



## Research Article

### Palynological evidences to reconstruct the paleoclimate of Upper Triassic deposits, South Tabas, central Iran

Firoozeh Hashemi Yazdi\*<sup>1</sup> , Freshteh Sajjadi Hezaveh<sup>2</sup>, Zahra Mohammadi Manesh<sup>2</sup>, Narges Mirpoor Shah Abolghasemi<sup>2</sup>

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

2-School of Geology, Faculty of Science, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 10 Dec 2022 Accepted: 08 Aug 2023

## Extended Abstract

**Introduction:** Very few palynological studies have been conducted on the Nayband Formation, as a part of the Upper Triassic coal deposits of central Iran. Mousavi, 2002 (seen in Aghanabati 2004, pp. 209-210) considered the abundance and diversity of marine palynomorphs compared to terrestrial types indicate the shallow sea environment for Nayband Formation. Cirilli et al., 2005 attributed the Nayband Formation palynofloras to tropical plants such as Bennettitales, Matoniaceae, and Marattiaceae accompanied by characteristic forms of the Siberian Province. Sabbaghiyan et al., 2015 examined the palynology of the Nayband Formation, Tabas Block. They believed the associated marine palynomorphs (dinocysts), accompanied by spores indicate a nearshore depositional environment for the Late Triassic deposits. Sajjadi et al., 2015 studied the palynology of the Nayband Formation, Kamar Macheh Kuh, southeastern Tabas. They concluded that the abundance of ferns and Coniferophytes in parent flora implies that the host strata accumulated under a moist warm climate with progressively decreasing temperatures during Late Triassic. Sabbaghiyan et al., 2020 investigated the palynology of the Upper Triassic Bidestan and Howz-e-Sheikh members in Tabas Block. They believed that co-occurrence of marine elements (dinoflagellate cysts, bivalves, corals, and gastropods) with terrestrial elements (spores and pollen) shows a shallow marine depositional environment for the Nayband Formation.

**Materials and methods:** A total of 62 samples were collected from the Nayband Formation (Qadir Member), at exploratory well no. 948b. All samples were prepared following standard palynological processing procedures (Phipps & Playford, 1984), including HCl (10-50%) and HF (40%) utilized for the dissolution of carbonates and silicates, respectively. Then the residues were saturated with ZnCl<sub>2</sub> solution (specific gravity 1.9 g/ml) for density separation. All the residues were sieved with a 20 µm mesh sieve previous to making strew slides. Three slides for each preparation were examined by a transmitted light microscope.

**Results and Discussion:** To reconstruct the paleoclimate of the Nayband Formation (Qadir Member) in the south of Tabas, 62 samples were collected from exploration well no. 948b for palynological investigations. The assemblage of diverse palynomorphs includes spores and pollen of land plants, dinoflagellate cysts, foraminiferal test linings, acritarchs, and algal spores with moderate to good preservation. The parent plants of existing miospores show that the diversity and abundance of ferns is 64%, cycadophytes 16%, lycophyta 9%, conifers 4%, gynophytes 4%, pteridospermophyta 2% and Bryophyta 1%. The maximum diversity and relative abundance belong to miospores attributed to ferns (64%), which indicates the predominance of warm to semi-warm climate with high humidity at that time of deposition. Based on the model of Sporomorph EcoGroups, miospores typifying all six plant communities are present in the studied strata, but the highest frequency is related to the lowlands SEGs. To reconstruct the paleoclimate variation, the large quantity percentage of four main plant groups (Hydrophilic, xerophilic, Thermophilic, Psychrophilic) was calculated and the paleoclimate study was determined by the pattern of relative abundance of drier/wetter and warmer/cooler elements. The consequences of these calculations approve the warm to semi-warm climate with high humidity conditions. Also, the paleogeographic position of Iran during the Late Triassic in the southern active margin of Eurasia (Turan Plate) is another confirmation of this type of climate.

**Conclusion:** Diverse palynomorphs with high abundance including spores, pollen, dinoflagellate cysts, foraminiferal test linings, acritarchs, and algal spores with moderate to good preservation are present in the studied material. Inferred natural relationships of the Nayband *sporae dispersae* imply derivation from a diverse parental flora such as ferns, Conifers, Lycophyta, Cycadophytes, Gynophytes, Pteridospermophyta, and Bryophyte. Ferns have relative abundance and maximum diversity in the composition of the vegetation around the sedimentary environment. It implies that the host strata accumulated under moist warm to semi-warm climates. In addition to, the high ratio of warmer/cooler, wetter/drier palynomorphs and the palaeogeographic position of Iran during the Late Triassic in the southern active margin of Eurasia (Turan Plate) and the location of Iran at a latitude of about 35°N, all confirm the above results that hot and humid climate prevails.

**Keywords:** Palaeoclimate, Sporomorph EcoGroups: SEGs, Palynology, Late Triassic, Nayband Formation.

**Citation:** Firoozeh Hashemi Yazdi, Freshteh Sajjadi Hezaveh, Zahra Mohammadi Manesh, Narges Mirpoor Shah Abolghasemi (2023). Palynological evidences to reconstruct the paleoclimate of Upper, Res. Earth. Sci: 14(4), (91-109) DOI: 10.48308/ESRJ.2023.103819

\* Corresponding author E-mail address: F.Hashemi@rifr-ac.ir



## شواهد پالینولوژی جهت بازسازی اقلیم دیرینه نهشته‌های تریاس بالایی، جنوب طبس، ایران مرکزی

فیروزه هاشمی‌یزدی\*<sup>1</sup> ID، فرشته سجادی هزاوه<sup>2</sup>، زهرا محمدی‌منش<sup>2</sup>، نرگس سادات میرپور شاه ابوالقاسمی<sup>2</sup>

۱- مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۲- دانشکده زمین‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

(پژوهشی) دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۹/۱۹ پذیرش نهایی مقاله: ۱۴۰۲/۰۵/۱۷

### چکیده گسترده

**مقدمه:** مطالعات پالینولوژی محدودی بر روی سازند نایبند، به عنوان بخشی از نهشته‌های زغال‌دار تریاس بالایی ایران مرکزی انجام پذیرفته‌است. موسوی (2002, Mousavi) بر این باور است که اجتماع پالینولوژیکی سازند نایبند بیشترین شباهت را با افغانستان، آلمان، شمال آمریکا و شمال اروپا دارد. سیریلی و همکاران (2005, Cirilli et al) نشان دادند که گیاهان والد میوسپورها، از نوع گیاهان نواحی گرمسیر می‌باشند. صباغیان و همکاران (2015, Sabbaghiyan et al) در مطالعه رسوبات سازند نایبند در بلوک طبس بیان داشتند که مجموعه داینوسپست‌ها شباهت نزدیکی با گونه‌های گزارش شده از استرالیا، شمال غرب اروپا، آرکتیک کانادا و شمال ایران دارند. سجادی و همکاران (2015, Sajjadi et al) با مطالعه پالینولوژی سازند نایبند در جنوب شرق طبس، نتیجه گرفتند که فراوانی میوسپورهای منتسب به مخروطیان و سرخس‌ها، حکایت از یک آب و هوای گرم و مرطوب دارد. صباغیان و همکاران (2020, Sabbaghiyan et al) عضوهای بیدستان و حوض شیخ از سازند نایبند را مورد مطالعه قرار دادند و همراهی عناصر دریایی با عناصر خشکی را حاکی از یک محیط رسوبی کم عمق دانستند.

**مواد و روش‌ها:** تعداد ۶۲ نمونه از افق‌های سیلتستونی از مغزه‌های حفاری عضو قدیر در چاه اکتشافی شماره ۹۴۸b واقع در معادن زغال‌سنگ پروده برداشت گردید. برای جداسازی پالینومورف‌ها از رسوبات دربرگیرنده و تهیه اسلایدهای پالینولوژی از روش متداول (Phipps and Playford 1984) استفاده شد. اسلایدهای تهیه‌شده توسط میکروسکوپ نوری Leitz مطالعه و عکسبرداری گردیدند.

**نتایج و بحث:** به منظور بازسازی آب و هوای دیرینه سازند نایبند (عضو قدیر) در جنوب طبس، ۶۲ نمونه از مغزه‌های حفاری چاه اکتشافی شماره ۹۴۸b، برداشت گردید. مجموعه پالینومورف‌های متنوع شامل ۴۳ گونه اسپور (متعلق به ۲۹ جنس) و ۲۳ گونه پولن (متعلق به ۱۹ جنس) گیاهان خشکی، سیست داینوفلاژله‌ها، آستر داخلی فرامینیفرها، اکریتارک و اسپور جلبک‌ها با حفظ‌شدگی متوسط تا خوب می‌باشد. بررسی گیاهان والد میوسپورها نشان می‌دهد که سرخس‌ها، سیکادوفیت‌ها، لیکوفیتا، مخروطیان، ژینکوفیت‌ها، پتریدواسپرموفیتا و بریوفیتا، پوشش گیاهی اطراف محیط رسوبی را تشکیل می‌دادند. حداکثر تنوع و فراوانی نسبی متعلق به میوسپورهای منتسب به سرخس‌ها (۲۰ جنس و ۶۴٪) می‌باشد. این ویژگی معرف غلبه آب و هوای گرم- نیمه گرم با رطوبت بالا در زمان تشکیل این نهشته‌ها می‌باشد.

**نتیجه‌گیری:** جهت بازسازی آب و هوای دیرینه براساس مدل گروه‌های اسپورومورفی، فراوانی نسبی چهار گروه اصلی گیاهی (رطوبت دوست، خشکی دوست، گرما دوست، سرما دوست) محاسبه و مطالعه اقلیم دیرینه به واسطه الگوی فراوانی نسبی پالینومورف‌های warmer/cooler و drier/wetter تعیین گردید. نتایج حاصل از این محاسبات شرایط اقلیمی گرم- نیمه گرم با رطوبت بالا را تایید می‌نماید. همچنین موقعیت جغرافیای دیرینه ایران در زمان تریاس پسین در حاشیه فعال جنوبی اوراسیا (پلیت توران) نیز این نتیجه‌گیری را تأیید می‌نماید.

**واژگان کلیدی:** اقلیم دیرینه، اکوگروه‌های اسپورومورفی، پالینولوژی، تریاس پسین، سازند نایبند.

**استناد:** فیروزه هاشمی‌یزدی، فرشته سجادی هزاوه، زهرا محمدی‌منش، نرگس سادات میرپور شاه ابوالقاسمی (۱۴۰۲). شواهد پالینولوژی جهت

بازسازی اقلیم دیرینه نهشته‌های تریاس بالایی، پژوهشهای دانش زمین: ۱۴ (۴)، (۹۱-۱۰۹)، DOI: 10.48308/ESRJ.2023.103819

E-mail: F.Hashemi@rifr-ac.ir

\* نویسنده مسئول:



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## مقدمه

سازند نایبند (تریاس پسین) با ضخامت ۲۱۹۵ متر در برش الگو، یکی از ستبرترین واحدهای سنگ چینه‌ای ایران مرکزی است. نخستین بار داگلاس (Douglas, 1929) در شمال باختری روستای نایبند، این رسوبات ستبر را از پایین به بالا به سه سری حوض‌شیخ، نایبند و حوض‌خان، بدون ذکر از نام سازند نایبند تقسیم نمود. بازنگری سری‌های یاد شده نشان داد که سری نایبند در زیر، سری حوض‌شیخ در وسط و سری حوض‌خان در بالا قرار دارد. برونیمن و همکاران (Bronnimann et al, 1971) با اندازه‌گیری این توالی ستبر در پهلوی جنوبی کوه نایبند این سازند را از پایین به بالا به چهار عضو شامل گلکان (TrN1)، بیدستان (TrN2)، حوض‌شیخ (TrN3) و حوض‌خان (TrN4) تقسیم نمودند و به مجموع آن، سازند نایبند نام دادند که در سال ۱۳۵۵ مورد تصویب کمیته ملی چینه‌شناسی ایران قرار گرفت. سپس کلاپور و همکاران (Kluyver et al, 1983) ردیف‌های نهشته‌شده بر روی عضو رسمی حوض‌خان که حاوی سنگواره‌های تریاس پسین هستند را از نظر سنگ‌شناسی به سه عضو غیر رسمی و جدید از پایین به بالا شامل شیل زغال‌دار و ماسه‌سنگ (TrN5)، سنگ‌آهک مرجانی (TrN6) و ماسه‌سنگ سرخ (TrN7) تقسیم نمودند. بدین ترتیب سازند نایبند به هفت عضو (چهار عضو رسمی و سه عضو غیررسمی) تقسیم شد. کارشناسان شرکت فولاد، ارتباط عضو TrN7 را با سایر اعضا، ناپیوسته دانستند و به مجموع دو عضو TrN5 و TrN6، عضو "قدیر" نام دادند. بدین سان، نامبردگان بر این باورند که سازند نایبند دارای پنج عضو گلکان، بیدستان، حوض‌شیخ، حوض‌خان و قدیر می‌باشد. سازند نایبند احتمالاً در همه جا به صورت ناگهانی و با دگرشیمی خفیف، بر روی دولومیت شتری و یا عضو آهکی اسپهک این سازند قرار گرفته است. در مورد حد بالایی این سازند، اتفاق نظر وجود ندارد زیرا مولفین پیشین (برونیمن و همکاران، ۱۹۷۱) آخرین لایه‌های عضو حوض‌خان را حد بالایی این سازند دانسته‌اند. کلاپور و همکاران (۱۹۸۳) این حد را واحد غیررسمی TrN7 می‌دانند. کارشناسان شرکت فولاد لایه‌های پایانی را عضو قدیر دانستند (آقنابتی، ۱۳۸۳ و ۱۳۸۸). مطالعات اکتشافی در منطقه زغال‌دار طبس، مشخص نمود که مابین سازند نایبند (تریاس پسین) و سازند آب‌حاجی (لیاس)

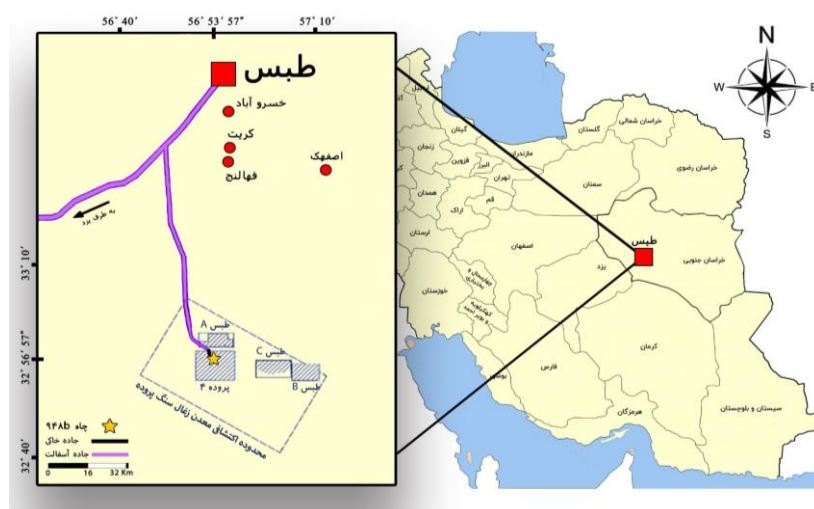
افقی از کنگلومرا وجود دارد که تعیین کننده مرز این دو سازند است (آقنابتی، ۱۳۸۸). به هر حال حد بالایی سازند نایبند با توالی‌های جوانتر از آن، به ظاهر همساز و بدون تفاوت سنگ‌شناسی مشخص می‌باشد در حالی که فصل مشترک سازند نایبند با سازند شتری (در پایین) نمودار یک کارست کهن و آغشته به اکسید آهن فراوان است که به‌طور محلی مقادیری باریت و گالن دارد. در عضوهای سازند نایبند سنگواره‌های گوناگونی نظیر آمونیت، مرجان، براکیوپد، اسفنج، دوکفه‌ای، گاسترید، ماکروفسیل‌های گیاهی، میوسپور و سیست داینوفلاژله فراوانند. عضو قدیر نیز حاوی ماکروفسیل‌های گیاهی فراوان (در لایه‌های زغالی) و جانوری (در لایه‌های کربناتی) می‌باشد (آقنابتی، ۱۳۸۸). در چاه اکتشافی شماره ۹۴۸b واقع در جنوب طبس، تنها عضو قدیر حفاری شده است به‌طور کلی در منطقه طبس، سازند نایبند به صورت ناپیوسته بر روی سازند شتری قرار دارد و به صورت پیوسته توسط سازند آب‌حاجی پوشیده شده است (آقنابتی، ۱۳۸۸). تاکنون مطالعات محدودی در مورد پالینولوژی سازند نایبند، به عنوان بخشی از نهشته‌های زغال‌دار تریاس بالایی ایران مرکزی انجام پذیرفته‌است. موسوی (Mousavi, 2002) با مطالعه پالینومورف‌های سازند نایبند، نه پالینوزون<sup>۱</sup> معرفی نمود. نامبرده عضو گلکان را به کارنین پسین-نورین پیشین، عضو بیدستان را به نورین میانی، عضو حوض‌شیخ را به نورین پسین و عضو حوض‌خان را به نورین پسین-رتین پیشین نسبت داد. وی فراوانی و تنوع پالینومورف‌های<sup>۲</sup> دریایی (آکریتارک<sup>۳</sup>-داینوفلاژله<sup>۴</sup>) را نسبت به انواع خشکی (پولن و اسپور) نشان‌دهنده محیط رسوبی دریای کم عمق دانست که در ساحل آن گیاهان متنوعی می‌زیستند. موسوی (Mousavi, 2002) بر این باور است که اجتماع پالینولوژیکی سازند نایبند بیشترین شباهت را با افغانستان، آلمان، شمال آمریکا و شمال اروپا دارد. به همین رو، در زمان تریاس پسین، ایران مرکزی در حاشیه جنوبی خشکی اوراسیا واقع بود. سیریلی و همکاران (Cirilli et al, 2005) با مطالعه میوسپورهای نسبتاً متنوع با حفظ شدگی متوسط از سازند نایبند در شمال غرب نایبند، نشان دادند که سن چهار عضو رسمی این سازند نورین-رتین بوده و گیاهان والد میوسپورها، از نوع گیاهان نواحی گرمسیر می‌باشند. صباغیان و همکاران (Sabbaghiyan et al, 2015) نیز

*Rhaetogonyaulax* و *Hebecysta balmei* Interval Zone *rhaetica* Interval Zone سن این دو عضو از سازند نایبند را نورین میانی-رتین تعیین نمودند و معتقدند که سیست داینوفلاژله‌ها شباهت نزدیکی با گونه‌های گزارش شده از تریاس پسین استرالیا دارند. همچنین پالینومورف‌های موجود در این دو عضو، ترکیبی از عناصر اوراسیا و گندوانا می‌باشند اما عناصر نورین میانی تا ابتدای رتین بیشتر به فلورای گندوانا شباهت دارند. همچنین همراهی عناصر دریایی (سیست داینوفلاژله‌ها، دوکفه‌ای، مرجان‌ها و گاستروپدها) با عناصر خشکی (اسپور و پولن) حکایت از یک محیط رسوبی کم عمق در برش چینه‌شناسی مورد مطالعه دارد. در این مطالعه به منظور تعیین اقلیم دیرینه سازند نایبند (عضو قدیر) براساس شواهد پالینولوژی، نهشته‌های تریاس بالایی در چاه اکتشافی شماره ۹۴۸b واقع در جنوب طیس، مورد مطالعات پالینولوژی قرار گرفته است.

#### منطقه مورد مطالعه

معادن زغال‌سنگ پروده در جنوب طیس و شرق ایران مرکزی (خراسان جنوبی) واقع شده است. در این منطقه چاه‌های اکتشافی متعددی به منظور مطالعه و استخراج زغال‌سنگ‌های زیرسطحی در عضو قدیر از سازند نایبند حفر گردیده است. چاه اکتشافی شماره ۹۴۸b نیز با مختصات جغرافیایی  $32^{\circ}56'57''$  شمالی و  $56^{\circ}53'57''$  شرقی در این محدوده قرار دارد (شکل ۱).

رسوبات سازند نایبند به سن رتین را در بلوک طیس، شرق ایران مرکزی، مورد مطالعه پالینولوژی قرار دادند. نامبردگان با مطالعه داینوسیست‌ها که دارای تنوع و حفظ شدگی خوبی بودند، پالینوزون *Rhaetogonyaulax rhaetica* Zone به سن رتین را شناسایی نمودند. این سن با سن به دست آمده از فسیل‌های گیاهی نظیر *Equisetites arenaceus*, *Scytophyllum persicum*, *Pterophyllum bavieri*, *Pterophyllum aequale* and *Nilssoniopteris musafolia* کاملاً مطابقت دارد. این مجموعه داینوسیست‌ها شباهت نزدیکی با گونه‌های گزارش شده از استرالیا، شمال غرب اروپا، آرکتیک کانادا و شمال ایران دارند. همچنین همراهی پالینومورف‌های خشکی (اسپور و پولن) با پالینومورف‌های دریایی (داینوفلاژله) نشانگر محیط رسوبی نزدیک به ساحل در رسوبات تریاس فوقانی (رتین) بلوک طیس می‌باشد. سجادی و همکاران (Sajjadi et al, 2015) با مطالعه پالینولوژی سازند نایبند در کمرماچه کوه، جنوب شرق طیس، با معرفی سه پالینوزون<sup>۵</sup> غیررسمی به سن نورین-رتین، نتیجه گرفتند که فراوانی میوسپوره‌های منتسب به مخروطیان<sup>۶</sup> و سرخس‌ها<sup>۷</sup>، حکایت از یک آب و هوای گرم و مرطوب همراه با کاهش تدریجی دما در اواخر تریاس دارد. صباغیان و همکاران (Sabbaghiyan et al, 2020). عضوهای بیدستان و حوض‌شیخ از سازند نایبند را در برش چاه تلخ، جنوب شرق شهر طیس مورد مطالعات پالینولوژی قرار دادند. در مجموعه پالینوفلورای موجود، سیست داینوفلاژله‌ها و میوسپورها نسبتاً متنوع و با حفظ‌شدگی بسیار خوب غالب بودند. نامبردگان با شناسایی دو پالینوزون براساس سیست داینوفلاژله‌ها شامل

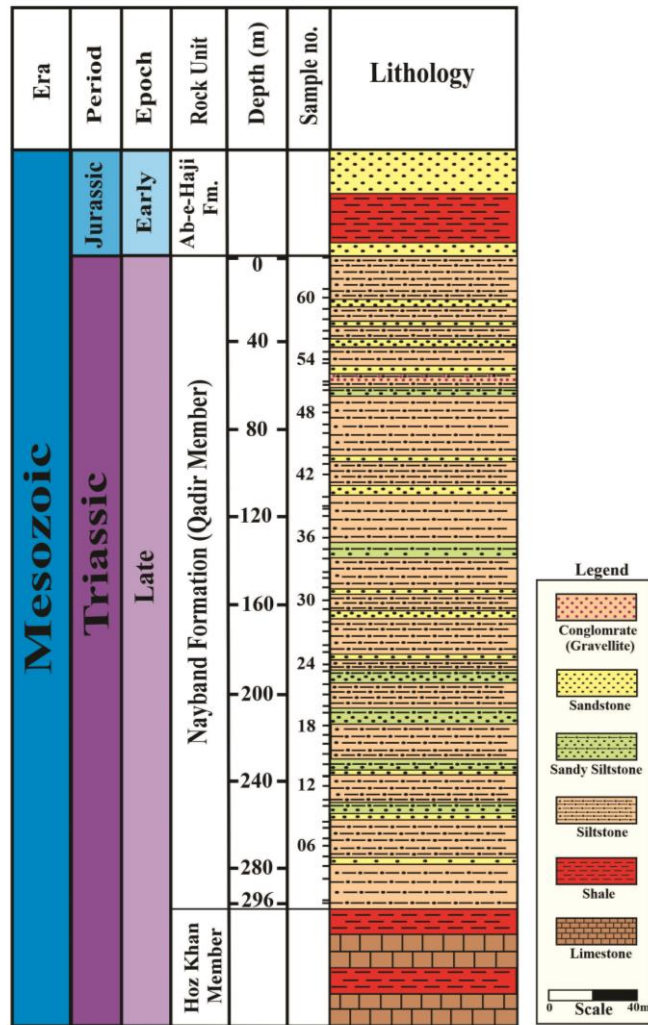


شکل ۱: موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به موقعیت چاه ۹۴۸b، محدوده اکتشافی پروده، جنوب طیس، ایران مرکزی.

### مواد و روش‌ها

تعداد ۶۲ نمونه از افق‌های سیلتستونی از مغزه‌های حفاری عضو قدیر در چاه اکتشافی شماره ۹۴۸b واقع در معادن زغال سنگ پروده برداشت گردید (شکل ۲).

دسترسی به منطقه مذکور، با استفاده از جاده آسفالتی طبس-یزد (کیلومتر ۱۸) امکان پذیر می‌باشد. جاده اختصاصی مجموعه معدنی و زغال‌شویی پروده در جنوب جاده مذکور قرار دارد.



شکل ۲: ستون چینه‌شناسی عضو قدیر، سازند نایبند در چاه ۹۴۸b، محدوده اکتشافی پروده، جنوب طبس، ایران مرکزی.

فراوان شامل اسپورها، پولن‌ها، سیست داینوفلاژله‌ها، آستر داخلی فرامینیفرها<sup>۸</sup>، اکریتارک‌ها و اسپورهای آلگ<sup>۹</sup> با حفظ‌شدگی متوسط تا خوب هستند (پلیت‌های ۱ و ۲). به منظور مطالعه اقلیم دیرینه<sup>۱۰</sup> گیاهان والد میوسپورها و گروه‌های اسپورومورفی<sup>۱۱</sup> مشخص و فراوانی نسبی آن‌ها محاسبه گردید. سپس با تجزیه و تحلیل داده‌های موجود، آب و هوای تریاس پسین در زمان تشکیل نهشته‌های عضو قدیر بازسازی گردید.

برای جداسازی پالینومورف‌ها از رسوبات دربرگیرنده و تهیه اسلایدهای پالینولوژی از روش متداول (Phipps and Playford, 1984) استفاده شد. اسلایدهای تهیه شده توسط میکروسکوپ نوری Leitz مدل (SM-LUX-POL) با لنزهای x40 و x100 مطالعه گردیدند. عکسبرداری از پالینومورف‌ها با استفاده از عدسی شیئی ۱۰۰ و به کاربردن روغن ایمرسیون توسط دوربین ۱۳ مگاپیکسل Galaxy J7 Core صورت پذیرفت. اسلایدها حاوی پالینومورف‌های

## بحث و نتایج

### بازسازی اقلیم دیرینه

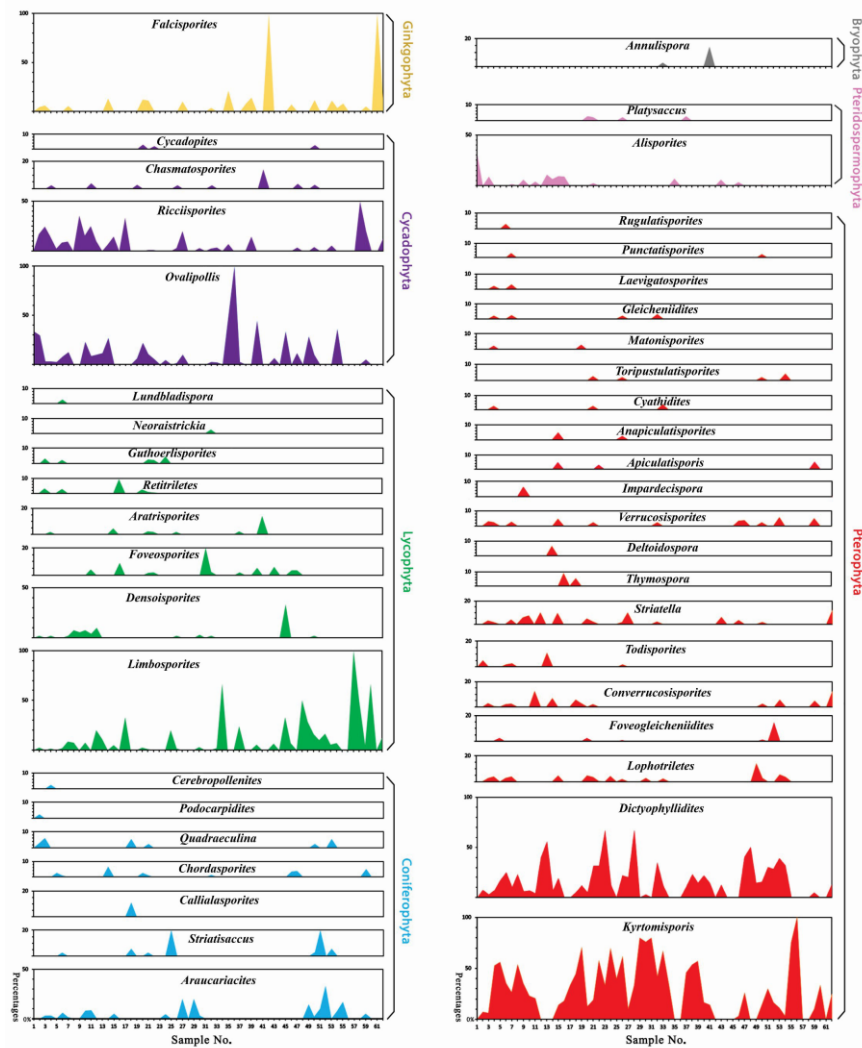
#### بازسازی اقلیم دیرینه براساس گیاهان والد میوسپورها

شرایط عمومی جوی در هر منطقه در مدت زمان طولانی، اقلیم نامیده می‌شود. به عبارت دیگر اقلیم به شرایط آب و هوایی یک منطقه جغرافیایی نظیر دما، رطوبت، فشار اتمسفر، باد، بارش و سایر مشخصه‌های هواشناسی در مدت زمانی نسبتاً طولانی اطلاق می‌شود (بهمن‌پور و همکاران، ۱۳۹۹). شرایط زندگی روی زمین در هنگام پیدایش اولین گیاهان بسیار دشوار بود. از این رو گیاهان برای رشد و نمو در خشکی می‌بایست سازگاری لازم را با این شرایط پیدا می‌کردند (کیان‌مهر، ۱۳۸۳). با وجود این شرایط، اکثریت گروه‌های گیاهی توانستند در پدیده انقراض پرمو-تریاس (با وجود تغییر ساختار کلی)، بدون آسیب باقی بمانند و به تکامل خود ادامه دهند (Traverse, 2007). میکروفسیل‌های گیاهی (میوسپورها) معمولاً بدون ارتباط فیزیکی با گیاهان والد خود و به صورت پراکنده<sup>۱۲</sup> در رسوبات یافت می‌شوند (Playford and Dettmann, 1996). در مواردی که میوسپورها در داخل اسپورانژیوم<sup>۱۳</sup> و همراه ماکروفسیل‌های گیاهی مربوطه به صورت برجسته<sup>۱۴</sup> در بین رسوبات حفظ شده باشند (غالباً در محدوده زمانی مزوزوئیک و سنوزوئیک)، می‌توان گیاه والد آنها را شناسایی نمود در این موارد می‌توان با جداسازی میوسپورها و مقایسه ویژگی‌های مورفولوژیک آنها با فرم‌های پراکنده شده (میوسپورهای فاقد ارتباط فیزیکی با گیاه والد) به تعیین قرابت آنها پرداخت. در نمونه‌های مورد مطالعه میوسپورهای فراوان با حفظ‌شدگی متوسط تا خوب به صورت پراکنده یافت شدند. برای تعیین گیاهان والد میوسپورها (جدول ۱) از منابع ذیل استفاده شد: مادلر (Madler, 1964)، کوپر (Couper, 1960)، دتمن (Dettmann, 1963, 1986, 1994)، پوکاک (Pocock, 1970)، هریس (Harris, 1974)، فیلاتوف (Filatoff, 1975)، فیلاتوف و پرایس (Filatoff and Price, 1988)، دِ جرسی و رین (de Jersey and Raine, 1990)، وخرامیو (Vakhrameev, 1991)، دتمن و کلایفورد (Dettmann and Boulter and Clifford, 1992)، بولتر و ویندل (Boulter and Windle, 1993)، بلمه (Balme, 1995)، باتن و دو تا

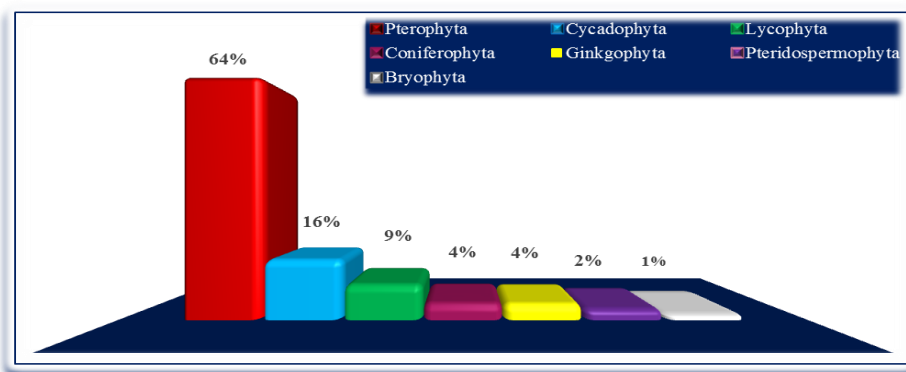
(Batten and Dutta, 1997)، ابینک (Abbinck, 1998)، مک کلر (McKellar, 1998)، سجادی و پلی‌فورد (Sajjadi and Playford, 2002)، روقی (Roghi, 2004)، بارون و همکاران (Barrón et al, 2006). نمودار درصد فراوانی نسبی گیاهان والد میوسپورها (شکل‌های ۳ و ۴) و بازسازی بوم‌شناسی دیرینه بر مبنای گیاهان والد میوسپورهای موجود در عضو قدیر نشان می‌دهد که سرخس‌ها با ۶۴ درصد (۲۰ جنس) حداکثر تنوع و فراوانی را به خود اختصاص داده‌اند. سرخس‌ها از فراوان‌ترین شاخه نهانزادان آوندی<sup>۱۵</sup> بوده و شامل گروه‌های مختلفی مانند شیزاسه<sup>۱۶</sup>، اسمونداسه<sup>۱۷</sup>، دیپتریداسه<sup>۱۸</sup>، ماراسیاسه<sup>۱۹</sup>، دیکسونیاسه<sup>۲۰</sup>، سیاتسه<sup>۲۱</sup>، گلیکنیاسه<sup>۲۲</sup>، ماتونیاسه<sup>۲۳</sup> و پتریداسه<sup>۲۴</sup> می‌باشند. در ذیل به صورت اجمالی به محیط زیست گروه‌های مذکور پرداخته می‌شود.

اسمونداسه<sup>۲۵</sup>: اسمونداسه<sup>۲۶</sup> عموماً معرف شرایط معتدل با رطوبت بالا در طول دوران مزوزوئیک بودند (Kimyai, 1968; Vakhrameev, 1991; Collinson, 1996; Van Konijnenburg-Van Cittert, 2002; Dodson and Macphail, 2004; Tian et al, 2008; Buatois et al, 2016). و اغلب در اطراف محیط تشکیل زغال‌سنگ‌های لیبس در مجارستان، رومانی و ایران رشد می‌کردند (Kimyai, 1968; Van Konijnenburg-Van Cittert, 2002). با توجه به این که فرم‌های مختلف عهد حاضر این خانواده عموماً در مجاورت جریان‌های آبی گسترش دارند به نظر می‌رسد افراد این خانواده در گذشته نیز در امتداد بستر رودخانه‌ها یا باتلاق‌های آب شیرین زندگی می‌کردند. در پالینوفلوراهای مورد مطالعه قرابت اسپورهایی مانند *Verrucosporites*, *Rugulatisporites*, *Todisporites* و *Punctatisporites* به این خانواده نسبت داده شده است. دیپتریداسه<sup>۲۷</sup>: این خانواده تا اواسط مزوزوئیک تحت شرایط معتدل، گرم، نیمه-گرم و مرطوب زندگی می‌کرده‌اند، اما تعداد آنها با افزایش دما در کرتاسه به شدت کاهش یافت و در نهایت تنها *Hausmannia* از این خانواده باقی ماند (Fakhr, 1975; Van Konijnenburg-Van Cittert, 2002). از اسپورهایی منتسب به این خانواده در نهشته‌های مورد مطالعه می‌توان به *Apiculatisporis*, *Cyathidites*, *Deltoidospora* و *Dictyophyllidites* اشاره کرد.





شکل ۳: درصد فراوانی میوسپورها و گیاهان والد آن‌ها در عضو قدیر، سازند ناپبند، چاه اکتشافی شماره b ۹۴۸.



شکل ۴: نمودار درصد فراوانی نسبی گیاهان والد میوسپورهای شناسایی شده در عضو قدیر، سازند ناپبند، چاه اکتشافی شماره b ۹۴۸.

به دیکسونیاسه‌آ در نهشته‌های مورد مطالعه می‌توان به *Deltoidospora*, *Dictyophyllidites*, *Cyathidites* و *Impardecispora*, *Converrucosisporites* و *Foveogleicheniidites* اشاره نمود.

دیکسونیاسه‌آ گیاهان مربوط به این خانواده، در حال حاضر در مناطق گرمسیری و قسمت‌های معتدل جنگل‌های بارانی در نیمکره جنوبی زندگی می‌کنند (Vakhrameev, 1991; Tidwell and Nishida, 1993; Deng, 2002; Van Konijnenburg-Van Cittert, 2002) از اسپورهای منتسب

سیاتسه‌آ: امروزه سیاتسه‌آ در نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری زندگی می‌کنند (Collinson, 1996; Korall et al, 2007; Taylor et al, 2009; Korall and Pryer, 2014; Ho et al, 2016; Loiseau et al, 2020). این خانواده اغلب در بیشه‌زارهای کناره کوه‌ها رشد کرده و مقدار زیادی اسپور تولید می‌کنند. با توجه به اینکه نمونه‌های امروزی این خانواده، از نظر مورفولوژی و آناتومی تغییر قابل ملاحظه‌ای با نمونه‌های فسیل نشان نمی‌دهند می‌توان شرایط فعلی محیط زندگی نمونه‌های امروزی را به انواع فسیل تعمیم داد (Van Konijnenburg-Van Cittert, 2002). از میوسپوره‌های منسوب به سیاتسه‌آ می‌توان *Cyathidites*، *Foveogleichenioidites* و *Deltoidospora* را نام برد.

گلینکیاسه‌آ: امروزه فرم‌های منتسب به این گروه در مناطق باز و آفتابی رشد می‌کنند (Van Konijnenburg-Van Cittert, 2002) و عموماً معرف شرایط معتدل با رطوبت بالا می‌باشند (Deng, 2002; Van Konijnenburg-Van Cittert, 2002; Taylor et al, 2009). از میوسپوره‌های منسوب به گلینکیاسه‌آ می‌توان به *Gleichenioidites* و *Kyrtomisporis* اشاره کرد.

جدول ۱: قرابت میوسپوره‌های موجود در عضو قدیر، سازند نایبند، چاه اکتشافی شماره ۹۴۸ b.

Spores	Botanical affinity
<i>Anapiculatisporites</i>	Pterophyta/Pteridophyta, incertae sedis
<i>Annulispora</i>	Bryophyta (Sphagnaceae)
<i>Apiculatisporis</i>	Pterophyta (Dipteridaceae)
<i>Aratrisporites</i>	Lycophyta
<i>Convruccosporites</i>	Pterophyta (Dicksoniaceae)
<i>Cyathidites</i>	Pterophyta (Cyatheaceae, Dipteridaceae, Dicksoniaceae)
<i>Deltoidospora</i>	Pterophyta (Cyatheaceae, Dipteridaceae, Dicksoniaceae)
<i>Densoisporites</i>	Lycophyta
<i>Dictyophyllidites</i>	Pterophyta (Dipteridaceae, Dicksoniaceae, Cyatheaceae, Matoniaceae)
<i>Foveogleichenioidites</i>	Pterophyta (Dipteridaceae, Dicksoniaceae, Cyatheaceae, Matoniaceae)
<i>Foveosporites</i>	Lycophyta (Lycopodium)
<i>Gleichenioidites</i>	Pterophyta (Gleicheniaceae)
<i>Impardecispora</i>	Pterophyta (Dicksoniaceae)
<i>Kyrtomisporis</i>	Pterophyta (Gleicheniaceae)
<i>Laevigatosporites</i>	Pterophyta/Pteridophyta, incertae sedis
<i>Limbosporites</i>	Lycophyta
<i>Lophotriletes</i>	Pterophyta?
<i>Lundbladispota</i>	Lycophyta
<i>Matonisporites</i>	Pterophyta (Matoniaceae, Dipteridaceae)
<i>Neoraistrickia</i>	Lycophyta (Lycopodiaceae, Selginellaceae)
<i>Punctatisporites</i>	Pterophyta (Osmundaceae)
<i>Retitriletes</i>	Lycophyta
<i>Rugulatisporites</i>	Pterophyta (Osmundaceae)
<i>Striatella</i>	Pterophyta (Pteridaceae)
<i>Thymospora</i>	Pterophyta
<i>Todisporites</i>	Pterophyta (Osmundaceae)
<i>Toripustulatisporites</i>	Pterophyta
<i>Verrucosporites</i>	Pterophyta (Osmundaceae)



Pollen grains	Botanical affinity
<i>Alisporites</i>	Pteridospermophyta (Corystospermaceae)
<i>Araucariacites</i>	Coniferophyta (Araucariaceae)
<i>Callialasporites</i>	Coniferophyta (Araucariaceae)
<i>Cerebropollenites</i>	Coniferophyta
<i>Chasmatosporites</i>	Cycadophyta
<i>Chordasporites</i>	Coniferophyta
<i>Cycadopites</i>	Cycadophyta/ Pteridospermophyta (Peltaspermeae)/ Ginkgophyta
<i>Falcisporites</i>	Ginkgophyta
<i>Guthoerlisporites</i>	Lycophyta (Lycopodiaceae)
<i>Ovalipollis</i>	Cycadophyta/ Coniferophyta (Pinaceae)?
<i>Platysaccus</i>	Pteridospermophyta (Corystospermaceae)
<i>Podocarpidites</i>	Coniferophyta (Podocarpaceae)
<i>Quadraeculina</i>	Coniferophyta (Podocarpaceae)
<i>Ricciisporites</i>	Cycadophyta (Bennettitales)
<i>Striatissaccus</i>	Coniferophyta

معرف تغییرات جغرافیایی یا اقلیمی موثر بر گیاهان موجود در آن محیط می‌باشد. براساس این مدل شش گروه اسپورومورفی مطابق با جوامع گیاهی شامل گیاهان مناطق مرتفع<sup>۳۲</sup>، پست<sup>۳۳</sup>، رودخانه<sup>۳۴</sup>، پیشگام<sup>۳۵</sup>، ساحلی<sup>۳۶</sup> و تحت-تأثیر جزر و مد<sup>۳۷</sup> معرفی گردیده است که ویژگی‌های آن‌ها به شرح زیر می‌باشد.

- اکوگروه‌های اسپورومورفی سازگار با مناطق مرتفع: این گروه شامل گیاهانی است که نسبت به شرایط نامساعد محیطی مقاوم می‌باشند. همچنین در آب نیز غوطه‌ور نشده و به زیرآب نیز فرو نمی‌روند. این گونه گیاهان به خوبی در مناطق مرتفع رشد می‌کنند. میوسپورها منتسب به این گروه شامل پولن‌های دوباله از خانواده پودوکارپارسه<sup>۳۸</sup> از مخروطیان و پولن‌های دوباله از پتریدواسپرموفیتا هستند.

- اکوگروه‌های اسپورومورفی سازگار با مناطق پست و دشت‌ها: این گروه شامل گیاهانی است که در مناطق مردابی و دشت‌ها رشد می‌کنند. گاهی تحت‌تأثیر سیلاب‌ها قرار می‌گیرند و به صورت دوره‌ای در آب شیرین غوطه‌ور می‌شوند. دسترسی آسانی به مواد غذایی دارند و در شرایط حاد تحت نفوذ دریا قرار می‌گیرند. دانه‌های پولن منسوب به سیکادال‌ها<sup>۳۹</sup>، بنتیتال‌ها<sup>۴۰</sup>، ژینکوال‌ها، برخی از مخروطیان (تاکسودیاسه<sup>۴۱</sup>) و لیکوفیت‌ها مربوط به این گروه هستند.

- اکوگروه‌های اسپورومورفی سازگار با مناطق رودخانه‌ای: این گروه مجموعه گیاهانی را شامل می‌شود که در حاشیه رودخانه‌ها زندگی می‌کنند و به‌طور متناوب به زیر آب رفته و در معرض فرسایش قرار می‌گیرند. میوسپورهای منسوب به بریوفیت‌ها و پتریدوفیت‌ها<sup>۴۱</sup> در این گروه جای می‌گیرند.

سرخس‌های امروزی در مناطق باز یا بوته‌زارهای تقریباً مرطوب و مناطقی مانند باتلاق‌ها، جلگه‌های مرطوب، حاشیه دریاچه‌ها، جنگل‌های کوهستانی مرطوب، محیط‌های ساحلی با رطوبت بالا و نواحی معتدل جنگل‌های بارانی دیده می‌شوند. این گیاهان ممکن است در مناطق کم‌نور، در حاشیه رودخانه‌ها و روی پشته‌های مرطوب نیز وجود داشته باشند (Fakhr, 1975; Vakhrameev, 1991; Tidwell and Nishida, 1993; Cantrill, 1995; Collinson, 1996; Deng, 2002). فرم‌های مختلف این خانواده‌ها امروزه، عموماً آب و هوای گرم و مرطوب و مناطق استوایی تا نیمه‌استوایی را ترجیح می‌دهند (Vakhrameev, 1991). پس از سرخس‌ها مخروطیان با ۱۱ درصد دارای بیش‌ترین فراوانی هستند. سپس لیکوفیت‌ها<sup>۲۷</sup> با ۹ درصد، سیکادوفیت‌ها<sup>۲۸</sup> ۸ درصد، ژینکوفیت‌ها<sup>۲۹</sup> ۴ درصد، پتریدواسپرموفیت‌ها<sup>۳۰</sup> ۳ درصد و بریوفیت‌ها<sup>۳۱</sup> با ۱ درصد نیز حضور دارند. با در نظر گرفتن شرایط امروزی گیاهان والد میوسپورها می‌توان نتیجه گرفت که نهشته‌های مورد مطالعه در آب و هوای گرم-نیمه‌گرم و مرطوب تشکیل شده‌اند.

بازسازی اقلیم دیرینه با استفاده از اکوگروه‌های اسپورومورفی: آبینک و همکاران (Abbinck et al, 2004) براساس پراکندگی پوشش گیاهان عهدحاضر و تلفیق اطلاعات گیاهی و پالینولوژی، یک مدل اجتماع دیرینه را مورد بررسی قرار دادند. براساس مدل اکوگروه‌های اسپورومورفی، اسپور و پولن‌ها در گروه‌هایی به نام اکوگروه‌های اسپورومورفی طبقه‌بندی شده‌اند که هر کدام مربوط به محیط اکولوژیکی خاصی می‌باشند. تغییر در فراوانی نسبی گروه‌های اسپورومورفی و ترکیب کمی آن‌ها،

میوسپور *Cerebropollenites* از تاکسودایسه‌آ متعلق به مخروطیان جز این گروه محسوب می‌شود.

- اکوگروه‌های اسپورومورفی سازگار با مناطق پیشگام: این مجموعه شامل گیاهانی است که از نظر فیزیولوژی مستحکم نمی‌باشند و به‌طور طولانی‌تر در آب غوطه‌ور می‌شوند.

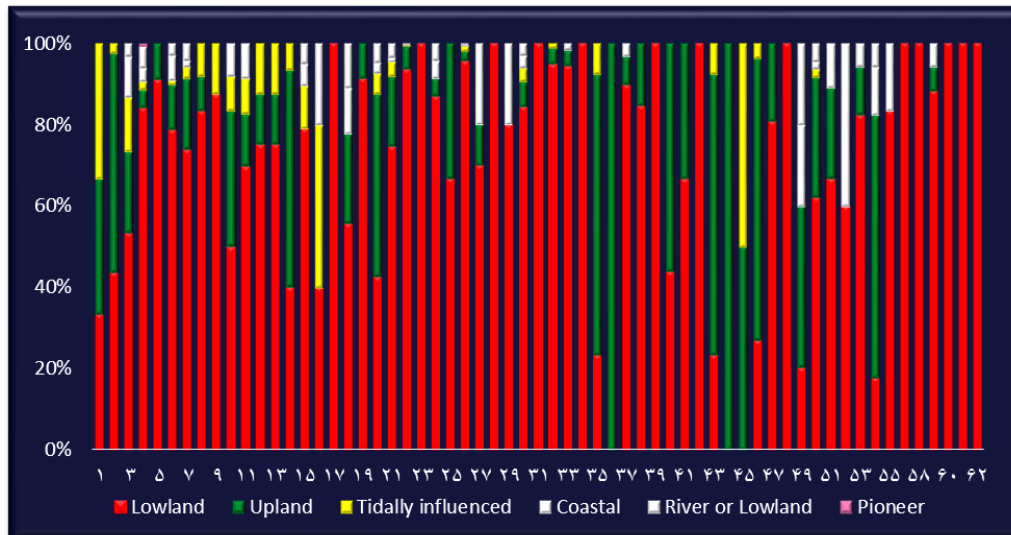
جدول ۲: طبقه‌بندی اکوگروه‌های اسپورومورفی در عضو قدیر، سازند نایبند

Upland		
<i>Ashmoripollis reducta</i>	<i>Chordasporites australiensis</i>	<i>Lunatisporites noviaulensis</i>
Other Bisaccate pollen	<i>Ovalipollis ovalis</i>	<i>Podocarpidites astrictus</i>
<i>Quadraeculina anellaformis</i>	<i>Striatissaccus novimundi</i>	
Lowland		
<i>Anapiculatisporites</i> sp. cf. <i>A. pristidentatus</i>	<i>Apiculatisporis lentus</i>	<i>Apiculatisporis</i> sp. cf. <i>A. clematissi</i>
<i>Chasmatosporites apertus</i>	<i>Chasmatosporites major</i>	<i>Converrucosisporites rewanensis</i>
<i>Cyathidites minor</i>	<i>Cycadopites</i> spp.	<i>Deltoidospora hallii</i>
<i>Dictyophyllidites mortonii</i>	<i>Falcisporites nuthallensis</i>	<i>Foveogleicheniidites atavus</i>
<i>Gleicheniidites senonicus</i>	<i>Guthoerlisporites</i> sp. A.	<i>Impardecispora apiverrucata</i>
<i>Kyrtomisporis laevigatus</i>	<i>Laevigatosporites ovatus</i>	<i>Lundbladispora brevicula</i>
<i>Matonisporites crassiangulatus</i>	<i>Punctatisporites microtumulosus</i>	<i>Ricciisporites tuberculatus</i>
<i>Rugulatisporites trisinus</i>	<i>Striatella gyratus</i>	<i>Striatella parva</i>
<i>Striatella patenii</i>	<i>Striatella scanica</i>	<i>Striatella seebergensis</i>
<i>Striatella</i> spp.	<i>Todisporites major</i>	<i>Toripustulatisporites hokonuiensis</i>
<i>Toripustulatisporites</i> spp.	<i>Verrucosisporites</i> sp. cf. <i>V. carnarvonensis</i>	<i>Verrucosisporites</i> spp.
River		
<i>Annulispora</i> sp. cf. <i>A. canalicula</i>	<i>Aratrisporites</i> spp.	<i>Foveosporites mimosae</i>
<i>Limbosporites antiquus</i>	<i>Limbosporites denmeadii</i>	<i>Limbosporites lundbladii</i>
<i>Limbosporites</i> sp. cf. <i>L. antiquus</i>	<i>Limbosporites</i> spp.	<i>Neoraistrickia suratensis</i>
Pioneer		
<i>Cerebropollenites macroverrucosus</i>		
Coastal		
<i>Araucariacites australis</i>	<i>Araucariacites fissus</i>	<i>Callialasporites dampieri</i>
<i>Platysaccus queenslandi</i>		
Tidally influenced		
<i>Alisporites australis</i>	<i>Alisporites lowoodensis</i>	<i>Alisporites similis</i>
<i>Densoisporites</i> spp.	<i>Densoisporites velatus</i>	<i>Retitriteles austroclavatioides</i>
River or Lowland		
<i>Converrucosisporites cameronii</i>	<i>Lophotriteles</i> sp. cf. <i>L. bauhiniae</i>	<i>Thymospora ipsviciensis</i>

موجود در چاه مورد مطالعه مشخص گردید (جدول ۲). همانگونه که ملاحظه می‌شود میوسپورهای متعلق به شش اکوگروه گیاهی مذکور در این رسوبات وجود دارند. برای طبقه‌بندی میوسپورها در اکوگروه‌های اسپورومورفی از منابع ذیل استفاده شد. ابینک (1998, Abbink)، ابینک و همکاران (2004, Abbink et al)، دیکسون (2013, Dixon)، کاستاچر (2010, Kustatscher)، کراپ نیک و همکاران (2014, Krupnik et al)، لی و همکاران (2016, Li et al). فراوانی نسبی جوامع گیاهی مختلف در عضو قدیر سازند نایبند نشان دهنده حضور حداکثری اکوگروه‌های اسپورومورفی سازگار با مناطق پست و دشت‌ها می‌باشد (شکل ۵).

-اکوگروه‌های اسپورومورفی سازگار با مناطق ساحلی: گیاهان این گروه در کنار رودخانه رشد می‌کنند و دائماً از تنش‌های اکولوژی از قبیل نفوذ آب شور و جریان‌ات نمکی تاثیر می‌پذیرند. میوسپورهای منتسب به آراکاریاسه<sup>۴۲</sup> و کایرولپیدیاسه<sup>۴۳</sup> (از مخروطیان) در این گروه جای می‌گیرند.

-اکوگروه‌های اسپورومورفی سازگار با مناطق جزر و مدی: گیاهان این گروه به صورت روزانه (به‌طور منظم) تحت‌تاثیر جریان‌ات جزر و مدی قرار می‌گیرند. در هنگام مد (با بالا آمدن آب دریا) به زیر آب فرو می‌روند. برخی از میوسپورهای منتسب به پتریدواسپرموفیتا و لیکوفیت‌ها متعلق به این گروه هستند. با توجه به مدل فوق، طبقه‌بندی اکوگروه‌های اسپورومورفی میوسپورهای



شکل ۵: نمودار فراوانی جوامع گیاهی مختلف در عضو قدیر، سازند نایبند، چاه اکتشافی شماره ۹۴۸b

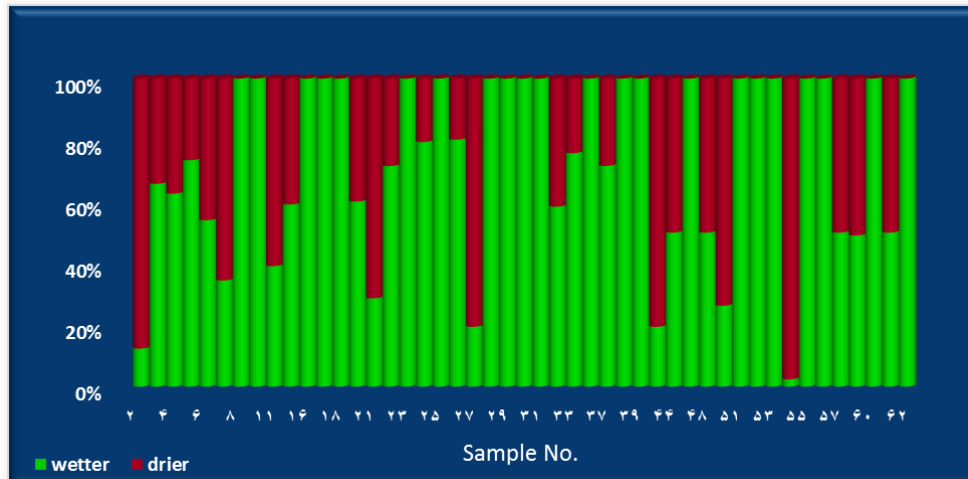
شاخص مربوط به این سه جامعه گیاهی در چهار گروه اقلیمی گرم<sup>۴۴</sup>، سرد<sup>۴۵</sup>، مرطوب<sup>۴۶</sup> و خشک<sup>۴۷</sup> طبقه‌بندی شدند (جدول ۳). با توجه به مدل اکوگروه‌های اسپورومورفی برای بازسازی آب و هوای گذشته، درصد فراوانی چهار گروه ذکر شده محاسبه و نمودارهای اکولوژی<sup>۴۸</sup> مربوط به آن‌ها ترسیم گردید (شکل‌های ۶ و ۷). نسبت بالای اسپورومورف‌های warmer/cooler و نسبت پایین اسپورومورف‌های drier/wetter، آب و هوای گرم و مرطوب را در زمان نهشته‌شدن عضو قدیر در چاه اکتشافی مورد مطالعه نشان می‌دهد.

بازسازی اقلیم‌دیرینه براساس نسبت تجمعات پوشش گیاهی و اسپورومورفی: طبق مدل ارائه شده توسط آبینک (Abbink et al, 2001) تغییرات اقلیمی به‌طور قابل توجهی باعث تغییر در ترکیب و فراوانی تشکیل‌دهندگان اکوگروه‌های اسپورومورفی می‌شوند. به منظور بازسازی آب و هوای گذشته به دلیل حساس‌تر بودن سه گروه گیاهی سازگار با مناطق پست و دشت‌ها، سازگار با مناطق ساحلی و سازگار با مناطق مرتفع نسبت به تغییرات اقلیمی (از میان شش گروه اسپورومورفی) تنها از این سه گروه گیاهی استفاده می‌شود. بنابراین در رسوبات مورد مطالعه میوسپوره‌های

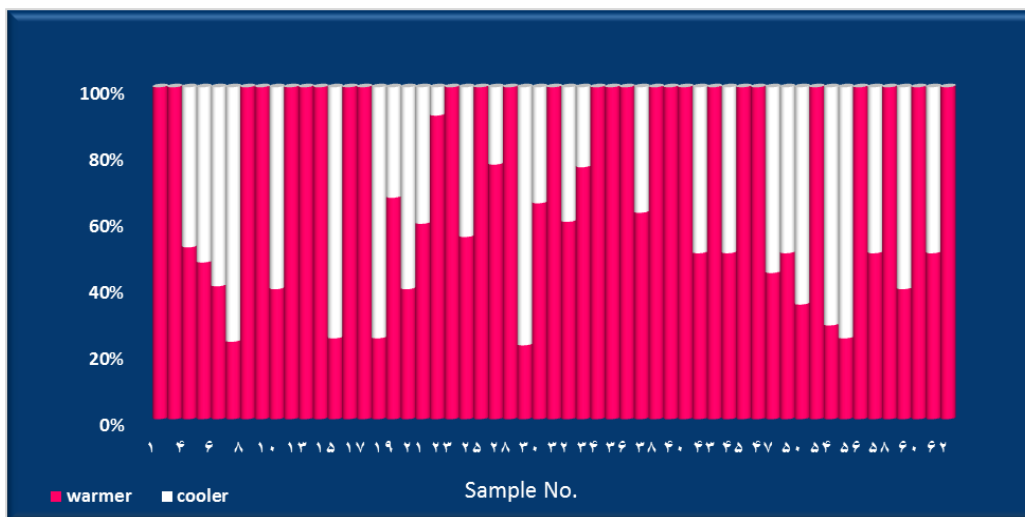
جدول ۳: اسپورومورف‌های شاخص اکوگروه‌های گیاهی سازگار با مناطق پست و دشت‌ها، مناطق ساحلی و مناطق مرتفع و ارتباط آن‌ها با

تغییرات اقلیمی

Spore/pollen genera	Ecological type
<i>Apiculatisporis</i>	Wetter/Warmer
<i>Converrucosisporites</i>	Wetter/Warmer
<i>Cycadopites</i>	Wetter/Warmer
<i>Dictyophyllidites</i>	Wetter/Warmer
<i>Kyrtomispors</i>	Wetter/Warmer
<i>Podocarpidites</i>	Wetter/Warmer
<i>Punctatisporites</i>	Wetter/Warmer
<i>Quadraeculina</i>	Wetter/Warmer
<i>Striatella</i>	Wetter/Warmer
<i>Todisporites</i>	Wetter/Warmer
<i>Cyathidites</i>	Drier/Warmer
<i>Deltoidospora</i>	Drier/Warmer
<i>Gleicheniidites</i>	Drier/Warmer
<i>Cerebropollenites</i>	Drier/Warmer
<i>Matonisporites</i>	Drier/Warmer
<i>Ovalipollis</i>	Drier/Warmer
<i>Annulispora</i>	Drier/Cooler
<i>Aratrisporites</i>	Drier/Cooler
<i>Chasmatosporites</i>	Drier/Cooler
<i>Neoraistrickia</i>	Drier/Cooler
<i>Araucariacites</i>	Cooler
<i>Callialasporites</i>	Cooler
<i>Platysaccus</i>	Warmer
<i>Ricciisporites</i>	Warmer



شکل ۶: فراوانی نسبی گروه‌های مختلف گیاهی سازگار با شرایط مختلف آب و هوایی (خشکی دوست، رطوبت دوست) در عضو قدیر، سازند نایبند، چاه اکتشافی شماره ۹۴۸b



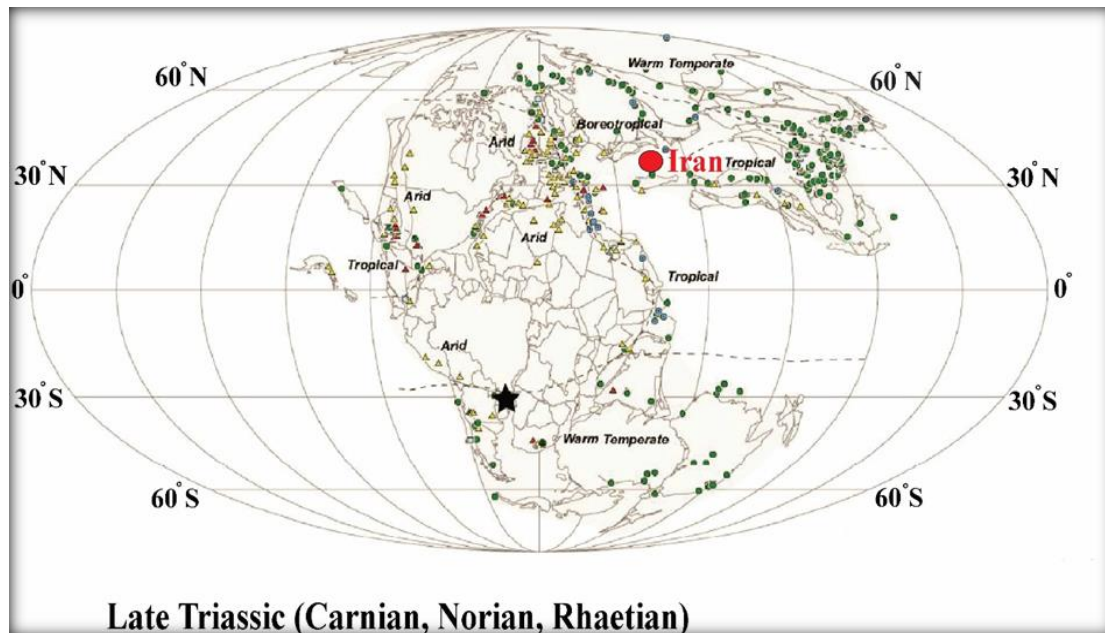
شکل ۷: نمودار چگونگی توزیع فراوانی گروه‌های مختلف گیاهی سازگار با شرایط مختلف آب و هوایی (گرما دوست، سرما دوست) نسبت به هم در عضو قدیر، سازند نایبند، چاه شماره ۹۴۸b

جای خود را به آب و هوای نسبتاً مرطوب و معتدل در تریاس پسین می‌دهد که وجود رسوبات کربناتی و فراوانی ماسه‌سنگ‌های لیتیک و فلدسپاردار، در توالی‌های اواخر تریاس مؤید این شرایط می‌باشند (Seyed-Emami, 2003). براساس مطالعات بیس و همکاران (Besse et al, 1998; Seyed-Emami, 2003) در طول دوره‌ی پرمین، موقعیت جغرافیایی ایران در نیمکره جنوبی، نزدیک به خط استوا بود و طبق مطالعات ماتسوموتو و همکاران (Matsumoto et al, 1995) ایران از عرض جغرافیایی حدود ۱۰ درجه جنوبی در تریاس پیشین، به عرض جغرافیایی حدود ۳۵ درجه شمالی در تریاس پسین، تغییر مکان داد (شکل ۸). بازشدن اقیانوس نئوتتیس، تأثیر به‌سزایی در جغرافیای

اقلیم و جغرافیای دیرینه<sup>۴۹</sup> ایران در دوره تریاس آب و هوای دوره تریاس در واقع یک مرحله انتقال از یخبندان‌های محلی اواخر پالئوزوئیک به آب و هوای گرم گلخانه‌ای<sup>۵۰</sup> اواسط تا اواخر مزوزوئیک می‌باشد. در طی تریاس، نه تنها عصرهای یخبندان مشاهده نگردیده است بلکه شواهدی از توده‌های یخ در دریا‌های<sup>۵۱</sup> قطب شمال و جنوب نیز دیده نشده‌است (Lucas and Orchard 2013; Benton, 2016). بنابراین در تریاس در منطقه نیمه‌استوایی افزایش درجه حرارت در خشکی‌های نسبتاً گسترده وجود داشته که با وجود تبخیری‌های گسترده در این زمان مشخص می‌شوند (Lucas and Orchard, 2013). این شرایط گرم و خشک موجود در تریاس پیشین و میانی،

ایران، در مزوزوئیک و سنوزوئیک در حاشیه فعال شمال گندوانا قرار داشت (Seyed-Emami, 2003). موقعیت جغرافیایی ایران مرکزی در تریاس پسین که در جنوب اوراسیا و عرض جغرافیایی حدود ۳۵ درجه شمالی قرار داشته است حکایت از آب و هوای گرم و مرطوب در این محدوده زمانی می‌نماید. مطالعات پالینولوژی نیز این نوع آب و هوا را تایید می‌نمایند.

دیرینه تریاس ایران داشت. این بازشدگی سبب جدایش قاره سیمین از قاره گندوانا و رانش آن به سمت شمال و همچنین موجب بسته شدن پالئوتتیس و حرکت پلیت ایران تا حاشیه فعال جنوبی اوراسیا (پلیت توران) شد. در تریاس پسین تا اوایل ژوراسیک میانی، بخش‌های شمال ایران و ایران مرکزی (پلیت ایران)، مرز جنوبی اوراسیا را تشکیل می‌دادند. بر خلاف پلیت ایران، بخش جنوب‌غربی



شکل ۸: جایگاه ایران در نقشه تصحیح شده اقلیم و جغرافیای دیرینه تریاس پسین برگرفته از هورن و همکاران (Horn et al, 2017)

wetter/drier و موقعیت جغرافیای پلیت ایران در زمان تریاس پسین در حاشیه جنوبی فعال اوراسیا (پلیت توران) و عرض جغرافیایی حدود ۳۵ درجه شمالی نیز نتایج فوق مبنی بر حاکم بودن آب و هوای گرم و مرطوب را تایید می‌نمایند.

### سپاسگزاری

از مسئولین مجتمع معادن زغال سنگ طبس (شرکت تهیه و تولید مواد معدنی) و شرکت زغال سنگ پروده طبس به سبب فراهم نمودن شرایط برای دسترسی و نمونه‌برداری از مغزه‌های حفاری چاه اکتشافی شماره 948 b تشکر می‌نماییم. از جناب آقای مهندس زندمنفرد به واسطه مشاوره و راهنمایی‌هایشان در تمامی مراحل نمونه‌برداری صمیمانه قدردانی می‌شود.

### نتیجه‌گیری

پالینومورف‌های متنوع با فراوانی قابل ملاحظه شامل اسپورها، پولن‌ها، سیست داینوفلاژله‌ها، آستر داخلی فرامینیفرها، اکریتاک و اسپورها الگ با حفظ‌شدگی متوسط تا خوب در نهشته‌های مورد مطالعه وجود دارند. میوسپورهای موجود در رسوبات مورد مطالعه، به ترتیب فراوانی به سرخس‌ها، سیکادوفیتا، لیکوفیتا، مخروطیان، ژینکوفیت‌ها، پتریدواسپرموفیتا و بریوفیتا نسبت داده شدند. بنابراین سرخس‌ها در ترکیب پوشش گیاهی اطراف محیط رسوبی نهشته‌های مورد مطالعه بیش‌ترین فراوانی و تنوع را داشتند. با توجه به شرایط زیست‌امروزی گروه‌های گیاهی مذکور و فراوانی سرخس‌ها، می‌توان نتیجه گرفت نهشته‌های مورد مطالعه در آب و هوای گرم تا نیمه‌گرم و مرطوب نهشته شده‌اند. علاوه بر فراوانی و تنوع بالای سرخس‌ها، نسبت بالای پالینومورف‌های warmer/cooler،

## پانوش

- |                               |                            |
|-------------------------------|----------------------------|
| 1-Palynozone                  | 27-Lycophyta               |
| 2-Palynomorphs                | 28-Cycadophyta             |
| 3-Acritarch                   | 29-Ginkgophyta             |
| 4-Dinoflagella                | 30-Pteridospermophyta      |
| 5-Palynozones                 | 31-Bryophyta               |
| 6-Coniferophyta               | 32-Upland SEGs             |
| 7-Pterophyta                  | 33-Lowland SEGs            |
| 8-Foraminiferal test lining   | 34-River SEGs              |
| 9-Algal Spore                 | 35-Pioneer SEGs            |
| 10-palaeoclimatology          | 36-Coastal SEGs            |
| 11-Sporomorph EcoGroups: SEGs | 37-Tidally-influenced SEGs |
| 12-Sporae dispersae           | 38-Podocarpaceae           |
| 13-Sporangium                 | 39-Cycadales               |
| 14-In situ                    | 40-Bennettitales           |
| 15-Vascular cryptogams        | 41-Pteridophyta            |
| 16-Schizaeaceae               | 42-Araucariaceae           |
| 17-Osmundaceae                | 43-Cheirolepidiaceae       |
| 18-Dipteridaceae              | 44-Warmer                  |
| 19-Marattiaceae               | 45-Cooler                  |
| 20-Dicksoniaceae              | 46-Wetter                  |
| 21-Cyatheaceae                | 47-Drier                   |
| 22-Gleicheniaceae             | 48-Ecology                 |
| 23-Matoniaceae                | 49-Palaeogeography         |
| 24-Pteridaceae                | 50-Green house             |
| 25-Epiderm                    | 51-Ice pack                |
| 26-Cuticle                    |                            |

## منابع (References)

- Aghanabati, S.A., 2004. The Geology of Iran, Geological Survey and Mineral Exploration of the country, 606 p (in Persian).
- Aghanabati, S.A., 2009. Stratigraphic Lexicon of Iran. Geological Survey of Iran, Geological Survey of Iran, v. 3 (Triassic), 747 p (in Persian).
- Abbink, O.A., 1998. Palynological investigations in the Jurassic of the North Sea region, Laboratory of Palaeobotany and Palynology, Contribution Series 8, 192 p.
- Abbink, O.A., Targarona, J., Brinkhuis, H. and Visscher, H., 2001. Late Jurassic to earliest Cretaceous palaeoclimatic evolution of the southern North Sea, *Global and Planetary Change*, v. 30, p. 231-256.
- Abbink, O.A., Van Konijnenburg-Van Cittert, J.H.A., Van der Zwan, C.J. and Visscher H., 2004. A sporomorph ecogroup model for the Northwest European Jurassic-Lower Cretaceous II: Application to an exploration well from the Dutch North Sea. *Netherlands Journal of Geosciences, Geologie En Mijnbouw*, v. 83, p. 81-91. Doi:10.1017/S0016774600020059.
- Balme, B.E., 1995. Fossil in situ spores and pollen grains: an annotated catalogue, *Review of Paleobotany and Palynology*, v. 87, p. 81-323.
- Barron, E., Gomez, J.J., Goy, A. and Pieren, A.P., 2006. The Triassic-Jurassic boundary in Asturias (northern Spain): palynological characterization and facies, *Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 138, p. 187-208.
- Batten, D.J. and Dutta, R.J., 1997. Ultrastructure of exine of gymnospermous pollen grains from Jurassic and basal Cretaceous deposits in Northwest Europe and implications for botanical relationships. *Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 99, p. 25-54.
- Bahmanpour, H., Mafi, A., Darbiki, M. and Salajeh, B., 2020. Environmental Literacy Educational Package for Educators and Facilitators; Climate Change, First Edition, Zarnevesht Publications, 202 p (in Persian).
- Benton, M.J., 2016. Primer, the Triassic. *Current Biology Magazine*, v. 26, R1205-R1225.

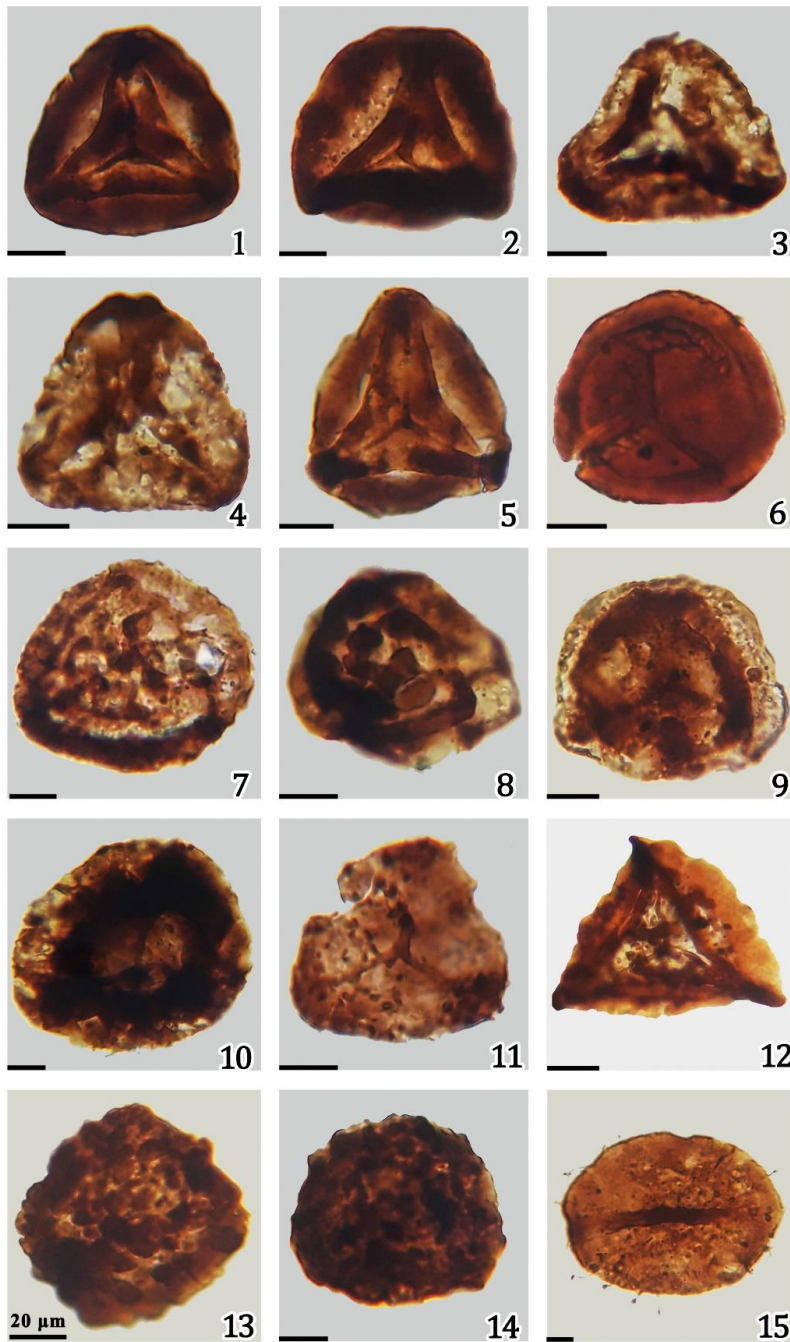
- Boulter, M.C. and Windle, T., 1993. A reconstruction of some Middle Jurassic vegetation in Northern Europe, *Special Papers in Palaeontology*, v. 49, p. 125-154.
- Bronnimann, P., Zaninetii, L., Bozorgna, F., Dashti, G.R. and Moshtaghian, A., 1971. Lithostratigraphy and foraminifera of the Upper Triassic Nayband Formation, Iran, *Revue de Micropaleontologie*, v. 14, p. 7-16.
- Buatois, L.A., Labandeira, C.C., Mángano, M.G., Cohen, A. and Voigt, S., 2016. The Mesozoic Lacustrine Revolution, In *The Trace-Fossil Record of Major Evolutionary Events* (eds MG Mángano and LA Buatois), p. 179-263. Dordrecht: Springer.
- Cantrill, D.J., 1995. The occurrence of the fern *Hausmannia Dunker* (Dipteridaceae) in the Cretaceous of Alexander Island, Antarctica, *Alcheringa*, v. 19, p. 243-254.
- Cirilli, S., Buratti, N., Senowbari-Daryan, B. and Fürsich, F.T., 2005. Stratigraphy of the Upper Triassic Nayband Formation of East-Central Iran and paleoclimatological implications, *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, v. 11, p. 259-270.
- Collinson, M.E., 1996. What use are fossil ferns? 20 years on: with a review of the fossil history of extant Pteridophyta families and genera. In: Camus, J.M., Johns, R.J. and Gibby, (eds.), *Pteridology in Perspective*. Royal Botanic Gardens, Kew: p. 349-394.
- Couper, R.A., 1960. New Zealand Mesozoic and Cainozoic plant microfossils, *New Zealand Geological Survey, Palaeontological Bulletin*, v. 32, 87 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 Bull.*, v. 62, 164 p.
- Deng, Sh., 2002. Ecology of the Early Cretaceous ferns of North-east China, *Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 119, p. 93-112. Doi: 10.1016/S0034-6667(01)00131-2.
- Dettmann, M.E., 1963. Upper Mesozoic microfloras from southeastern Australia, *Proceeding of the Royal Society Victoria*, v. 77, p. 1-148.
- Dettmann, M.E., 1986. Early Cretaceous palynofloras of subsurface Strata correlative with the Koonwarra fossil bed, Victoria. In: Jell, P.A., Roberts, J. (Eds.), *Plants and Invertebrates from the Lower Cretaceous Koonwarra Fossil Bed*, South Gippsland, Victoria, *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists*, v. 3, p. 79-110.
- Dettmann, M.E., 1994. Cretaceous vegetation: the microfossil record. In: Hill, R.S. (ed.), *History of the Australian vegetation: Cretaceous to Recent*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 143-170.
- Dettmann, M.E. and Clifford, H.T., 1992. Phylogeny and biogeography of *Ruffordia mohria* and *Anemia* (Schizaeaceae) and *Ceratopteris* (Pteridaceae): evidence from in situ and dispersed spores. *Alcheringa*, v. 16, p. 269-314. <https://doi.org/10.1080/03115519208619111>.
- Dixon, T., 2013. *Palynofacies and Palynological Analysis of Late Triassic Sediments from the Kentish Knock-1 Well (Northern Carnarvon Basin, NW Australia)*, Master Thesis in Geosciences, Discipline: Environmental Geology Department of Geosciences Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Oslo, 70 p.
- Dodson, J.R. and Macphail, M.K., 2004. Palynological evidence for aridity events and vegetation change during the Middle Pliocene, a warm period in Southwestern Australia, *Global and Planetary Change*, v. 41, p. 285-307. Doi:10.1016/j.gloplacha.2004.01.013
- Douglas, J.A., 1929. A marine Triassic fauna from eastern Persia. *Quarterly Journal of Geological Society of London*, v. 85, p. 624-650. <https://doi.org/10.1144/GSL.JGS.1929.085.01-04.20>
- Fakhr, M.S., 1975. Contribution a l'etude de la flora rheto-liassique de la Formation Shemshakde L Elbours (Iran), These, University Pierre et Marie Curie Paris VI: Publication du laboratoire de Paleobotanique de l' University Paris, v. 2, 421 p.
- Filatoff, J., 1975. Jurassic palynology of the Perth Basin, Western Australia, *Palaeontographica, Abteilung B*, v. 154, p. 1-113.
- Filatoff, J. and Price, P.L., 1988. A pteridacean spore lineage in the Australian Mesozoic, In: Jell P.A. Playford G. (Eds.), *Palynological and palaeobotanical studies in honor of Basil E. Balme*, *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists*, v. 5, p. 89-124.
- Harris, W.K., 1974. Palynology of Paleocene sediments at Site 214, Ninetyeast Ridge. In: Von Der Borch, C.C. Sclater, J.G. (Eds.),



- Initial Report of the Deep Sea Drilling Project, v. 22, p. 503-519.
- Ho, Y.W., Huang, Y.L., Chen, J.C. and Chen, C.T., 2016. Habitat environment data and potential habitat interpolation of *Cyathea lepifera* at the Tajen Experimental Forest Station in Taiwan, *Mongabay.com Open Access Journal - Tropical Conservation Science* v. 9, p. 153-166.
- Horn, B.L.D., Goldberg, K. and Schultz, C.L., 2017. A loess deposit in the late Triassic of southern Gondwana, and its significance to global paleoclimate, *Journal of South American Earth Sciences*, S0895-9811(17)30137-2. doi: 10.1016/j.jsames.2017.11.017
- Kian Mehr, H., 2004. The diversity and evolution of land plants, published by Ferdowsi University of Mashhad, 368 p (in Persian).
- Kimyai, A., 1968. Jurassic plant microfossils from the Kerman region, *Bulletin of the Iranian Petroleum Institute*, v. 33, p. 91-111.
- Kluiver, H.M., Tirrul, R., Chance, P.N., Johns, G.W. and Meixner, H.M., 1983. Explanatory text of the Nayband Quadrangle Map 1:250.000. Geological Survey of Iran, Geology Quadrangle j8, Tehran, 143 p.
- Korall, P., Conant, D.S., Metzgar, J.S., Schneider, H. and Pryer, K.M., 2007. A molecular phylogeny of scaly tree ferns (*Cyatheaceae*), *American Journal of Botany*, v. 94, p. 873-886. Doi: 10.3732/ajb.94.5.873.
- Korall, P. and Pryer, K.M., 2014. Global biogeography of scaly tree ferns (*Cyatheaceae*): evidence for Gondwanan vicariance and limited transoceanic dispersal, *Journal of Biogeography (J. Biogeogr.)*, v. 41, p. 402-413.
- 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*, v. 54, p. 35-65. doi: 10.2478/acpa-2014-000.
- Kustatscher, E., Johanna, H.A., Van Konijnenburg-van, C. 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 Prà della Vacca (Olang Dolomites, N-Italy). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 290, p. 71-80. Doi: 10.1016/j.palaeo.2009.07.001.
- Loiseau, O., Weigand, A., Noben, S., Rolland, J., Silvestro, D., Michael Kessler, M., Lehnert, M. and Salamin, N., 2020. Slowly but surely: gradual diversification and phenotypic evolution in the hyperdiverse tree fern family *Cyatheaceae*, *Annals of Botany*, v. 125, p. 93-103. Doi: 10.1093/aob/mcz145.
- Li, L., Wang, Y., Vajda, V. and Liu, Z., 2016. Late Triassic ecosystem variations inferred by palynological records from Hechuan, southern Sichuan Basin, China, *Palaontologische Gesellschaft*, v. 90, p. 327-348.
- Lucas, S.G. and Orchard, M.J., 2013. Triassic, Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, *Encyclopedia of Geology*, v. 2005, p. 334-351.
- Madler, K., 1964. Bemerkenswerte Sporeformen aus dem Kuper und unteren Lias Fortschritte Geologie von Rheinland und Westfalen, v. 12, p. 169-200.
- 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 *Microcachryidites* 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 (Queensland): University of Queensland, 620 p.
- Matsumoto, R., Zheng, Z., Kakuwa, Y., Hamdi, B. and Kimura, H., 1995. Preliminary results of paleomagnetic study on the Cambrian to the Triassic rocks of the Alborz. Northeast Iran, *Journal of the Faculty of Science, University of Tokyo*, v. 22, p. 233-249.
- Mousavi, M.G., 2002. Palynostratigraphy, paleoecology, paleogeography and sedimentary environment of the Shemshak Group (Nayband Formation) in the southern and northern slopes of Naybandan Mountain, Ph.D thesis, Islamic Azad University, Department of Science and Research, 197 p.
- Mousavi, M.G., 2002. Palynostratigraphy, paleoecology, paleogeography and sedimentary environment of the Shemshak Group (Nayband Formation) in the southern

- and northern slopes of Naybandan Mountain, Ph.D thesis, Islamic Azad University, Department of Science and Research: 197 p (in Persian).
- Phipps, D. and Playford, G., 1984. Laboratory techniques for extraction of palynomorphs from sediments. Department of Geology, University of Queensland, Papers, v. 11, p. 1-23.
- Playford, G. and Dettmann, M.E., 1996. Spores, Chapter 8, In: Jansonius, J. and McGregor, D.C. (eds.): Palynology: principles and applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, v. 1, p. 227-260.
- Pocock, S.A., 1970. Palynology of the Jurassic sediments of western Canada. Part 1. Terrestrial species, Palaeontographica, Abteilung B, v. 130, p. 12-72.
- Roghi, G., 2004. Palynological investigations in the Carnian of the Cavedel Predil area (Julian Alps, NE Italy), Review of Paleobotany and Palynology, v. 132, p. 1-35.
- Sabbaghiyan, H., Aria-Nasab, M.R. and Ghasemi-Nejad, E., 2020. The palynology of the Nayband Formation (Upper Triassic) of the Tabas Block, Central Iran, Review of Palaeobotany and Palynology, v. 282, p. 104308. Doi: 10.1016/j.revpalbo.2020.104308.
- Sabbaghiyan, H., Ghasemi-Nejad, E. and Aria-Nasab, M.R., 2015. Dinoflagellate cysts from the Upper Triassic (Rhaetian) strata of the Tabas Block, East-Central Iran, Geopersia, v. 5, p. 19-26.
- Sajjadi, F., Hashemi, H. and Borzuee, E., 2015. Palynostratigraphy of the Nayband Formation, Tabas, Central Iran Basin: Paleogeographical and Paleocological implications, Journal of Asian Earth Sciences, v. 111, p. 553-567.
- Sajjadi, F. and Playford, G., 2002. Systematic and stratigraphic palynology of Late Jurassic-earliest Cretaceous strata of the Eromange Basin, Queensland, Australia. Part 2. Palaeontographica, Abteilung B, v. 261, p. 99-165.
- Schuettpelez, E., Schneider, H., Huiet, L., Windham, M.D. and Pryer, K.M., 2007. A molecular phylogeny of the fern family Pteridaceae: assessing overall relationships and the affinities of previously unsampled genera. Mol Phylogenet Evol, v. 44, p. 1172-1185. Doi: 10.1016/j.ympev.2007.04.011.
- Seyed-Emami, K., 2003. Triassic in Iran, Facies, v. 48, p. 91-106.
- Taylor, T.N., Taylor, E.L. and Krings, M., 2009. Paleobotany: The biology and evolution of fossil plants, 2nd ed. Elsevier, Academic Press, San Diego, USA, 1230 p.
- Tidwell, W.D. and Nishida, H., 1993. A new fossilized tree fern stem, *Nishidacaulis burgii* gen. et sp. nov. from Nebraska, South Dakota, U.S.A. Review of Palaeobotany and Palynology, v. 78, p. 55-67.
- Tian, N., Wang, Y.D. and Jiang, Z.K., 2008. Permineralized rhizomes of the Osmundaceae (Filicales): diversity and tempo-spatial distribution pattern. Palaeoworld, v. 17, p. 183-200. Doi: 10.1016/j.palwor.2008.10.004.
- Traverse, A., 2007. Paleopalynology, Second edition, Springer, Dordrecht, The Netherlands, 813 p.
- Vakhrameev, V.A., 1991. Jurassic and Cretaceous floras and climates of the earth, Cambridge University Press, Cambridge, 318 p.
- Van Konijnenburg-Van Cittert, J.H.A., 2002. Ecology of some Late Triassic to Early Cretaceous ferns in Eurasia, Review of Palaeobotany and Palynology, v. 119, p. 113-124.

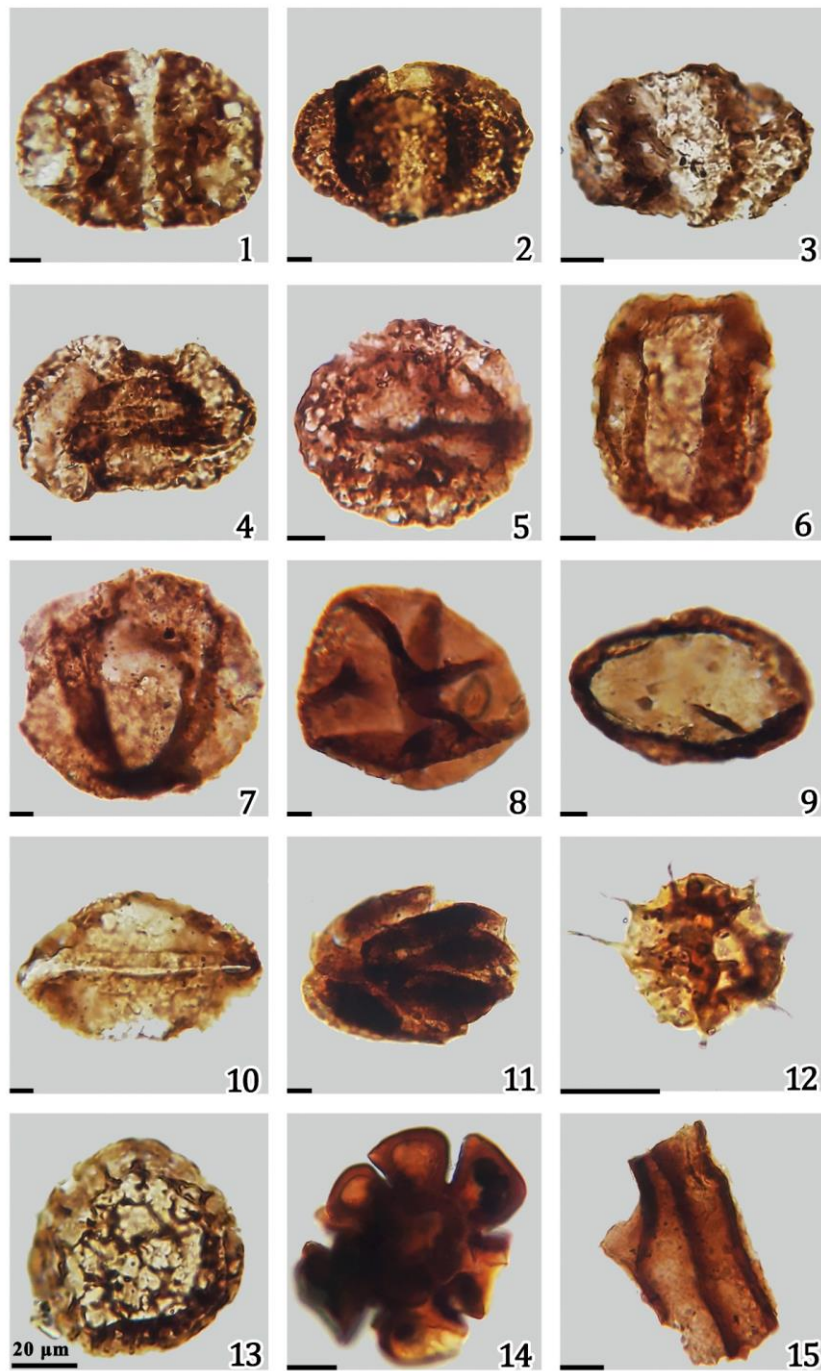
## PLATE 1



## PLATE 1

1, 2) *Kyrtomispuris laevigatus* Mädlér, 1964; proximal foci. 3, 4) *Foveogleicheniidites atavus* Raine in de Jersey and Raine 1990; proximal foci. 5) *Gleicheniidites senonicus* Ross emend. Skarby, 1964; proximal focus. 6) *Densoisporites velatus* Weyland & Krieger emend. Krasnova, 1961; proximal focus. 7) *Striatella scanica* (Nilson) Filatoff & Price, 1988; distal focus. 8) *Striatella gyratus* Playford & Dettmann, 1965; distal focus. 9) *Limbosporites* sp. proxiamal focus. 10) *Limbosporites denmeadii* (de Jersey) de Jersey & Raine, 1990; proximal focus. 11) *Lophotriteles* sp. cf. *L. bauhiniae* de Jersey and Hamilton 1967; proximal focus. 12) *Toripustulatisporites* sp. proximal focus. 13) *Verrucosisporites* sp. cf. *V. carnarvonensis* de Jersey & Hamilton, 1967; distal focus. 14) *Verrucosisporites* sp. distal focus. 15) *Aratrisporires* sp. proximal focus.

## PLATE 2

**PLATE 2**

1) *Alisporites australis* de Jersey, 1962. 2) *Falcisporites nuthallensis* (Clarke) Balme, 1970. 3) *Alisporites similis* (Balme) Dettmann, 1963. 4) *Lunatisporites noviaulensis* (Leschik) de Jersey, 1979. 5) *Chordasporites australiensis* de Jersey, 1962. 6) *Quadraeculina anellaformis* Maljavkina, 1949. 7) *Sulcosaccispora lata* de Jersey & Hamilton, 1967. 8) *Araucariacites australis* Cookson ex Couper, 1953. 9) *Chasmatosporites apertus* (Rogalska) Nilsson, 1958. 10) *Ovalipollis ovalis* Krutzsch, 1955. 11) *Ricciisporites tuberculatus* Lundblad, 1954. 12) *Micrhystridium* sp. 13) Algal spore 14) Coiled foraminifer test lining. 15) Plant tissue.