Klukisporites) variegatus Leptolepidites argenteaeformis* Zone (ژوراسیک میانی)، با برش ده‌صوفیان مقایسه می‌شود. آنها با پیروی از (Arjang (1975) و (Ashraf (1977)، مرز بین ژوراسیک پیشین-میانی را ظهور *Ischyosporites Bhadradowaj* (*Klukisporites*) *variegatus* (Bhadradwaj and Kumar (1986) در کرمان، سه زون تجمعی A, B, C را به سن لیاس بالایی-دوگر پسین معرفی کردند. (Sajjadi et al. (2007) در سازند کشف رود، حوضه کپه‌داغ، سه زون تجمعی محلی A, B, C به سن باژوسین-باتونین را معرفی کردند. (Hakimi Tehrani (2008) در سازند شمشک در برش چینه‌شناسی خوش‌یلاق، البرز شرقی، سه زون تجمعی را معرفی کرد که دارای میوسپوره‌های مشترک در Assemblage C به سن ژوراسیک میانی با برش ده‌صوفیان است. (Reza (2008) در سازند شمشک، برش چینه‌شناسی شه‌میرزاد در البرز، سه پالینوزون تجمعی A, B, C (به سن رتین-دوگر) را معرفی کرد که با مطالعه حاضر، میوسپوره‌های مشترکی با Assemblage C دارد. (Saadati Jafarabadi et al. (2013) در سازند دلیچای، برش روستای بار، بخش خاوری حوضه بینالود، زون *Klukisporites* به سن ژوراسیک میانی را پیشنهاد دادند. (Dehbozorgi et al. (2013) پالینوزون *Klukisporites variegatus* Zone و ساب‌زون *Klukisporites* Subzone را در برش‌های چینه‌شناسی کنز و شرف، در سازند دلیچای به سن باژوسین پسین-کالوین معرفی کرد. (Navidi-

Superzone و دو بایوزون *Dictyosporites complex* و *Contignisporites* و *Oppel Zone* (Filatoff 1975-modified) و *cooksoniae* *Oppel Zone* (Filatoff 1975- modified) به صورت بخشی با برش ده صوفیان تطابق دادنی است. از میان هشت پالینوزونی که (McKellar (1998) برای ژوراسیک استرالیا، حوضه سورات^۲ معرفی کرد، تنها دو پالینوزون مربوط به ژوراسیک میانی، تا حدودی با برش چینه‌شناسی مطالعه شده، مطابقت دارد. میکروفلوراهای مشترک با پالینوزون، *Camarozonosporites ramosus* *Association Zone* (توآرسین-باژوسین-پسین) *Foveosporites* و *pseudoalveolatus*, *Klukisporites variegatus* spp. و *Callialasporites* است و فرم‌های مشترک با پالینوزون *Aequitriradites norrisii* *Association Zone* (باتونین) در جدول ۳ گزارش شده است. (Mantle and Riding (2012). پالینوستراتیگرافی چندین حوضه استرالیا را در ژوراسیک میانی (باژوسین-باتونین) مطالعه کردند. *Contignisporites* و *Striatella* از میوسپورهای شاخص مشترک با مطالعه حاضرند که در سرتاسر برش‌های مطالعه شده آنها حضور داشتند.

مصر

(Mahmoud and Moawad (2000) در صحرای غرب مصر، پالینوستراتیگرافی رسوبات ژوراسیک میانی-کرتاسه میانی را مطالعه کردند. (Ibrahim et al. (2001) در صحرای شرق مصر، شش پالینوزون معرفی کردند که تنها پالینوزون *Verrucosiporites* spp. – *Converrucosiporites* spp. – *Trilobosporites* spp. *Assemblage Zone* (باژوسین-کالوین) با برش چینه‌شناسی ده صوفیان مطابقت دارد. (Ibrahim (2010) در شمال غربی صحرای مصر، از پنج زون زیستی که معرفی کردند، تنها *Callialasporites trilobatus* – *Pareodinia ceratophora* *Assemblage Zone* (باژوسین – کالوین) با مطالعه حاضر انطباق داده می‌شود. (Zobaa et al. (2013) پالینومورف‌های رسوبات شمال غرب صحرای مصر را در محدوده زمانی ژوراسیک میانی-کرتاسه میانی مطالعه کردند. (Ied and Lashin (2016) در شمال شرقی مصر، در چاه کبریت-۱^۳، شش پالینوزون را با محدوده زمانی ژوراسیک تا کرتاسه مشخص کردند.

براساس حضور *Klukisporites variegatus* و فراوانی *Callialasporites dampieri* سن ژوراسیک میانی و براساس وجود داینوفلاژله‌ها و روزن بران بتیک و پلانکتونیک، سن باژوسین پسین تا کالوین بالایی؟ را برای سازند دلیچای تعیین کرد.

مقایسه پالینوزون‌های رسوبات ژوراسیک میانی ایران در حوضه‌های زمین‌ساخت ایران مرکزی، البرز و کپه‌داغ نشان داد پالینومورف‌های ده صوفیان با حوضه البرز، بیشترین همانندی را دارند که این امر نشان‌دهنده نوع پوشش گیاهی تقریباً یکسان در سرتاسر حوضه زمین‌ساخت البرز، در زمان رسوب‌گذاری سازندهای شمشک و دلیچای است.

مقایسه پالینوستراتیگرافی برش چینه‌شناسی ده صوفیان با دیگر نقاط جهان

مطالعات متعددی در سرتاسر دنیا بر پالینوستراتیگرافی رسوبات ژوراسیک میانی انجام شده است (جدول ۱). برخی از مطالعات در گندوانا (شامل استرالیا، مصر، هند و آرژانتین) و برخی در اوراسیا (شامل افغانستان، چین اروپا، و روسیه) انجام شده است. در اینجا، این مطالعات با برش چینه‌شناسی ده صوفیان مقایسه می‌شود. به‌منظور تسهیل در مقایسه، میوسپورهای مشترک برش چینه‌شناسی ده صوفیان با دیگر نقاط جهان، در جدول ۳ نمایش داده شده‌اند.

گندوانا

استرالیا

از پالینوزون‌های معرفی شده به‌وسیله (Balme (1957, 1964) در استرالیا، تنها پالینوزون *Dampieri-Assemblage* (ژوراسیک میانی-پسین) با میوسپورهای برش مطالعه شده مقایسه می‌شود. از مطالعات پالینوستراتیگرافی (Filatoff (1975) در غرب استرالیا، حوضه پرت^۱ تنها قسمتی از *Callialasporites dampieri* *Assemblage Zone*، ساب‌زون *Dictyophyllidites harrisii* با برش چینه‌شناسی ده صوفیان تطابق دادنی است. از مطالعات (Helby et al. (1987) در استرالیا، تنها سوپرزون *Callialasporites dampieri*

² Surat

³ - Kabrit -1 well

¹ Pert



جدول ۱- مقایسه پالینوستراتیگرافی پیشنهادی برای برش چینه‌شناسی ده‌صوفیان با ایران و جهان در ژوراسیک میانی

Table 1- Comparison of palynostratigraphical scheme proposed for Deh-Sofian stratigraphic section with Iran and the world in the Middle Jurassic

Middle Jurassic						Chronostratigraphy		
Aalenian	Bajocian	Bathonian	Callovian					
I	IIa(part)					1957	Balme	GONDWANA
<i>Exesipollenites</i> Assemblage	<i>Dampieri</i> -Assemblage (part)					1964		
<i>Exesipollenites tumulus</i> Assemblage Zone	<i>Callialasporites dampieri</i> Assemblage Zone (part)					Fiatroff 1975	Australia	
<i>Dictyophyllidites harrisi</i> Assemblage Subzone	<i>Dictyosporites complex</i> Oppel zone	<i>Klukisporites scaberis</i> Oppel zone	<i>Contignisporites cooksoniae</i> Oppel Zone	<i>Murospora florida</i> Microflora (part)				
<i>Camarozonosporites ramosus</i> Association Zone (part)	<i>Retitritilites circolumenus</i> Association Zone	<i>Aequitiradites norisii</i> Association Zone	<i>Contignisporites glebulentus</i> Interval Zone	Mckellar 1998		Mantle & Riding 2012		
<i>Dictyosporites complex-Contignisporites cooksoniae</i> zone								
<i>Classopollis/Circulina-Deltoidospora</i> spp. Assemblage Zone (part)	<i>Verrucosisporites</i> spp.- <i>Converrucosisporites</i> spp.- <i>Trilobosporites</i> spp. Assemblage Zone					Ibrahim et al. 2001	North Africa	
<i>Contignisporites cooksoniae</i> Assemblage Zone					Tripathi 2004	India		
Assemblage D		Assemblage E		Stefanowicz 2008		Europe		
palynocomplex I			Palynocomplex II				Rostovtseva 2011	
		Assemblage A	Assemblage B	Shevchuk et al. 2018				
<i>Ischyosporites variegatus-Duplexisporites problematicus</i> Zone						Ashraf 1977	Afghanistan	
<i>Ischyosporites variegatus-Duplexisporites problematicus</i> Zone						Ashraf et al 1999, 2010	China	
<i>Klukisporites</i> Zone						Arjang 1975	EURASIA	
<i>Klukisporites variegatus</i> Subzone								
<i>Duplexisporites problematicus-Ischyosporites variegatus-Leptolepidites argenteaeformis</i> Zone						Achilles et al. 1984		
Assemblage B <i>Cyathidites</i>			Assemblage C <i>Klukisporites</i>			Bharadwaj & Kumar 1986		
Assemblage A	Assemblage B	Assemblage C				Sajjadi et al. 2007		
<i>Klukisporites</i> Zone						Dehbozorgi 2014		
<i>Klukisporites variegatus</i> Subzone								
<i>Klukisporites</i> Zone			<i>Klukisporites variegatus</i> Subzone			Hashemi Yazdi et al. 2014		
<i>Klukisporites variegatus</i> Subzone								
<i>Klukisporites</i> Zone						Sajjadi & Dermanaki Farahani 2017		
<i>Klukisporites variegatus</i> Subzone								
<i>Klukisporites variegatus-Araucariacites australis-Cerebropollenites macroverrucosus</i> Assemblage Zone						Hashemi Yazdi et al. 2018		
<i>Klukisporites variegatus acme</i> zone						Badihagh et al. 2019		
<i>Klukisporites variegatus-Striatella</i> spp.- <i>Contignisporites burgeri</i> assemblage zone						this study		

هند

افغانستان معرفی شده بود (جدول ۱).

اروپا

از پالینوزون‌های معرفی شده به وسیله Lund and Pedersen (1985) در دانمارک، تنها زون C و ساب‌زون‌های C2 و C3 به سن باژوسین تا کالوین، با برش ده‌صوفیان تطابق‌دانی است. Koppelhus and Nielsen (1994) در دانمارک، پنج پالینوزون را معرفی کردند که تنها بایوزون *Callialasporites-Perinopollenites Zone* (آلن-باتونین) به صورت بخشی با برش ده‌صوفیان تطابق‌دانی است. (Stefanowicz 2008) در شمال غرب اسکاتلند، پنج پالینوزون (A-E) را معرفی کرد. پالینومورف‌های برش چینه‌شناسی ده‌صوفیان، تا حدودی با دو بایوزون D (باژوسین میانی-باتونین پیشین) و E (باتونین میانی) مطابقت دارد. (Ainsworth and Riley 2010)، پالینوستراتیگرافی رسوبات جنوب انگلستان را در محدوده زمانی تریاس-ژوراسیک میانی (باتونین) مطالعه کردند.

روسیه

Rostovtseva (2011) در شمال غرب مسکو، دو پالینوزون Palynocomplex I (باتونین) و Palynocomplex II (کالوین) را معرفی کرد. (Nikitenko et al. 2013) مطالعات پالینوستراتیگرافی رسوبات ژوراسیک را تا کرتاسه حوضه انبر^۴ در سبیری، براساس میوسپورها انجام دادند.

مقایسه پالینوستراتیگرافی ژوراسیک میانی در گندوانا و اوراسیا نشان داد که پالینوفلورا در این دو خشکی، به طور درخور توجهی شبیه به یکدیگر است. مقایسه پالینوستراتیگرافی برش ده‌صوفیان با پالینومورف‌های اوراسیا و گندوانا، علاوه بر تعیین سن نهشته‌ها (باژوسین-باتونین)، نشان داد این پالینومورف‌ها شباهت زیادی به فرم‌های گندوانا و اوراسیا دارند، اما برخی از پالینومورف‌ها که بومی نیمکره جنوبی (گندوانا) هستند، در برش چینه‌شناسی مطالعه شده یافت نشدند. بنابراین استنتاج می‌شود که پالینومورف‌های بررسی‌شده، شباهت بیشتری با قاره اوراسیا دارند (جدول ۳) که این امر به ارتباط البرز با حاشیه جنوبی اوراسیا (حاشیه شمال غربی اقیانوس ثتوتیس) در زمان رسوب‌گذاری سازندهای شمشک-دلیچای اشاره دارد.

از چندین پالینوزون شناسایی شده به وسیله Tripathi (2001) در حوضه راجم‌حال^۱ هند، تنها 5 - ASSEMBLAGE (آلن-باژوسین) با قسمتی از برش چینه‌شناسی مطالعه شده تطابق دارد. (Tripathi 2004) در هند، حوضه راجم‌حال، سه زون تجمعی را معرفی کرد. از میان پالینوزون‌ها تنها Assemblage-1 (ژوراسیک میانی) با برش چینه‌شناسی ده‌صوفیان مطابقت دارد. از مشخصات این زون، به فراوانی *Klukisporites* و اولین حضور *Contignisporites* اشاره می‌شود. به غیر از *Trilites*، بقیه میوسپورهای ذکر شده در برش چینه‌شناسی مطالعه شده حضور دارند. Vijaya and Sen (2005) در هند، حوضه غرب بنگال، دو پالینوزون معرفی کردند که تنها پالینوزون *Contignisporites cooksoniae* Assemblage (باژوسین پسین-باتونین) با برش چینه‌شناسی ده‌صوفیان انطباق‌دانی است.

آرژانتین

Volkheimer et al. (2008) در آرژانتین، در محدوده سنی باژوسین پسین-باتونین پیشین، میکروفلوراهای مشترک با برش چینه‌شناسی ده‌صوفیان را شناسایی کردند.

اوراسیا

افغانستان

Ashraf (1977) در نهشته‌های رتین-ژوراسیک شمال افغانستان پالینوزون *Ischyosporites (Klukisporites) variegatus Duplexisporites problematicus (Striatella seebergensis) Zone* را با سن ژوراسیک میانی معرفی کرد.

چین

Wang et al. (1998) در حوضه Xinjiang چین و Yin and Zhang (2002) در شمال غرب چین، سه پالینوزون را معرفی کردند. Jiang et al. (2008) در حوضه تاریم^۲ واقع در شمال غرب چین، پالینوستراتیگرافی رسوبات را بررسی کردند. (Ashraf et al. 1999, 2010)، پالینوزون مشابه آن چیزی را در نهشته‌های حوضه جانگار^۳ چین شناسایی کردند که در

¹ Rajmahal

² Tarim

³ Junggar Basin

⁴ Anabar



جدول ۲- میوسپورهای مشترک برش چینه‌شناسی ده‌صوفیان با دیگر نقاط ایران

Table 2- Comparison of the miospores in the Deh-Sofian stratigraphic section with other parts of Iran

Miospores of Deh-Sofian stratigraphic section	Iran																		
	central Alborz		eastern Alborz						western Alborz	Kopet Dag	central Iran		central, eastern and western Alborz	central and eastern Alborz					
	Bashiri 2019	Sajjadi et al. 2023	Kimyai 1968, 1974	Hakimi Tehrani 2008	Reza Zadeh 2008	Dehbozorgi et al. 2013	Navidi-Isad et al. 2015	Mohammad Khani and Zarei 2019	Sajjadi et al. 2022	Sajjadi and Dermanaki Farahani 2017	Khazae 2019	Sajjadi et al. 2007	Saadati Jafarabadi et al. 2013	Arkani 2018	Arjang 1975	Bhadradwaj and Kumar 1986	Badhagh et al. 2019	Achilles et al. 1984	Hashemi-Yazdi et al. 2018
Genus <i>Alisporites</i>			●																
<i>Alisporites australis</i>	●	●					●	●	●	●	●	●	●						●
<i>Alisporites grandis</i>	●	●					●	●		●	●	●						●	●
<i>Alisporites lowoodensis</i>	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●						●
<i>Alisporites similis</i>	●	●		●			●	●		●	●	●							●
<i>Aratrisporites fischeri</i>		●																	
Genus <i>Araucariacites</i>			●												●				
<i>Araucariacites australis</i>	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●			●
Genus <i>Biretisporites</i>							●	●		●	●								
<i>Calamospora tener</i>							●			●									
Genus <i>Callialasporites</i>			●																
<i>Callialasporites dampieri</i>	●	●		●			●	●	●	●	●	●	●				●		●
<i>Callialasporites minus</i>		●																	●
<i>Callialasporites segmentatus</i>		●					●		●	●	●	●							●
<i>Callialasporites trilobatus</i>							●	●		●	●								
Genus <i>Cerebropollenites</i>			●																
<i>Cerebropollenites macroverrucosus</i>	●	●			●		●	●	●	●	●	●	●						●
Genus <i>Chasmatosporites</i>					●														
<i>Chasmatosporites apertus</i>		●					●	●	●	●	●								●
<i>Chasmatosporites major</i>		●		●			●	●	●	●	●	●	●						●
<i>Cibotiumspora jurienensis</i>							●			●									
Genus <i>Concavissimisporites</i>															●				
<i>Concavissimisporites punctatus</i>	●	●				●	●	●	●	●	●	●	●			●			●
<i>Concavissimisporites verrucosus</i>	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●			●
<i>Contignisporites burgeri</i>	●						●	●		●	●	●	●						●
<i>Convruccosisporites pricei</i>		●										●							
Genus <i>Cyathidites</i>			●													●			
<i>Cyathidites australis</i>	●	●		●		●	●	●	●	●	●	●	●				●		●
Genus <i>Cycadopites</i>			●	●	●											●			
<i>Cycadopites follicularis</i>						●	●			●	●								●
<i>Cycadopites grandis</i>							●												
Genus <i>Deltoidospora</i>			●				●					●							
<i>Deltoidospora hallii</i>	●	●						●		●									●
Genus <i>Densoisporites</i>												●							
<i>Densoisporites velatus</i>		●					●	●	●	●									●

ادامهٔ جدول ۲- میوسپورهای مشترک برش چینه‌شناسی ده‌صوفیان با دیگر نقاط ایران

Table 2- Comparison of the miospores in the Deh-Sofian stratigraphic section with other parts of Iran (continued)

Miospores of Deh-Sofian stratigraphic section	Iran																		
	central Alborz		eastern Alborz						western Alborz	Kopet Dag		central Iran		central, eastern and western Alborz	central and eastern Alborz				
	Bashiri 2019	Sajjadi et al. 2023	Kinyai 1968, 1974	Hakimi Tehrani 2008	Reza Zadeh 2008	Dehbozorgi et al. 2013	Navidi-Izad et al. 2015	Mohammad Khani and Zarei 2019	Sajjadi et al. 2022	Sajjadi and Dermanaki Farahani 2017	Khazae 2019	Sajjadi et al. 2007	Saadati Jafarabadi et al. 2013	Arkani 2018	Arjang 1975	Bhadradwaj and Kumar 1986	Badilbagh et al. 2019	Achilles et al. 1984	Hashemi-Yazdi et al. 2018
Genus <i>Dictyophyllidites</i>			●												●				
<i>Dictyophyllidites harrisii</i>	●	●		●			●	●	●	●	●	●	●	●			●		●
<i>Dictyophyllidites mortonii</i>	●	●		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●					●
<i>Dictyosporites complex</i>		●							●										
<i>Foveosporites pseudoalveolatus</i>	●	●					●			●									
Genus <i>Gleicheniidites</i>																●			
<i>Gleicheniidites senonicus</i>	●	●		●		●	●	●	●	●	●	●	●	●					●
Genus <i>Klukisporites</i>			●		●										●	●			
<i>Klukisporites variegatus</i>		●				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●
<i>Kyrtomisorites laevigatus</i>	●	●					●			●									●
<i>Limbosporites antiquus</i>	●	●				●	●			●			●						●
<i>Limbosporites denmeadii</i>	●	●		●			●	●		●			●						●
Genus <i>Lycopodiacidites</i>															●				
<i>Lycopodiacidites rugulatus</i>	●	●					●		●	●		●	●						●
Genus <i>Matonisorites</i>										●									●
Genus <i>Murospora</i>										●									
<i>Murospora florida</i>							●				●								
<i>Platysaccus queenslandi</i>							●	●	●	●	●	●							●
Genus <i>Podocarpidites</i>			●					●		●									
<i>Podocarpidites astrictus</i>									●		●								
<i>Quadraeculina anellaeformis</i>							●												
Genus <i>Retitriletes</i>								●		●					●				
<i>Retitriletes polygonatus</i>									●										
<i>Retitriletes rosewoodensis</i>											●								
<i>Ricciisporites tuberculatus</i>		●					●	●											●
<i>Sellaspora asperata</i>									●		●								
Genus <i>Stereisporites</i>											●								
Genus <i>Striatella</i>				●				●											
<i>Striatella seebergensis</i>		●					●			●	●								●
<i>Striatella scanica</i>							●												
Genus <i>Sulcosaccispora</i>										●									
Genus <i>Todisporites</i>			●																
<i>Todisporites minor</i>	●	●		●		●	●	●	●	●	●	●	●						●
Genus <i>Velosporites</i>							●												
<i>Verrucosiporites varians</i>										●									

جدول ۳- میوسپورهای مشترک برش چینه‌شناسی ده‌صوفیان با دیگر نقاط جهان

Table 3- Comparison of the miospores in the Deh-Sofian stratigraphic section with those found in the world (continued)

Iran Miospores of Deh-Sofian stratigraphic section	Gondwana										Eurasia														
	Australia					Egypt					India		Argentina	Afghanistan	China			Europe			Russia				
	Balme 1957, 1964	Filatoff 1975	Helby et al. 1987	McKellar 1998	Mantle and Riding 2012	Mahmoud and Moawad 2000	Ibrahim et al. 2001	Ied and Ibrahim 2010	Zobaa et al. 2013	Ied and Lashin 2016	Tripathi 2001	Tripathi 2004	Vijaya and sen 2005	Volkheimer et al. 2008	Ashraf 1977	Wang et al. 1998	Yin and Zhang 2002	Jiang et al. 2008	Ashraf et al. 1999, 2010	Lund and Pedersen 1985	Koppelhus and Nielsen 1994	Stefanowicz 2008	Ainsworth and Riley 2010	Rostovtseva 2011	Nikitenko et al. 2013
Genus <i>Alisporites</i>					●					●			●											●	●
<i>Alisporites grandis</i>												●													
<i>Alisporites lowoodensis</i>																	●								
Genus <i>Araucariacites</i>					●					●			●									●			
<i>Araucariacites australis</i>	●					●	●	●	●	●		●			●	●			●	●					
Genus <i>Aratrisporites</i>																	●								
Genus <i>Biretisporites</i>	●													●											
Genus <i>Calamospora</i>						●																			
Genus <i>Callialasporites</i>				●	●		●			●	●		●								●	●			
<i>Callialasporites dampieri</i>		●	●			●	●										●	●							
<i>Callialasporites minus</i>						●											●								
<i>Callialasporites segmentatus</i>												●													
<i>Callialasporites trilobatus</i>												●													
Genus <i>Cerebropollenites</i>													●								●	●			
<i>Cerebropollenites macroverrucosus</i>																			●						
Genus <i>Chasmatosporites</i>																	●	●							
<i>Chasmatosporites apertus</i>																				●					
<i>Cibotiumspora jurienensis</i>						●																			
Genus <i>Concavissimisporites</i>				●							●								●						
<i>Concavissimisporites punctatus</i>						●				●						●									
<i>Concavissimisporites verrucosus</i>	●	●	●			●											●								
Genus <i>Contignisporites</i>	●	●		●	●						●						●								
<i>Contignisporites burgeri</i>		●	●																						
Genus <i>Converrucosisporites</i>			●			●																●			
Genus <i>Cyathidites</i>	●			●	●					●									●						
<i>Cyathidites australis</i>					●	●		●								●	●	●						●	●
Genus <i>Cycadopites</i>				●										●			●								

ادامهٔ جدول ۳- میوسپورهای مشترک برش چینه‌شناسی ده‌صوفیان با دیگر نقاط جهان

Table 3- Comparison of the miospores in the Deh-Sofian stratigraphic section with those found in the world

Iran Miospores of Deh-Sofian stratigraphic section	Gondwana												Eurasia												
	Australia						Egypt				India		Argentina	Afghanistan	China				Europe			Russia			
	Balme 1957, 1964	Filatoff 1975	Helby et al. 1987	Mckellar 1998	Mantle and Riding 2012	Mahmoud and Moawad 2000	Ibrahim et al. 2001	Ied and Ibrahim 2010	Zobaa et al. 2013	Ied and Lashin 2016	Tripathi 2001	Tripathi 2004	Vijaya and sen 2005	Volkheimer et al. 2008	Ashraf 1977	Wang et al. 1998	Yin and Zhang 2002	Jiang et al. 2008	Ashraf et al. 1999, 2010	Lund and Pedersen 1985	Koppelhus and Nielsen 1994	Stefanowicz 2008	Ainsworth and Riley 2010	Rostovtseva 2011	Nikitenko et al. 2013
<i>Genus Deltoidospora</i>							●								●	●				●			●		
<i>Deltoidospora hallii</i>						●		●																	●
<i>Genus Densoisporites</i>						●														●			●	●	
<i>Densoisporites velatus</i>				●																	●				
<i>Genus Dictyophyllidites</i>					●								●												
<i>Dictyophyllidites harrisii</i>		●				●	●	●	●			●			●		●								
<i>Dictyophyllidites mortonii</i>																●									
<i>Genus Dictyosporites</i>					●																				
<i>Dictyosporites complex</i>				●																					
<i>Foveosporites pseudoalveolatus</i>				●	●																●				
<i>Genus Gleicheiniidites</i>	●		●		●									●									●		
<i>Gleicheiniidites senonicus</i>		●					●	●	●			●			●						●		●	●	
<i>Genus Klukisporites</i>					●						●			●				●				●			
<i>Klukisporites variegatus</i>		●		●		●									●	●	●		●					●	
<i>Genus Lycopodiacidites</i>												●			●									●	
<i>Lycopodiacidites rugulatus</i>	●											●													
<i>Genus Matonisporites</i>		●				●																			
<i>Genus Podocarpidites</i>						●				●		●	●	●					●						
<i>Quadraeculina anellaeformis</i>																		●							
<i>Genus Retitriletes</i>	●				●																				
<i>Sellaspora asperata</i>				●								●													
<i>Genus Striatella</i>					●																			●	
<i>Genus Todisporites</i>														●											
<i>Todisporites minor</i>		●				●	●											●							
<i>Genus Verrucosisporites</i>														●											
<i>Verrucosisporites varians</i>						●																			

اهمیت میوسپورها در جغرافیای دیرینه

گندوانا در جنوب، در طول تریاس میانی به اوج خود رسید. در پرمین، خرد قارهٔ ایران از گندوانا جدا شد، به سمت شمال مهاجرت و سرانجام در دورهٔ تریاس با اوراسیا برخورد کرد

شکافتن و قطعه‌قطعه شدن پانگه‌آ، که در تریاس پیشین آغاز شد، با تجزیهٔ این ابرقاره به خشکی‌های اوراسیا در شمال و

undatus, *Perotriletes whitfordensis*, *Retitriletes circolumenus*, *R. facetus*, *R. huttonensis*, *R. neofacetus*, *R. nodosus*, *R. proxiradiatus*, *Sculptisporis moretonensis*, *Staplinisporites manifestus*, *Trilites volkheimeri*, *Trilobosporites antiquus*, *Trisaccites microsaccatus*, *Tuberculatosporites westbournensis*, *Uvaesporites verrucosus*.

با مقایسه پالینوفلوراهای گندوانا و اوراسیا، مشخص می‌شود که فرم‌های موجود در برش مطالعه‌شده، شباهت بیشتری به فرم‌های اوراسیا دارند. فونای آمونیتی ژوراسیک میانی نیز این نظریه را تأیید می‌کنند؛ زیرا این فونا در رشته‌کوه‌های البرز مرکزی، شباهت‌های بسیار نزدیکی را با فون دیگر نواحی رشته کوه‌های البرز، کپه‌داغ، شرق ایران مرکزی و همچنین با مناطق اروپایی و مناطق ساب‌مدیترانه نشان می‌دهند (Seyed-Emami et al. 2008). همچنین شباهت بین مجموعه داینوفلاژله‌های شمال ایران و مناطق شمال غربی اروپا و شمال غربی تیس در طول دوره ژوراسیک میانی، نشان‌دهنده ارتباط مستقیم دریا و تبادل فونا بین این دو ناحیه است (Ghasemi-Nejad et al. 2012).

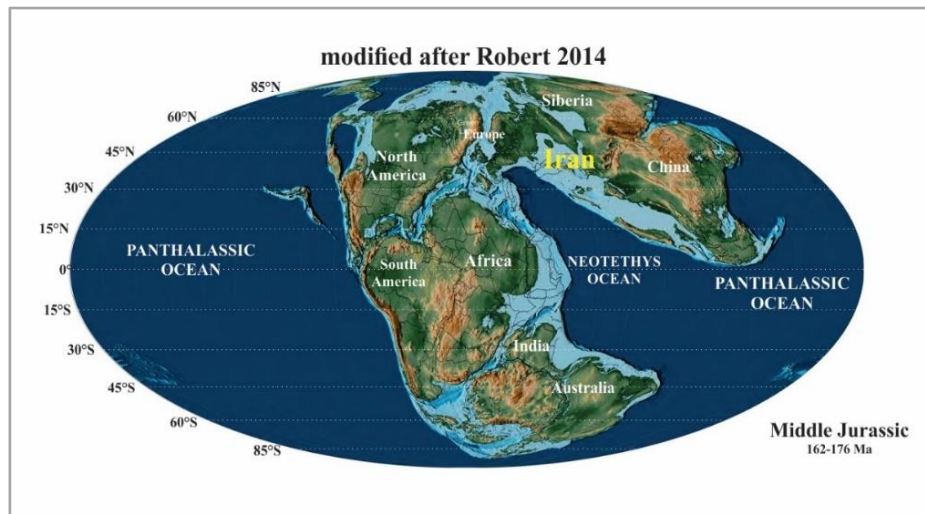
(Berberian and King 1981; Alavi et al. 1997; Stampfli and Borel 2002; Wilmsen et al. 2009a). این برخورد در تریاس پسین با اوراسیا (Corsin and Stampfli 1977; Stampfli et al. 2008; Moix et al. 1991; Muttoni et al. 2001)، باعث آغاز کوهزایی سیمیرین و گسترش حوضه‌های فورلند مناطق پیرامونی شد که واحدهایی مانند سازندهای شمشک و دلچای را در حاشیه جنوبی اوراسیا در خود جای داد (Fürsich et al. 2009).

صفحه ایران در دوره ژوراسیک، بخشی از قاره اوراسیا بود (Wilmsen et al. 2009b; Robert et al. 2014). مطالعات ترکیب و توزیع فسیل‌های گیاهی ژوراسیک در سرتاسر اوراسیا، دو ایالت اقلیم گیاهی دیرینه را نشان می‌دهد: سیرین در شمال و یورو-سینایین در جنوب اوراسیا (Vakhrameev 1987). نقشه‌های دیرینه جغرافیایی موجود (Thierry 2000; Robert et al. 2014) نشان می‌دهد در ژوراسیک میانی، شمال و مرکز پلیت ایران، در حاشیه شمال غربی اقیانوس نئوتیس (شکل ۵) در عرض‌های جغرافیایی ۲۰ درجه تا ۳۰ درجه شمالی واقع بوده است (Seyed-Emami et al. 2009b; Wilmsen et al. 2009b).

گسترش جهانی پالینوفلورای منتسب آراکاریاسه‌آ و سرخس‌ها در ژوراسیک میانی، ارتباط گسترده بین اوراسیا و گندوانا را تأیید می‌کند که همگی در اطراف اقیانوس تیس حضور داشتند (Mantle and Riding 2012). با وجود شباهت‌های کلی پالینوفلورای خشکی ژوراسیک میانی در گندوانا و اوراسیا، برخی از اشکال بومی نیمکره جنوبی (گندوانا) در برش چینه‌شناسی ده‌صوفیان یافت نشدند. این فرم‌ها عبارت‌اند از:

Aequitriradites norrisii, *Anapiculatisporites dawsonensis*, *A. pristidentatus*, *Annulispota densata*, *Antulsporites saevus*, *Apiculatisporis taroomensis*, *Camazonosporites ramosus*, *Coronatispora perforata*, *Convolutispota Prisca*, *Contignisporites cooksoniae*, *Dejerseysporites biannuliverrucatus*, *Microcachryidites antarcticus*, *Neoraistrickia densata*, *N. elongata*, *N. equalis*, *N. rugobacula*, *Nevesisporites*

¹ Araucariaceae-fern



شکل ۵- نقشه جغرافیای دیرینه در ژوراسیک میانی (با اندکی تغییرات نقل از Robert 2014)

Fig 5- Paleogeographic Maps of the Middle Jurassic (modified after Robert 2014)

نتیجه

وجود داشتن گونه‌های شاخص سیستم داینوفلاژله‌ها، نمی‌توان بایوزونی را براساس آنها ارائه کرد. لیتولوژی سازند شمشک شامل تناوبی از ماسه‌سنگ و شیل است و سازند دلیچای شامل ماسه‌سنگ در قاعده و در ادامه، تناوبی از آهک و شیل است. مرز بین دو سازند مذکور به واسطه وجود لایه ماسه‌سنگی در قاعده سازند دلیچای، ناپیوسته است. در گذر از مرز واحدهای سنگی مذکور، تغییر چشمگیری در تنوع گونه‌های میوسپورها مشاهده نشده است، اما فراوانی نسبی آنها در این افق با کاهش چشمگیری همراه است. این موضوع ناشی از تأثیر عملکرد فاز سیمیرین میانی است که سبب تفاوت در محیط رسوب‌گذاری از محیط دلتایی و مردابی (سازند شمشک) به محیط دریایی (سازند دلیچای) و در نتیجه تغییر در نرخ رسوب‌گذاری شده است. شایان ذکر است که در ۴۵ متری زیر مرز دو سازند شمشک و دلیچای، ۲۴ گونه میوسپور ناپدید و در ۲۰ متری بالای این مرز، ۱۱ گونه میوسپور متفاوت ظاهر می‌شوند.

مقایسه پالینوزون‌های رسوبات ژوراسیک میانی ایران (در حوضه‌های البرز، ایران مرکزی و کپه‌داغ) نشان داد که پالینومورف‌های ده‌صوفیان با حوضه البرز، بیشترین همانندی را دارند که این امر نشان‌دهنده نوع پوشش گیاهی تقریباً یکسان در سرتاسر اطراف حوضه زمین‌ساخت البرز در زمان

در پالینوفلورای نهشته‌های قسمت بالایی سازند شمشک و قسمت زیرین سازند دلیچای در برش چینه‌شناسی ده‌صوفیان، شمال سمنان، ۵۷ گونه اسپور (۳۴ جنس)، ۲۵ گونه پولن (۱۳ جنس) و ۱۴ گونه سیستم داینوفلاژله‌ها (۸ جنس) شناسایی شد. براساس پراکندگی میوسپورها، پالینوزون *Klukisporites variegatus-Striatella spp.- Contignisporites burgeri Klukisporites* assemblage zone معرفی شد. به علت حضور *variegatus* (گونه شاخص شروع ژوراسیک میانی در ایران)، نهشته‌های مطالعه‌شده، به این زمان نسبت داده شد. همچنین حضور داشتن فرم‌هایی مانند *Retitriletes watheroensis*, *Trilobosporites*, *Pilososporites*, *Cicatricosisporites spp.* and *Ruffordiaspora spp.* نشان می‌دهد سن حد بالایی نهشته‌های مطالعه‌شده به ژوراسیک پسین نمی‌رسد. مرز بازوسین-باتونین با ظهور هم‌زمان *Contignisporites burgeri* و *Striatella seebergensis* (در نمونه شماره SH7)، حدوداً در ۷۵ متری زیر مرز سازندهای شمشک-دلیچای قرار دارد و در نتیجه نهشته‌های پایین‌تر از آن، متعلق به بازوسین‌اند. حضور سیستم داینوفلاژله *Mendicodinium scabratum* در ۲۵ متر ابتدای سازند شمشک (در نمونه‌های SH7-SH9)، تأیید دیگری بر سن بازوسین برای نهشته‌های زیر مرز بازوسین-باتونین است. به علت حفظ‌شدگی ضعیف و

- Ashraf A.R. 1977. Die rätö-jurassischen Floren des Iran und Afghanistans. 3. Die Mikrofloren der rätischen bis unterkretazischen Ablagerungen Nord Afghanistans. *Palaeontographica Abteilung B*, 161 (1-4): 1-97.
- Ashraf A.R. Sun Y.W. Sun G. Uhl D. Mosbrugger V. Li J. and Herrmann M. 2010. Triassic and Jurassic palaeoclimate development in the Junggar Basin, Xinjiang, Northwest China: a review and additional lithological data. *Palaeobiodiversity Palaeoenvironments*, 90: 187-201.
- Ashraf A.R. Sun G. Wang X. Uhl D. Li C. and Mosbrugger V. 1999. The Triassic–Jurassic boundary in the Junggar Basin (NW-China) Preliminary palynostratigraphic results. *Acta Palaeobotanica Supplementary*, 2: 85–91.
- Assereto R. 1966. The Jurassic Shemshak Formation in Central Elburz (Iran). *Rivista Italiano Paleontologia Stratigraphia*, 72(4): 1133-1182.
- Badihagh M.T. Sajjadi F. Farmani T. and Uhl D. 2019. Middle Jurassic palaeoenvironment and palaeobiogeography of the Tabas Block, Central Iran: Palynological and Palaeobotanical Investigations, 99: 379-399
- Balme B.E. 1957. Spores and pollen grains from the Mesozoic of Western Australia. - Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Coal Research Section, T. C. 25: 48 pp.
- Balme B.E. 1964. The palynological record of Australian Pre-Tertiary floras. In: Cranwell L.M. (Ed.): *Ancient Pacific floras, the pollen story*. University of Hawaii Press, Honolulu: 49-80.
- Bashiri B. 2019. Palynology of the Dalichai Formation, Andariyeh stratigraphic section, northwestern Firuzkuh. M.Sc. Thesis, Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, Iran. [In Persian]
- Batten D.J. and Koppelhus E.B. 1996. Biostratigraphic significance of uppermost Triassic and Jurassic miospores in northwest Europe. Chapter 20, *Mesozoic-Tertiary spores and pollen*. In: Jansonius J. and McGregor D.C. (Eds.): *Palynology: principles and applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 2: 795-806.
- Berberian M. and King G.C.P. 1981. Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 18(2): 210-265.
- Bhadradwaj D.C. and Kumar P. 1986. Palynology of Jurassic sediments from Iran: 1, Kerman area. *Biological Memoirs*, 12(2): 146-172.
- Cookson I.C. and Dettmann M.E. 1958. Some trilete spores from upper Mesozoic deposits in the eastern Australian Region. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, 70(2): 95-128.
- رسوب‌گذاری سازندهای شمشک و دلیچای است. اگرچه پالینوفلورای خشکی ژوراسیک میانی در گندوانا و اوراسیا تا حدود زیادی شبیه به یکدیگر است، برخی از فرم‌ها بومی نیمکره جنوبی (گندوانا) هستند که در برش چینه‌شناسی ده‌صوفیان یافت نشدند. بنابراین از نظر جغرافیای دیرینه، منطقه مطالعه‌شده در ژوراسیک میانی، در حاشیه شمال غربی اقیانوس نئوتتیس (در حاشیه جنوبی اوراسیا) قرار داشته است. مطالعات فونای آمونیتی و داینوفلاژله‌ها نیز این نتیجه را تأیید می‌کند.

References

- Achilles H. Kaiser H. Schweitzer H.J. and Hushmand A. 1984. Die rätö-jurassischen Floren des Iran und Afghanistans. 7. Die Mikroflora der obertriadisch-jurassischen Ablagerungen des Alborz-Gebirges (nord-Iran). *Palaeontographica, Abteilung B* 194(1-4): 14-95
- Aghanabati S.A. 1975. Etude geologique de la region de Kalmard (W. Tabas). These Doctoral d'Etat, No. A.D. 11, 623p.
- Aghanabati S.A. 1998. Jurassic stratigraphy of Iran, part 2. Geological Survey of Iran, 746p. In Persian.
- Aghanabati S.A. 2004. The Geology of Iran. Geological Survey and Mineral Exploration of the Country, 606p. [In Persian].
- Aghanabati S.A. 2014. Stratigraphic lexicon of Iran. Jurassic (4). Geological Survey of Iran, 544p. [In Persian].
- Ainsworth N.R. and Riley L.A. 2010. Triassic to Middle Jurassic stratigraphy of the Kerr McGee 97/12-1 exploration well, offshore southern England. *Marine and Petroleum Geology*, 27: 853-894. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2009.12.014>
- Alavi M. Vaziri H. Seyed-Emami K. and Lasemi Y. 1997. The Triassic and associated rocks of the Nakhlak and Aghdarband areas in central and northeastern Iran as remnants of the southern Turanian active continental margin. *Geological Society of America Bulletin*, 109(12): 1563-1575.
- Arjang B. 1975. Mikroflora der rätö-jurassischen Ablagerungen des Kermaner Beckens (Zentral-Iran). *Palaeontographica Abteilung B*, 152: 85-148.
- Arkani A. 2018. Palynostratigraphy and paleoecology of the Dalichai Formation in Bar village (north of Neishabor) in order to prepare Triassic and Jurassic paleoecological map of Alborz and Koppeh Dagh. M.Sc. Thesis, Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, Iran. [In Persian]

- <https://doi.org/10.1016/j.jseas.2011.08.006>
- Hakimi Tehrani. Z. 2008. Palynoflora of the Shemshak Formation in Khosh Yilagh stratigraphic section of northeastern Iran, M.Sc. Thesis, Faculty of Geology, University of Tehran, Iran, 244 p. [In Persian].
- Hashemi Yazdi F. Dehbozorgi A. Sajjadi F. and Hashemi H. 2017. Paleoenvironmental implications for the Dalichai Formation in two stratigraphic sections, Sharaf and Tapal (central and eastern Alborz Mountains) based on Sporomorph EcoGroups. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 33(3): 1-14. <https://doi.org/10.22108/jssr.2017.104681.1017>. [In Persian].
- Hashemi Yazdi F. Sajjadi F. and Hashemi H. 2018. Palynostratigraphy of the Middle Jurassic strata of central and eastern Alborz. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 34(3): 21-36. <https://doi.org/10.22108/jssr.2018.109218.1039>. [In Persian].
- Helby R. Morgan R. and Partridge A.D. 1987. A palynological zonation of the Australian Mesozoic. In: Jell P.A. (Ed): *Studies in Australian Mesozoic palynology*. Association of Australasian Palaeontologists Memoir, 4: 1-94.
- Ibrahim M.I.A. Aboul Ela N.M. and Kholeif S.E. 2001. Palynostratigraphy of Jurassic to Lower Cretaceous sequences from the Eestern Desert of Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 32(2): 269-297. [https://doi.org/10.1016/S0899-5362\(01\)90007-7](https://doi.org/10.1016/S0899-5362(01)90007-7)
- Ied I.M. and G.M.A. Lashin. 2016. Palynostratigraphy and paleobiogeography of the Jurassic- Lower Cretaceous succession in Kabrit-1 well, northeastern Egypt. *Cretaceous Research*, 58: 69-85. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2015.09.011>
- Ied I.M. and N.A. Ibrahim. 2010. Jurassic e early cretaceous palynomorphs in Almaz -1 well, north Western Desert, Egypt. *Bulletin of Faculty of science, Zagazig, University of Zagazig, Egypt*, 32: 115-133.
- Jiang D.X. Wang Y.D. Robbins E.I. Wei J. and Tian N. 2008. Mesozoic non-marine petroleum source rocks determined by palynomorphs in the Tarim Basin, Xinjiang, northwestern China. *Geological Magazine*, 145 (6): 868-885. <https://doi.org/10.1017/S0016756808005384>
- Khaki V. 2001. Palynostratigraphy of the Upper Jurassic sediments at Kuh-e- Sefid area, Soltanieh Mountains South- East Zanzan. M.Sc. Thesis, Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, Iran. [In Persian].
- Khazae A. 2019. Palynostratigraphy of Shemshak Formation in Western Namin Alborz stratigraphic section, M.Sc. Thesis, Faculty of Science, University of Tehran, Iran. [In Persian].
- Kimyai A. 1968. Jurassic plant microfossils from the Kerman region. *Bulletin of the Iranian Petroleum*
- Corsin P. and Stampfli G. 1977. La Formation de Shemshak dans L'elburz Oriental (Iran) Flore-Stratigraphie-Paléogéographie. *Geobios*, 10(4): 509-571. [https://doi.org/10.1016/S0016-6995\(77\)80037-5](https://doi.org/10.1016/S0016-6995(77)80037-5)
- Couper R.A. 1953. Upper Mesozoic and Cainozoic spores and pollen grains from New Zealand. *New Zealand Geological Survey, Palaeontological Bulletin*, 22: 77 p.
- Couper R.A. 1958. British Mesozoic microspores and pollen grains, systematic and stratigraphic study. *Palaeontographica, Abteilung B*, 103 (4-6): 75-179.
- de Jersey N.J. 1962. Triassic spores and pollen grains from the Ipswich Coalfield. *Geological Survey of Queensland, Publication*, 307: 18 p.
- de Jersey N.J. 1963. Jurassic spores and pollen grains from the Marburg Sandstone. *Geological Survey of Queensland, Publication*, 313: 15 p.
- de Jersey N.J. and Raine J.I. 1990. Triassic and earliest Jurassic miospores from the Murihiku Supergroup, New Zealand. *New Zealand Geological Survey, Palaeontological Bulletin*, 62: 164 p.
- Dehbozorgi A. 2013. Palynology and paleoecology of the Middle Jurassic (Dalichai and Baghamshah formations) east of Semnan (Jam area), Ph.D. Thesis, Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, Iran, 320p. [In Persian]
- Dehbozorgi A. Sajjadi F. and Hashemi H. 2013. Middle Jurassic palynomorphs of the Dalichai Formation, central Alborz Ranges, northeastern Iran. *Paleoecological inferences, Science China Earth Sciences*, 56, 12: 2107-2115. <https://doi.org/10.1007/s11430-013-4697-z>
- Dettmann M.E. 1963. Upper Mesozoic microfloras from southbeastern Australia. *Proceeding of the Royal Society Victoria*, 77(1): 1-148.
- Filatoff J. 1975. Jurassic palynology of the Perth Basin, Western Australia. *Palaeontographica Abteilung B*, 154(1-4): 1-113.
- Filatoff J. and Price P.L. 1988. A pteridacean spore lineage in the Australian Mesozoic. In: Jell P.A. and Playford G. (Eds.), *Palynological and palaeobotanical studies in honour of Basil E. Balme*. *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists*, 5: 89-124.
- Fürsich F.T. Wilmsen M. Seyed-Emami K. and Majidifard M.R. 2009. The Mid-Cimmerian tectonic event (Bajocian) in the Alborz Mountains, Northern Iran: evidence of the break-up unconformity of the South Caspian Basin. *Geological Society, London, Special Publications*, 312(1): 189-203. <https://doi.org/10.1144/SP312.9>
- Ghasemi-Nejad E. Sabbaghiyan H. and Mosaddegh H. 2012. Paleobiogeographic implications of late Bajocian-late Callovian (Middle Jurassic) dinoflagellate cysts from the Central Alborz Mountain, northern Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 43: 1-10.

- (Queensland): University of Queensland: 620 p.
- Moix P. Beccaleto L. Kozur H.W. Hochard C. Rosselet F. and Stampfli G.M. 2008. A new classification of the Turkish terranes and sutures and its implication for the paleotectonic history of the region. *Tectonophysics*, 451(1-4): 7-39. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2007.11.044>
- Mohammad-khani K. and Zarei E. 2019. Palynostratigraphy of the Dalichai Formation in Darjazin section, North of Semnan. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches* 34(4): 21-38. <https://doi.org/10.22067/10.22108/JSSR.2019.112088.1062>. [In Persian].
- Muttoni G. Garzanti E. Alfonsi L. Cirilli S. Germani D. and Lowrie W. 2001. Motion of Africa and Adria since the Permian: paleomagnetic and paleoclimatic constraints from northern Libya. *Earth and Planetary Science Letters*, 192(2): 159-174. [https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(01\)00439-3](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(01)00439-3)
- Naderiyan M. Zarei E. and Mohammad-khani Kh. 2020. Paleoenvironment of the Dalichai Formation in Darjazin section, North of Semnan based on palynomorphs and Microfacies. *Geosciences*, 30 (3) 117: 278-294. [In Persian] <https://doi.org/10.22071/gsj.2020.205415.1716>
- 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, Iran, 197 p. [In Persian]
- Sajjadi, F., Hashemi Yazdi, F., Navidi Izad, N., Sajjadi, F., & Dehbozorgi, A. (2015). Paleoenvironment of the Dalichai Formation, northeastern Semnan. *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 30(4), 21-46.
- Nikitenko B.L. Shurygin B.N. Knyazev V.G. Meledina S.V. Dzyuba O.S. Lebedeva N.K. Peshchevitskaya E.B. Glinskikh L.A. Goryacheva A.A. and Khafaeva S.N. 2013. Jurassic and Cretaceous stratigraphy of the Anabar area (Arctic Siberia, Laptev Sea coast) and the Boreal zonal standard. *Russian Geology and Geophysics*, (54): 808-837. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2013.07.005>
- Nilsson T. 1958. Über das Vorkommen eines mesozoischen Sapropelgesteins in Schonen. *Acta Universitatis Lundensis, Årsskrift*, 2, 54(10): 1-112.
- Phipps D. and Playford G. 1984. Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediments. Department of Geology, University of Queensland, 11(1): 1-23.
- Playford G. and Dettmann M.E. 1965. Rhaeto - Liassic plant microfossils from the Leigh Creek Coal Measures, South Australia. *Senckenbergiana Lethaea*, 46(2-3): 127-181.
- Reza Zadeh. Y. 2008 Palynostratigraphy of Shemshak Formation in Shahmirzad section, East Alborz, Institute, 33: 91-111.
- Kimyai A. 1974. Jurassic plant microfossils from Iran. Birbal Sahni Institute of Palaeobotany, Special Publication, 3: 1-8.
- Koppelhus E.B. and Nielsen L.H. 1994. Palynostratigraphy and palaeoenvironments of the Lower to Middle Jurassic Baga Formation of Bornholm, Denmark. *Palynology*, 18: 139-194.
- Lund J.J. and Pedersen K.R. 1985. Palynology of marine Jurassic formation in the Vardekløft ravine, Jameson Land, East Greenland. *Geological Society of Denmark, Bulletin*, 33: 371-400.
- Lundblad B. 1954. Contributions to the geological history of the Hepaticae. Fossil Marchantiales from the Rhaeto-Liassic coal mines of Skromberga (Prov. Of Scania), Sweden. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 48: 381-417.
- Mädler K. 1964. Bemerkenswerte Sporenformen aus dem Keuper und unteren Lias. *Fortschritte Geologie von Rheinland und Westfalen*, 12: 169-200.
- Mafi A. Ghasemi-Nejad E. Ashouri A. and Vahidi-Nia M. 2013. Dinoflagellate cysts from the upper Bajocian-lower Oxfordian of the Dalichai Formation in Binalud Mountains (NE Iran) their biostratigraphical and biogeographical significance. *Arabian Journal of Geosciences*, 7(9): 3683-3692. <https://doi.org/10.1007/s12517-013-0976-4>.
- Mahmoud M.S. and Moawad A.M.M. 2000. Jurassic-Cretaceous (Bathonian to Cenomanian) palynology and stratigraphy of the West Tiba-1 borehole, northern Western Desert, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 30(2): 401-416. [https://doi.org/10.1016/S0899-5362\(00\)00026-9](https://doi.org/10.1016/S0899-5362(00)00026-9)
- Mantle D.J. and Riding J.B. 2012. Palynology of the Middle Jurassic (Bajocian-Bathonian) *Wanaea verrucosa* dinoflagellate cyst zone of the North West Shelf of Australia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 180: 41-78. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2012.03.005>
- Majidifard M.R. 2004. Biostratigraphy, lithostratigraphy, ammonite taxonomy and microfacies analysis of the Middle and Upper Jurassic of northeastern Iran. Unpublished Ph.D. Thesis, der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg, 201p.
- McKellar J.L. 1998. Late Early to Late Jurassic palynology, biostratigraphy and palaeogeography of the Roma Shelf area, northwestern Surat Basin, Queensland, Australia (Including phytogeographic-palaeoclimatic implications of the *Callialasporites dampieri* and *Microcachryditites* Microfloras in the Jurassic-Early Cretaceous of Australia: an overview assessed against a background of floral change and true polar wander in the preceding late Palaeozoic-early Mesozoic) Ph.D. thesis. Brisbane

- Scientific Quarterly Journal of Geosciences, 33(2), 259-282.
<https://doi.org/10.22071/gsj.2023.350092.2013>
- Sarjeant W.A.S. 1969. Taxonomic changes. In: Davey R.J. Downie C. Sarjeant W.A.S. and Williams G.L. (Eds.), Appendix to Studies on Mesozoic and Cainozoic Dinoflagellate Cysts. Bulletin of the British Museum (Natural History). Geology. Supplement, 3: 7-15.
- Schulz E. 1967. Sporenpaläontologische Untersuchungen rätoliassischer Schichten im Zentralteil des Germanischen Beckens. Paläontologische, Abhandlungen B, 2(3): 545-633.
- Schweitzer H.J. Ashraf R.A. and Weiss M. 1987. Korrelation der sporenzonen der Oberrn Trias und des Jura in Mittleren Orient und in Süddeutschland. Geologische Rundschau, 76: 923-943.
- Seyed-Emami K. Fürsich F.T. Wilmsen M. Majidifard M.R. and Shekarifard A. 2008. Lower and Middle Jurassic ammonoids of the Shemshak Group in Alborz, Iran and their palaeobiogeographical and biostratigraphical importance. Acta Palaeontologica Polonica, 53(2): 237-260.
<https://doi.org/10.4202/app.2008.0206>
- Seyed-Emami K. Wilmsen M. and Fursich F.T. 2020. A summary of the Jurassic System in North and East-Central Iran. Zitteliana, 94: 99-156.
- Sadeghi S. and Hashemi H. 2021. Plant macrofossils from the Shemshak Formation, Rudbar, western Alborz. Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches, 37(4): 23-60.
<https://doi.org/10.22108/jssr.2021.128569.1207>
- Skupien P. Pavlus J. Falahatgar M. and Javidan M. 2015. Middle Jurassic organic-walled dinoflagellate cysts and palynofacies from Telma-Dareh, south of Sari, northern Iran. Review of Palaeobotany and Palynology, 223: 128-137.
<https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2015.09.009>
- Soliman A. Feist-Burkhardt S. Harzhauser M. Kern A. K. and Piller W.E. 2012. *Mendicodinium mataschenensis*: a new endemic dinoflagellate cyst from the Late Miocene (Tortonian) of Lake Pannon (Austria). Palynology, 37(1): 35-47.
<https://doi.org/10.1080/01916122.2012.662180>
- Stampfli G.M. Marcoux J. and Baud A. 1991. Tethyan margins in space and time. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 87: 373-409.
[https://doi.org/10.1016/0031-0182\(91\)90142-E](https://doi.org/10.1016/0031-0182(91)90142-E)
- Stampfli G.M. and Borel G.D. 2002. A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrones. Earth and Planetary Science Letters, 196(1): 17-33.
[https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(01\)00588-X](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(01)00588-X)
- Stefanowicz S. 2008. Palynostratigraphy and palaeoclimatic analysis of the Lower - Middle Jurassic (Pliensbachian - Bathonian) of the Inner Hebrides, NW Scotland. M.Sc. Thesis, Department M.Sc. Thesis, Faculty of Science, University of Tehran, Iran. [In Persian]
- Riding J.B. and Helby R. 2001. Early Jurassic (Toarcian) dinoflagellate cysts from the Timor Sea, Australia. In: Laurie J.R and Foster C.B. (Eds.), Studies in Australian Mesozoic palynology II; Memoir of the Association of Australasian Palaeontologists, 24: 1-32.
- Robert A.M. Letouzey J. Kavooosi M.A. Sherkati S. Müller C. Vergés J. and Aghababaei A. 2014. Structural evolution of the Kopeh Dagh fold-and-thrust belt (NE Iran) and interactions with the South Caspian Sea Basin and Amu Darya Basin. Marine and Petroleum Geology, 57: 68-87.
<https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2014.05.002>
- Rostovtseva J.I. 2011. New palynological data about Middle Jurassic sediments in northwest Moscow. Moscow University Geology Bulletin, 66(5): 348-353.
- Saadati Jafarabadi S.H. Allameh M. Poursoltani M.R. and Sajjadi F. 2013. Paleocology and palynostratigraphy of the Dalichai Formation, according to miospores at the Bar Village section, East of Binalud Basin. Paleontology Journal, Iranian Paleontological Society, 1(1): 67-80. [In Persian]
- Sabbaghiyan H. 2009. Palynostratigraphy of the Dalichai Formation at Kuhe Rahband, south of Mahdishahr, central Alborz, Iran. M.Sc. Thesis, Faculty of Geology, College of Science, University of Tehran, Iran, 120 p. [In Persian].
- Sajjadi F. and Dermanaki Farahani S. 2017. Palynostratigraphy and paleocology of Middle Jurassic strata, southeastern Maragheh, according to terrestrial palynomorphs. Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches, 33(2): 41-64.
<https://doi.org/10.22108/jssr.2017.21622> (In Persian).
- Sajjadi F. Dermanaki Farahani S. and Hashemi Yazdi F. 2018. Palynology of the Dalichai Formation in the Guydagh section, western Hashtrud, according to dinoflagellate. Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches, 34(1): 91-108.
<https://doi.org/10.22108/jssr.2018.84036.0> [In Persian].
- Sajjadi F. Hashemi H. and Dehbozorgi A. 2007. Middle Jurassic palynomorphs of the Kashafud Formation, Koppeh Dagh Basin, northeastern Iran. Micropaleontology, 53: 391-408.
- Sajjadi F. Hashemi Yazdi F. and Hashemi H. 2022. Palynostratigraphy and palaeocology of the Middle Jurassic strata, Tapal, west of Shahrood, eastern Alborz. Iranian Journal of Geology, 17(65): 91-110.
- Sajjadi F. Hashemi Yazdi. F. and Hashemi. H. 2023. Palynostratigraphy and palaeocology of the Dalichai Formation at the Yonjehzar stratigraphic section, northeastern Tehran, central Alborz,

- Wang Y. D. Jiang D. X. Yang H. Q. and Sun F. 1998. Middle Jurassic spore- pollen assemblages from Turpan- Shanshan area, Xinjiang. *Acta Botanica Sinica*, 40 (10): 969- 976.
- Wheeler J.W. and Sarjeant W.A.S. 1990. Jurassic and Cretaceous palynomorphs from the central Alborz Mountains, Iran. Their significance in biostratigraphy and palaeogeography, *Modern Geology*, 14(4): 375 pp.
- Wilmsen M. Fürsich F.T. Seyed-Emami K. and Majidifard M.R. 2009a. An overview of the stratigraphy and facies development of the Jurassic System on the Tabas Block, east-central Iran. Geological Society, London, Special Publications, 312(1): 323-343.
- Wilmsen M. Fürsich F.T. Seyed-Emami K. Majidifard M.R. and Taheri J. 2009b. The Cimmerian Orogeny in northern Iran. Tectono-stratigraphic evidence from the foreland. *Terra Nova*, 21(3): 211-218. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3121.2009.00876.x>
- Yin F.J. and Zhang Z.F. 2002. Middle Jurassic spore-pollen assemblages in northern Turpan Depression, Xinjiang, northwest China. *Acta Botanica Sinica*, 44(4): 488-495.
- Zobaa M.K. El Beialy S.Y El-Sheikh H.A. and El-Beshtawy M.K. 2013. Jurassic - Cretaceous palynomorphs, palynofacies, and petroleum potential of the Sharib - 1X and Ghoroud - 1X wells, north Western Desert, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 78: 51-65. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2012.09.010>
- Zarei E. 2022. Paleogeography and biostratigraphy of Dalichai Formation in North of Damghan (Ahavanu section), based on palynomorphs and foraminifera. *Geosciences*, 32 (2), 124: 1-12. [In Persian] <https://doi.org/10.22071/gsj.2021.283800.1902>.
- of Geology, Lund university: 34 p.
- Stover L.E. and Evitt W.R. 1978. Analyses of pre-Pleistocene organic-walled dino-flagellates. Stanford University publications. *Geological Sciences*, 15: 300 p.
- Sukh Dev 1961. The fossil flora of the Jabalpur Series 3. Spores and pollen grains. *The Palaeobotanist*, 8(1, 2): 43-56.
- Thierry J. 2000. Middle Callovian (157-155 Ma). In: Dercourt J. Gaetani M. et al. (Eds), *Atlas Peri-Tethys, Palaeogeographical Maps*. CCGM/CGMW, Paris: 1-97.
- Tripathi A. 2001. Permian, Jurassic and Early Cretaceous palynofloral assemblages from subsurface sedimentary rocks in Chuperbhita Coalfield, Rajmahal Basin, India. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 113: 237-259. DOI: 10.1016/s0034-6667(00)00062-2
- Tripathi A. 2004. Palynology evidences of hitherto unrecognised Jurassic sedimentation in Rajmahal Basin, India. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 110(1): 35-42.
- Vakhrameev V.A. 1987. Climates and the distribution of some gymnosperms in Asia during the Jurassic and Cretaceous. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 51: 205-212. [https://doi.org/10.1016/0034-6667\(87\)90030-3](https://doi.org/10.1016/0034-6667(87)90030-3)
- Vijaya and Sen K.K. 2005. Palynological study of the Dubrajpur Formation in the Mesozoic succession, Pachambi area, Birbhum Coalfield, west Bengal. *Journal of the Palaeontological Society of India*, 50(1): 121-133.
- Volkheimer W. Rauhut O.W.M. Quattrocchio M.E. and Martinez M.A. 2008. Jurassic paleoclimates in Argentina, a review. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 63(4): 547- 554.