

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

فیروزه هاشمی یزدی^{۱*} , فرشته سجادی هزاوه^۲، زهرا محمدی منش^۲، نرگس سادات میرپور شاه ابوالقاسمی^۲

۱- مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۲- دانشکده زمین‌شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران، ایران

Doi: <https://doi.org/10.48308/esrj.2023.103819> (پژوهشی)

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

چکیده

به منظور بازسازی آب و هوای دیرینه سازند نایبند (عضو قدیر) در جنوب طبس، ۶۲ نمونه از مغزه‌های حفاری چاه اکتشافی شماره ۹۴۸b، جهت مطالعات پالینولوژی 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 در زمان تشکیل نهشته‌های مورد مطالعه سرخس‌ها ۶۴٪، سیکادوفیت‌ها ۱۶٪، لیکوفیتا ۹٪، مخروطیان ۴٪، ژینکوفیت‌ها ۴٪، پتریدواسپرموفیتا ۲٪ و بریوفیتا ۱٪ پوشش گیاهی اطراف محیط رسوبی را تشکیل می‌دادند. حداکثر تنوع و فراوانی نسبی متعلق به میوسپورهای منتسب به سرخس‌ها (۲۰ جنس و ۶۴٪) حاکی از فراوانی آن‌ها در ترکیب پوشش گیاهی اطراف محیط رسوبی نهشته‌های مورد مطالعه می‌نماید. این ویژگی معرف غلبه آب و هوای گرم- نیمه گرم با رطوبت بالا در زمان تشکیل این نهشته‌ها می‌باشد. براساس مدل گروه‌های اسپورومورفی، اگرچه میوسپورهای شاخص هر شش گروه اسپورومورفی در نهشته‌های مورد مطالعه وجود دارند، اما بیشترین فراوانی مربوط به اکوگروه‌های اسپورومورفی سازگار با مناطق پست و دشت‌ها می‌باشد. جهت بازسازی آب و هوای دیرینه، 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 drier/wetter و warmer/cooler 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.

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



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/>).

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

Hashemi Yazdi^{*1} , F., Sajjadi Hezaveh², F., Mohammadi Manesh², Z., Mirpoor Shah Abolghasemi², N.S.,

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

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

(Original Article) <https://doi.org/10.48308/esrj.2023.103819>

Received: 10 Dec 2022 Accepted: 08 Aug 2023

Abstract

In order to reconstruct the paleoclimate of the Nayband Formation (Qadir Member) in the south of Tabas, 62 samples collected from the exploration well no. 948b for palynological investigations. The assemblage of diverse palynomorphs includes 43 species of spores (assigned to 29 genera), 23 species of pollen (distributed among 19 genera) of land plants, dinoflagellates 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 belongs to miospores attributed to ferns (20 genera and 64%), which indicates their abundant presence in the composition of vegetation around the sedimentary environment of the studied deposits and 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 the six plant communities are present in the studied strata, but the highest frequency is related to the lowlands SEGs. In order 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. In addition, 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.

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



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/>).

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

مقدمه

سازند نایبند (تریاس پسین) با ضخامت ۲۱۹۵ متر در برش الگو، یکی از سبترترین واحدهای سنگ چینه‌ای ایران مرکزی است. نخستین بار داگلاس (Douglas, 1929) در شمال باختری روستای نایبند، این رسوبات سبتر را از پایین به بالا به سه سری حوض‌شیخ، نایبند و حوض‌خان، بدون ذکر 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. برونیمَن و همکاران (Bronnimann et al, 1971) با اندازه‌گیری این توالی سبتر 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 کلایور 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 عضوها، 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 دگرشیبی 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 (برونیمَن و همکاران، ۱۹۷۱) آخرین لایه‌های عضو حوض‌خان را حد بالایی این سازند دانسته‌اند. کلایور و همکاران (۱۹۸۳) این حد را واحد غیررسمی TrN7 می‌دانند. کارشناسان شرکت فولاد لایه‌های پایانی را عضو قدیر دانستند (آقانباتی، 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 (آقانباتی، ۱۳۸۸). به هرحال 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 (آقانباتی، 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 آب حاجی پوشیده شده است (آقانباتی، 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

و پولن) با پالینومورف‌های دریایی (داینوفلاژله) نشانگر محیط رسوبی نزدیک به ساحل در رسوبات تریاس فوقانی (رتین) بلوک طبس می‌باشد. سجادی و همکاران (Sajjadi et al, 2015) با مطالعه پالینولوژی سازند نایبند در کمرماچه کوه، جنوب شرق طبس، با معرفی سه پالینوزون^۵ غیررسمی به سن نورین-رتین، نتیجه گرفتند که فراوانی میوسپورهای منتسب به مخروطیان^۶ و سرخس‌ها^۷، 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 طبس 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 *Interval Zone Hebecysta balmei* و *Rhaetogonyaulax 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

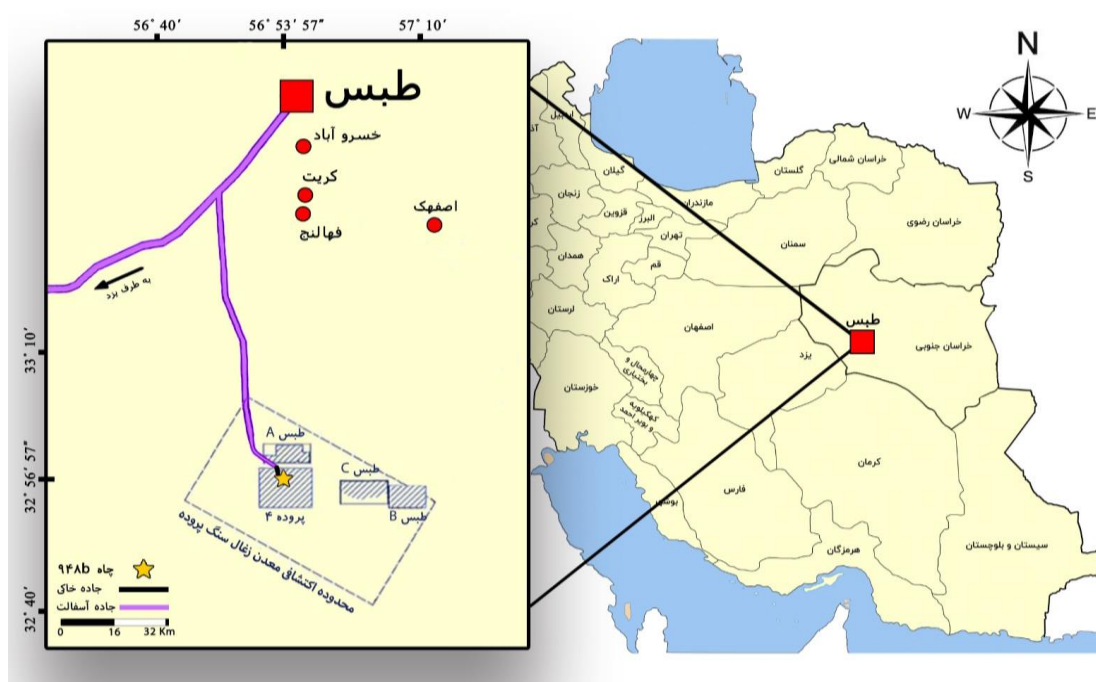
پالینومورف‌های سازند نایبند، نه پالینوزون^۱ معرفی نمود. نامبرده عضو گلکان را به کارنین پسین-نورین پیشین، عضو بیدستان را به نورین میانی، عضو حوض‌شیخ را به نورین پسین و عضو حوض‌خان را به نورین پسین-رتین پیشین نسبت داد. وی فراوانی و تنوع پالینومورف‌های^۲ دریایی (آکریتارک^۳-داینوفلاژله^۴) را نسبت به انواع 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 حفظ‌شدگی 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 رسوبات سازند نایبند به سن رتین را در بلوک طبس، شرق ایران مرکزی، مورد مطالعه پالینولوژی قرار دادند. نامبردگان با مطالعه داینوسیست‌ها که دارای تنوع و حفظ‌شدگی 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

اکتشافی شماره ۹۴۸b واقع در جنوب طبس، مورد مطالعات پالینولوژی قرار گرفته است.

منطقه مورد مطالعه

معادن زغال سنگ پروده در جنوب طبس و شرق ایران مرکزی (خراسان جنوبی) واقع شده است. در این منطقه چاه‌های اکتشافی متعددی به منظور مطالعه و استخراج زغال سنگ‌های زیرسطحی در

عضو قدیر از سازند نایند 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). دسترسی به منطقه مذکور، با استفاده از جاده آسفalte طبس-یزد (کیلومتر ۱۸) امکان پذیر می‌باشد. جاده اختصاصی مجموعه معدنی و زغال شویی پروده در جنوب جاده مذکور قرار دارد.



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

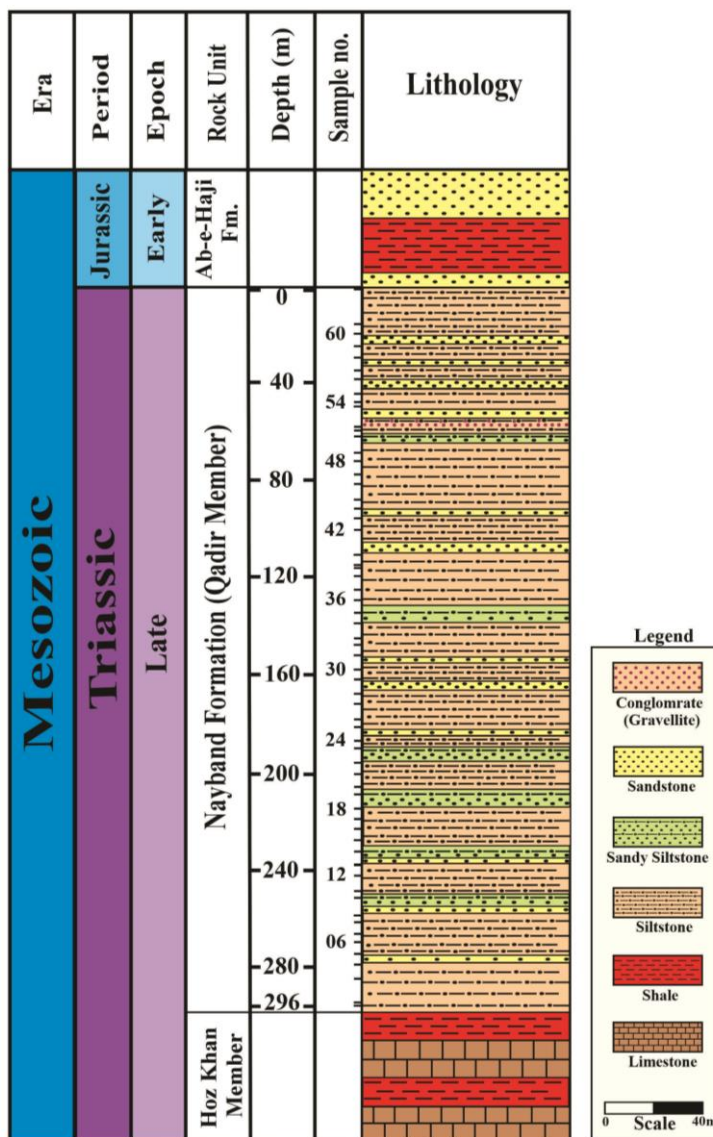
مواد و روش‌ها

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). 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 فراوان شامل اسپورها، پولن‌ها، سیست داینوفلاژله‌ها، آستر داخلی فرامینیفرها^۸، اکریتارک‌ها و اسپورهای آلگ^۹ با حفظ‌شدگی متوسط تا خوب هستند (پلیت‌های ۱ و ۲). به منظور مطالعه اقلیم دیرینه^{۱۰} گیاهان

هوای تریاس پسین در زمان تشکیل نهشته های عضو قدیر بازسازی گردید.

والد میوسپورها و گروه های اسپورومورفی^{۱۱} مشخص و فراوانی نسبی آن ها محاسبه گردید. سپس با تجزیه و تحلیل داده های موجود، آب و



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

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 می شود. به عبارت دیگر اقلیم به شرایط آب و هوایی یک منطقه جغرافیایی نظیر

دما، رطوبت، فشار اتمسفر، باد، بارش و سایر مشخصه های هواشناسی در مدت زمانی نسبتاً طولانی اطلاق می شود (بهمن پور 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 می بایست

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^{۱۵} بوده و شامل گروه‌های مختلفی مانند شیزاسه^{۱۶}، اسمونداسه^{۱۷}، دیپتریداسه^{۱۸}، ماراسیاسه^{۱۹}، دیکسونیاسه^{۲۰}، سیاتسه^{۲۱}، گلیکنیاسه^{۲۲}، ماتونیاسه^{۲۳} و پتریداسه^{۲۴} می‌باشند. در ذیل به صورت اجمالی به محیط زیست گروه‌های مذکور پرداخته می‌شود.

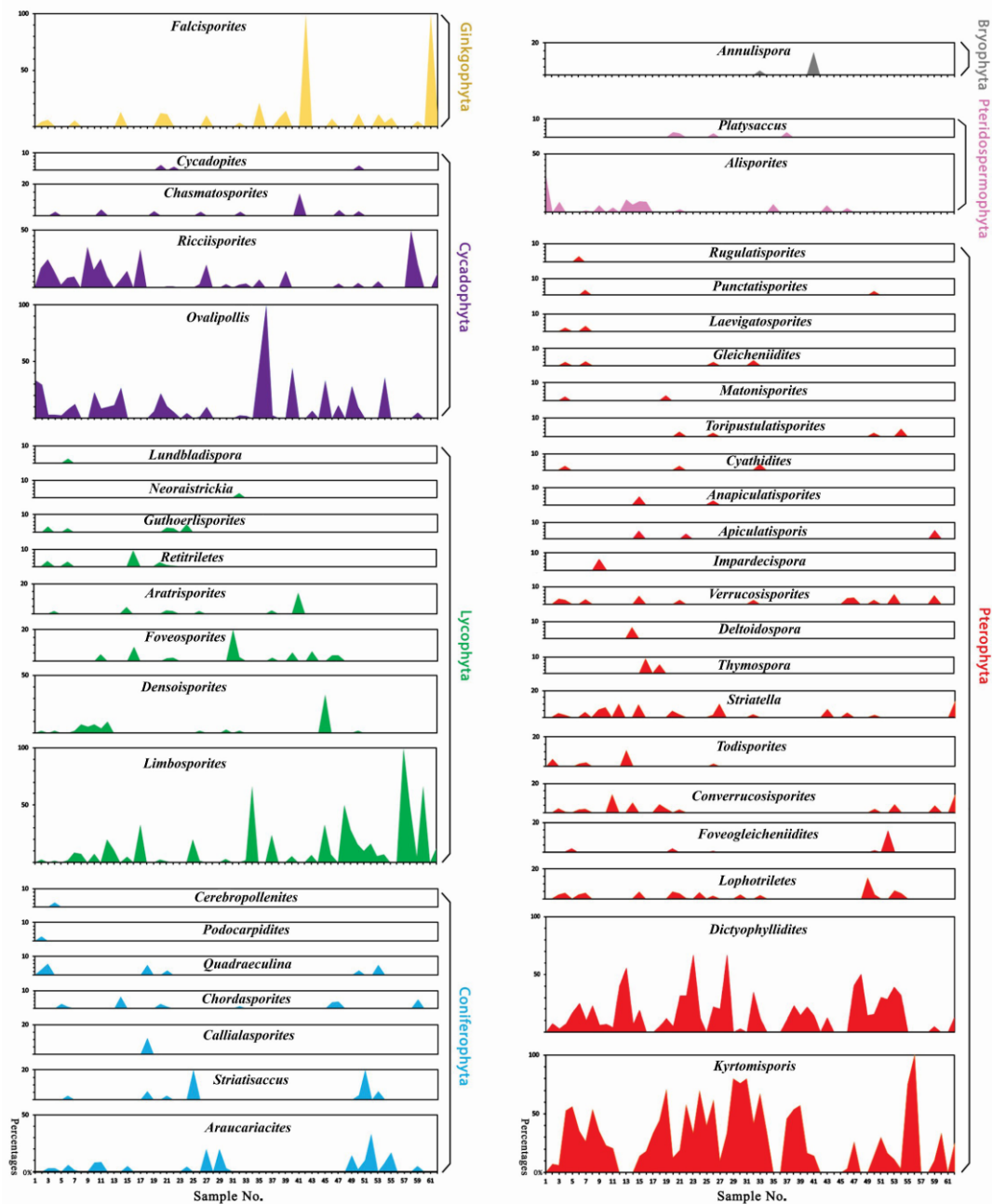
اسمونداسه‌آ: اسمونداسه‌آ عموماً معرف شرایط معتدل با رطوبت بالا در طول دوران مزوزوئیک بودند (Kimyai, 1968; Vakhrameyev, 1991; Collinson, 1996; Van Konijnenburg-Van Cittert, 2002; Dodson and Macphail, 2004; Tian et al, 2008; Buatois et al, 2016). و اغلب در اطراف محیط تشکیل زغال‌سنگ‌های لیاں در مجارستان، 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 پالینوفلورهای مورد مطالعه قرابت اسپورهای *Todisporites* مانند *Rugulatisporites* و *Verrucosisporites* به این خانواده نسبت داده شده است.

دیپتریداسه‌آ: این خانواده تا اواسط مزوزوئیک تحت شرایط معتدل، گرم، نیمه-گرم و مرطوب زندگی می‌کرده‌اند، اما تعداد آن‌ها با افزایش دما در کرتاسه

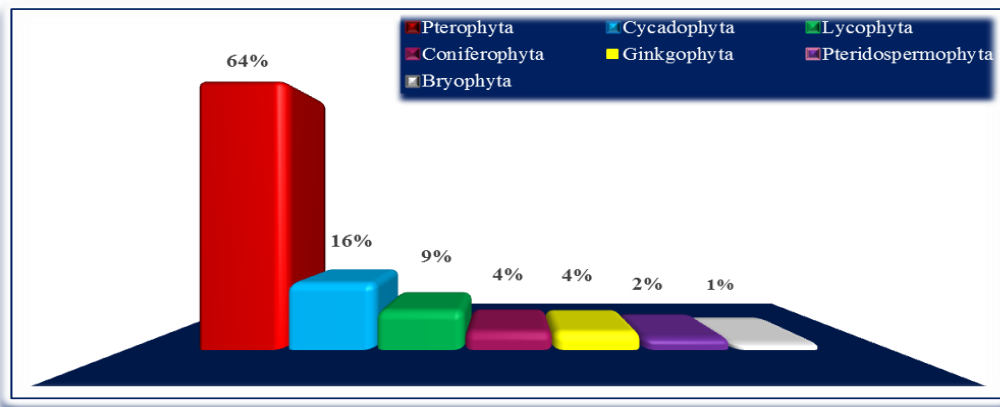
سازگاری لازم را با این شرایط پیدا می‌کردند (کیان‌مهر، ۱۳۸۳). با وجود این شرایط، اکثریت گروه‌های گیاهی توانستند در پدیده انقراض پرمو-تریاس (با وجود تغییر ساختار کلی)، بدون آسیب باقی بمانند و به تکامل خود ادامه دهند (Traverse, 2007). میکروفسیل‌های گیاهی (میوسپورها) معمولاً بدون ارتباط فیزیکی با گیاهان والد خود و به صورت پراکنده^{۱۲} در رسوبات یافت می‌شوند (Playford and Dettmann, 1996). در مواردی که میوسپورها در داخل اسپورانژیوم^{۱۳} و همراه ماکروفسیل‌های گیاهی مربوطه به صورت برج^{۱۴} 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)، 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 Clifford, 1992)، بولتر و ویندل (Boulter and Windle, 1993)، بلمه (Balme, 1995)، باتن و دوتا (Batten and Dutta, 1997)، ابینک (Abbink, 1998)، مک کلر (McKellar, 1998)، سجادی و پلی‌فورد (Sajjadi and Playford, 2002)، روقی (Roghi, 2004)، بارون و

مورد مطالعه می‌توان به *Cyathidites*، *Dictyophyllidites*، *Apiculatisporis*، *Deltoidospora*، *Foveogleicheniidites* و *Matonisporites* اشاره کرد.

به شدت کاهش یافت و در نهایت تنها *Hausmannia* از این خانواده باقی ماند (Fakhr, 1975; Van Konijnenburg-Van Cittert, 2002). از اسپورهای منتسب به این خانواده در نهشته‌های



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



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

می‌توان *Cyathidites*، *Foveogleichenioides*، *Dictyophyllidites* و *Deltoidospora* را نام برد. گلیکنیاسه‌آ: 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 میوسپورهای منسوب به گلیکنیاسه‌آ می‌توان به *Gleichenioides* و *Kyrtomisoris* اشاره کرد. ماتونیاسه‌آ: این گیاهان در مزوزوئیک دارای اپیدرم^{۲۵} یا کوتیکول^{۲۶} ضخیم بودند که این امر سازگاری آن‌ها را با محیط بالا برده و در نتیجه قدرت تحمل شرایط (تا حدی) نامطلوب اما گرم و مرطوب را داشتند. نمونه‌های امروزی نیز این خاصیت را از خود نشان می‌دهند (Van Konijnenburg-Van Cittert, 2002; Abbink et al, 2004). به عنوان مثال این نوع از سرخس‌ها در مالزی در دامنه شیب‌دار کوه‌ها و در معرض شب‌های سرد و روزهای گرم و مرطوب زندگی می‌کنند (Abbink et al, 2004). در پالینوفلوراهای مورد مطالعه قرابت *Foveogleichenioides*، *Dictyophyllidites* و *Matonisporites* به این خانواده نسبت داده شده است.

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

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 میوسپورهای منسوب به سیاتسه‌آ

پتريداسه‌آ: این گروه از سرخس‌ها که در مناطق گرمسیری مرطوب و خشک زندگی می‌کنند دارای گستردگی جهانی بوده و تنها گروهی از سرخس‌ها می‌باشند که حتی در بعضی نقاط از جمله بیابان‌ها وجود دارند (Schuettpelz et al, 2007). از پالینوفلوراهای مورد مطالعه قرابت *Striatella* به این خانواده نسبت داده شده است.

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

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>Converrucosporites</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>Foveogleicheniidites</i>	Pterophyta (Dipteridaceae, Dicksoniaceae, Cyatheaceae, Matoniaceae)
<i>Foveosporites</i>	Lycophyta (Lycopodium)
<i>Gleicheniidites</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>Lophotrilites</i>	Pterophyta?
<i>Lundbladispora</i>	Lycophyta
<i>Matonisporites</i>	Pterophyta (Matoniaceae, Dipteridaceae)
<i>Neoraistrickia</i>	Lycophyta (Lycopodiaceae, Selaginellaceae)
<i>Punctatisporites</i>	Pterophyta (Osmundaceae)
<i>Retitrlites</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

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

- 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 زیر آب نیز فرو نمی‌روند. این گونه گیاهان به خوبی در مناطق مرتفع رشد می‌کنند. میوسپورهای منتسب به این گروه شامل پولن‌های دوباله از خانواده پودوکارپارسه‌آ^{۲۸} 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 تحت تأثیر سیلاب‌ها قرار می‌گیرند و به صورت دوره‌ای در آب‌شیرین غوطه‌ور می‌شوند. دسترسی آسانی به مواد غذایی دارند و در شرایط حاد تحت نفوذ دریا قرار می‌گیرند. دانه‌های پولن منسوب به سیکادال‌ها^{۲۹}، بنتیتال‌ها^{۳۰}، ژینکوال‌ها، برخی از مخروطیان (تاکسودیاسه‌آ) 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^{۳۱} در این گروه جای می‌گیرند.

- اکوگروه‌های اسپورومورفی سازگار با مناطق پیشگام: این مجموعه شامل گیاهانی است که از نظر فیزیولوژی مستحکم نمی‌باشند و به‌طور طولانی‌تر در آب غوطه‌ور می‌شوند. میوسپور *Cerebropollenites* از تاکسودیاسه‌آ متعلق به مخروطیان جز این گروه محسوب می‌شود.

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^{۲۷} با ۹ درصد، سیکادوفیت‌ها^{۲۸} ۸ درصد، ژینکوفیت‌ها^{۲۹} ۴ درصد، پتریدواسپرموفیت‌ها^{۳۰} ۳ درصد و بریوفیت‌ها^{۳۱} 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- نیمه گرم و مرطوب تشکیل شده‌اند.

بازسازی اقلیم‌دیرینه با استفاده از اکوگروه‌های اسپورومورفی

آبینک و همکاران (Abbink 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، 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^{۳۲}، پست^{۳۳}، رودخانه^{۳۴}، پیشگام^{۳۵}، ساحلی^{۳۶} و تحت تأثیر جزر و مد^{۳۷} معرفی گردیده است که ویژگی‌های آن‌ها به شرح زیر می‌باشد.

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

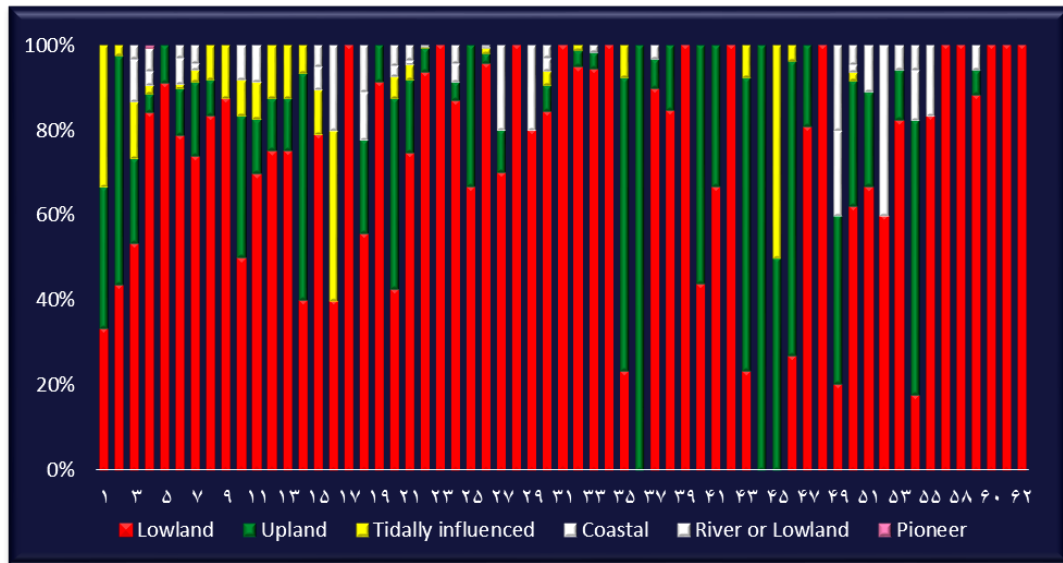
Upland		
<i>Ashmoripollis reducta</i>	<i>Chordasporites australiensis</i>	<i>Lunatisporites noviaulensis</i>
Other Bisaccate pollen	<i>Ovalipollis ovalis</i>	<i>Podocarpidites astrictus</i>
<i>Quadraeculina anellaeformis</i>	<i>Striatissaccus novimundi</i>	
Lowland		
<i>Anapiculatisporites</i> sp. cf. <i>A. pristidentatus</i>	<i>Apiculatisporis lentus</i>	<i>Apiculatisporis</i> sp. cf. <i>A. clematisi</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>Foveoglecheniidites 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 austroclavitudites</i>
River or Lowland		
<i>Converrucosisporites cameronii</i>	<i>Lophotriteles</i> sp. cf. <i>L. bauhiniae</i>	<i>Thymospora ipsviciensis</i>

اسپورومورفی میوسپورهای 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 (Abbink et al, 2004)، دیکسون (Dixon, 2013)، کاستاچر (Kustatscher, 2010)، کراپ نیک و همکاران (Li et al, 2014)، لی و همکاران (2016). 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^{۴۲} و کایرولپیدیاسه^{۴۳} (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



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

بازسازی اقلیم دیرینه براساس نسبت تجمعات پوشش گیاهی و اسپورومورفی

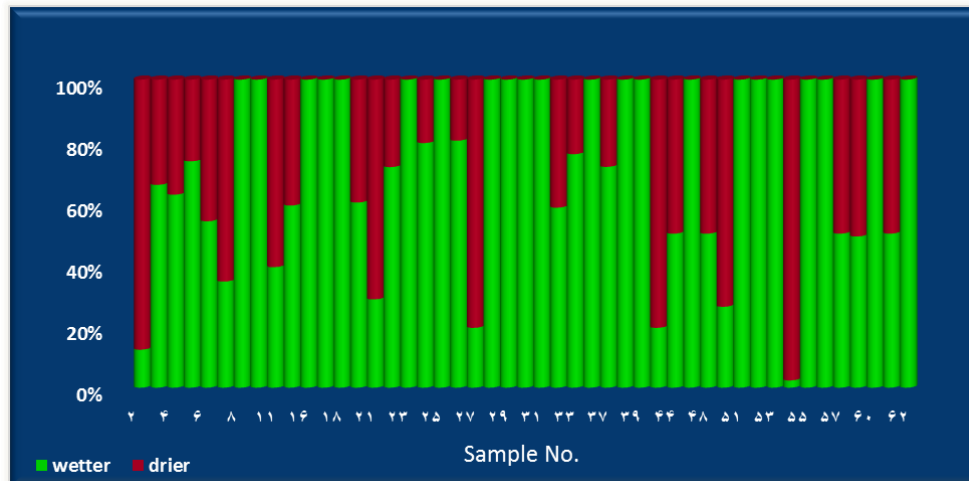
طبق مدل ارائه شده توسط آبینک (Abbink et al, 2001) تغییرات اقلیمی به طور قابل توجهی باعث تغییر در ترکیب و فراوانی تشکیل دهنده های اکوگروه های اسپورومورفی می شوند. به منظور بازسازی آب و هوای گذشته به دلیل حساس تر بودن سه گروه گیاهی سازگار با مناطق پست و دشت ها، سازگار با مناطق ساحلی و سازگار با مناطق مرتفع نسبت به تغییرات اقلیمی (از میان شش گروه اسپورومورفی) تنها از این سه گروه گیاهی استفاده می شود. بنابراین در رسوبات مورد

مطالعه میوسپورهای شاخص مربوط به این سه جامعه گیاهی در چهار گروه اقلیمی گرم^{۴۴}، سرد^{۴۵}، مرطوب^{۴۶} و خشک^{۴۷} طبقه بندی شدند (جدول ۳). با توجه به مدل اکوگروه های اسپورومورفی برای بازسازی آب و هوای گذشته، درصد فراوانی چهار گروه ذکر شده محاسبه و نمودارهای اکولوژی^{۴۸} مربوط به آنها ترسیم گردید (شکل های ۶ و ۷). نسبت بالای اسپورومورف های warmer/cooler و نسبت پایین اسپورومورف های drier/wetter، آب و هوای گرم و مرطوب را در زمان نهشته شدن عضو قدیر در چاه اکتشافی مورد مطالعه نشان می دهد.

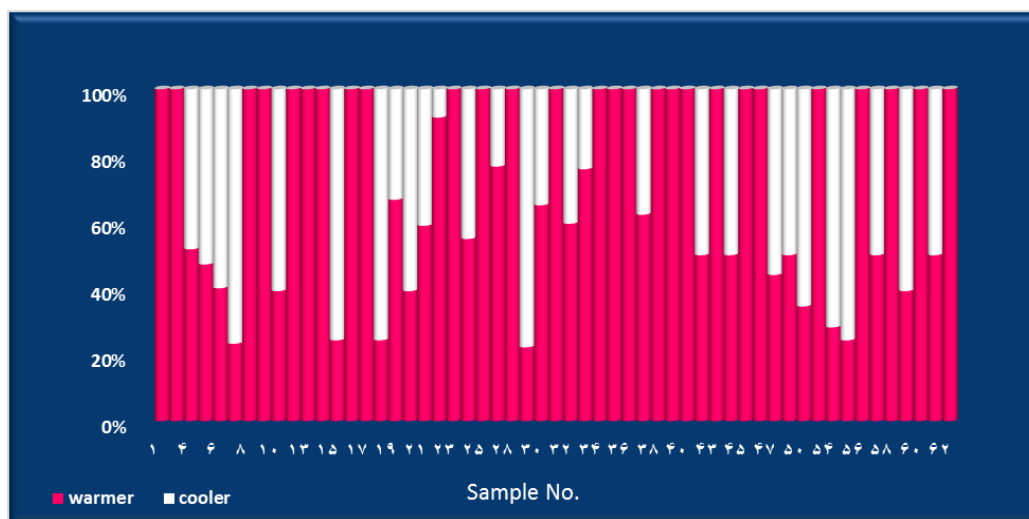
جدول ۳: اسپورومورف های شاخص اکوگروه های گیاهی سازگار با مناطق پست و دشت ها، مناطق ساحلی و مناطق مرتفع و ارتباط آنها با تغییرات اقلیمی

Spore/pollen genera	Ecological type
<i>Apiculatisporis</i>	Wetter/Warmer
<i>Converrucosporites</i>	Wetter/Warmer
<i>Cycadopites</i>	Wetter/Warmer
<i>Dictyophyllidites</i>	Wetter/Warmer
<i>Kyrtomispores</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



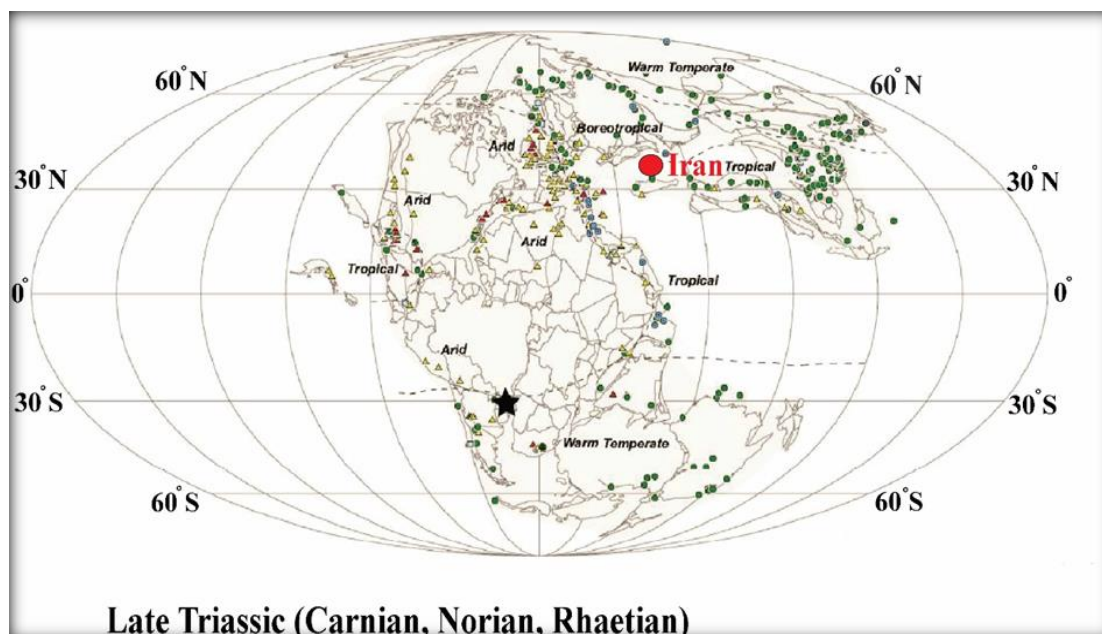
شکل ۷: نمودار چگونگی توزیع فراوانی گروه‌های مختلف گیاهی سازگار با شرایط مختلف آب و هوایی (گرم دوست، سرما دوست) نسبت به هم در عضو قدیر، سازند نایبند، چاه شماره ۹۴۸b

می‌باشد. در طی تریاس، نه تنها عصرهای یخبندان مشاهده نگردیده است بلکه شواهدی از توده‌های یخ در دریاهای^{۵۱} قطب شمال و جنوب نیز دیده نشده‌است (Lucas and Orchard 2013; Benton,)

اقلیم و جغرافیای دیرینه^{۴۹} 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^{۵۰} اواسط تا اواخر مزوزوئیک

پسین، تغییر مکان داد (شکل ۸). باز شدن اقیانوس نئوتتیس، تأثیر به سزایی در جغرافیای دیرینه تریاس ایران داشت. این بازشدگی سبب جدایش قاره سیمیرین 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 جنوب غربی 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.

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، 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



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

نتیجه‌گیری

پالینومورف‌های متنوع با فراوانی قابل ملاحظه شامل اسپورها، پولن‌ها، سیست داینوفلاژله‌ها، آستر داخلی فرامینیفرها، اکریتاک و اسپورهای آلگ 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

wetter/drier, warmer/cooler 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 می‌نماید.

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 ۹۴۸ b تشکر می‌نماییم. از جناب آقای مهندس زندمنفرد به واسطه مشاوره و راهنمایی‌هایشان در تمامی مراحل نمونه‌برداری صمیمانه قدردانی می‌شود.

پانویس

- 1-Palynozone
- 2-Palynomorphs
- 3-Acriterarch
- 4-Dinoflagella
- 5-Palynozones
- 6-Coniferophyta
- 7-Pterophyta
- 8-Foraminiferal test lining
- 9-Algal Spore
- 10-palaeoclimatology
- 11-Sporomorph EcoGroups: SEGs
- 12-Sporae dispersae
- 13-Sporangium
- 14-In situ
- 15-Vascular cryptogams
- 16-Schizaeaceae
- 17-Osmundaceae
- 18-Dipteridaceae
- 19-Marattiaceae
- 20-Dicksoniaceae
- 21-Cyatheaceae
- 22-Gleicheniaceae
- 23-Matoniaceae

- 24-Pteridaceae
- 25-Epiderm
- 26-Cuticle
- 27-Lycophyta
- 28-Cycadophyta
- 29-Ginkgophyta
- 30-Pteridospermophyta
- 31-Bryophyta
- 32-Upland SEGs
- 33-Lowland SEGs
- 34-River SEGs
- 35-Pioneer SEGs
- 36-Coastal SEGs
- 37-Tidally-influenced SEGs
- 38-Podocarpaceae
- 39-Cycadales
- 40-Bennettitales
- 41-Pteridophyta
- 42-Araucariaceae
- 43-Cheirolepidiaceae
- 44-Warmer
- 45-Cooler
- 46-Wetter

47-Drier
48-Ecology
49-Palaeogeography

50-Green house
51-Ice pack

منابع

- آقانباتی، س.ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران، چاپ ۱، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۶۰۶ ص.
- آقانباتی، س.ع.، ۱۳۸۸. فرهنگ چینه شناسی، جلد سوم (تریاس)، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۷۴۷ ص.
- بهمن پور، ه.، مافی، ا.، دربیکی، م. و سلاجقه، ب.، ۱۳۹۹. بسته آموزشی سواد محیط زیستی ویژه آموزشگران و تسهیلگران؛ تغییر اقلیم، چاپ ۱، انتشارات زرنوشت، ۲۰۲ ص.
- 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.
- 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 south-eastern 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
- Kimyai, A., 1968. Jurassic plant microfossils from the Kerman region, *Bulletin of the Iranian Petroleum Institute*, v. 33, p. 91-111.
- Kluyver, 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 (Cyatheaaceae), *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 (Cyatheaaceae): 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 Cyatheaaceae, *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.
- 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.
- Schuettelpelz, 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 sedition, Springer, Dordrecht, The Netherland, 813 p.
- Vakhrameev, V.A., 1991. *Jurassic and Cretaceous floras and climates of the earth*, Cambridge University Press, Cambrige, 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

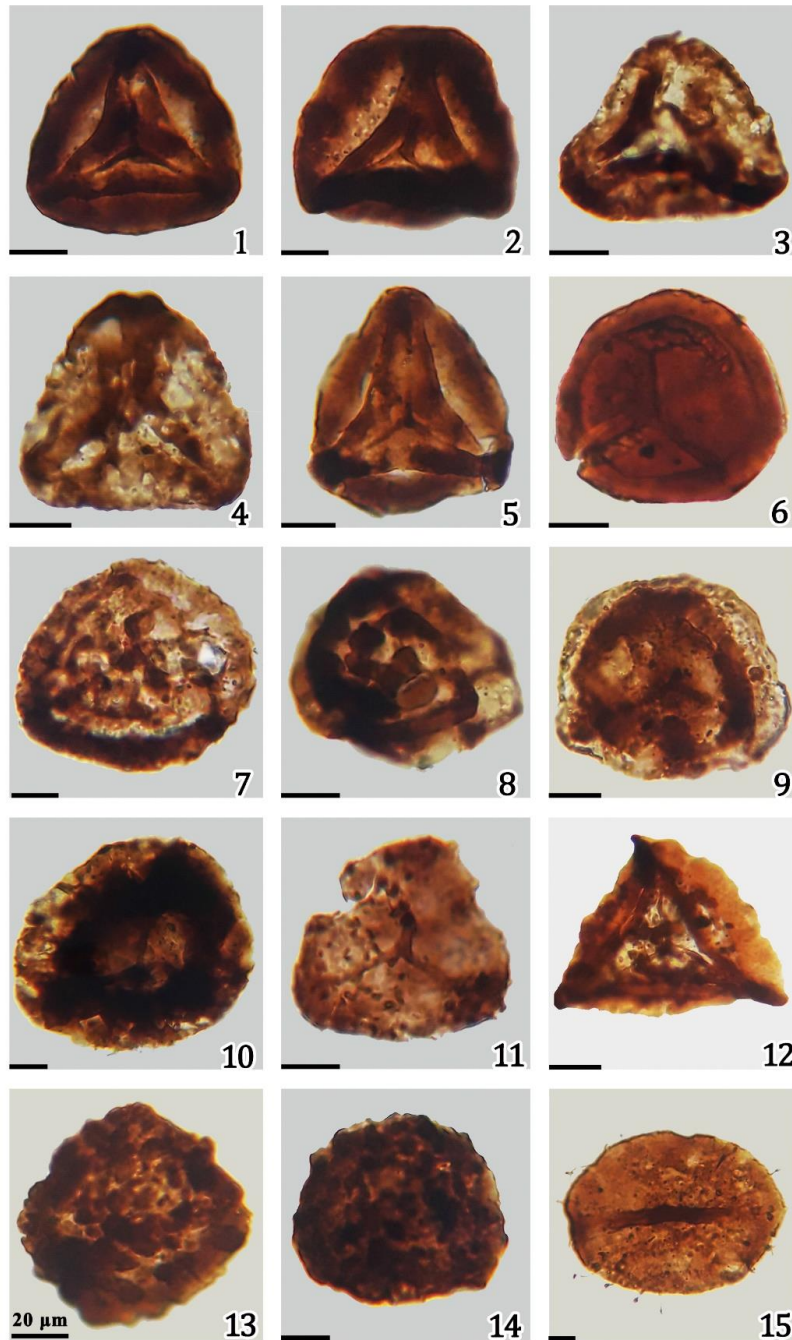


PLATE 1

1, 2) *Kyrtomisporis laevigatus* Mädlér, 1964; proximal foci. 3, 4) *Foveogleichenioidites atavus* Raine in de Jersey and Raine 1990; proximal foci. 5) *Gleichenioidites 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. proximal focus. 10) *Limbosporites denmeadii* (de Jersey) de Jersey & Raine, 1990; proximal focus. 11) *Lophotriletes* sp. cf. *L. baubini* de Jersey and Hamilton 1967; proximal focus. 12) *Toripustulatisporites* sp. proximal focus. 13) *Verrucosisorites* sp. cf. *V. carnarvonensis* de Jersey & Hamilton, 1967; distal focus. 14) *Verrucosisorites* sp. distal focus. 15) *Aratrisporites* sp. proximal focus.

PLATE 2

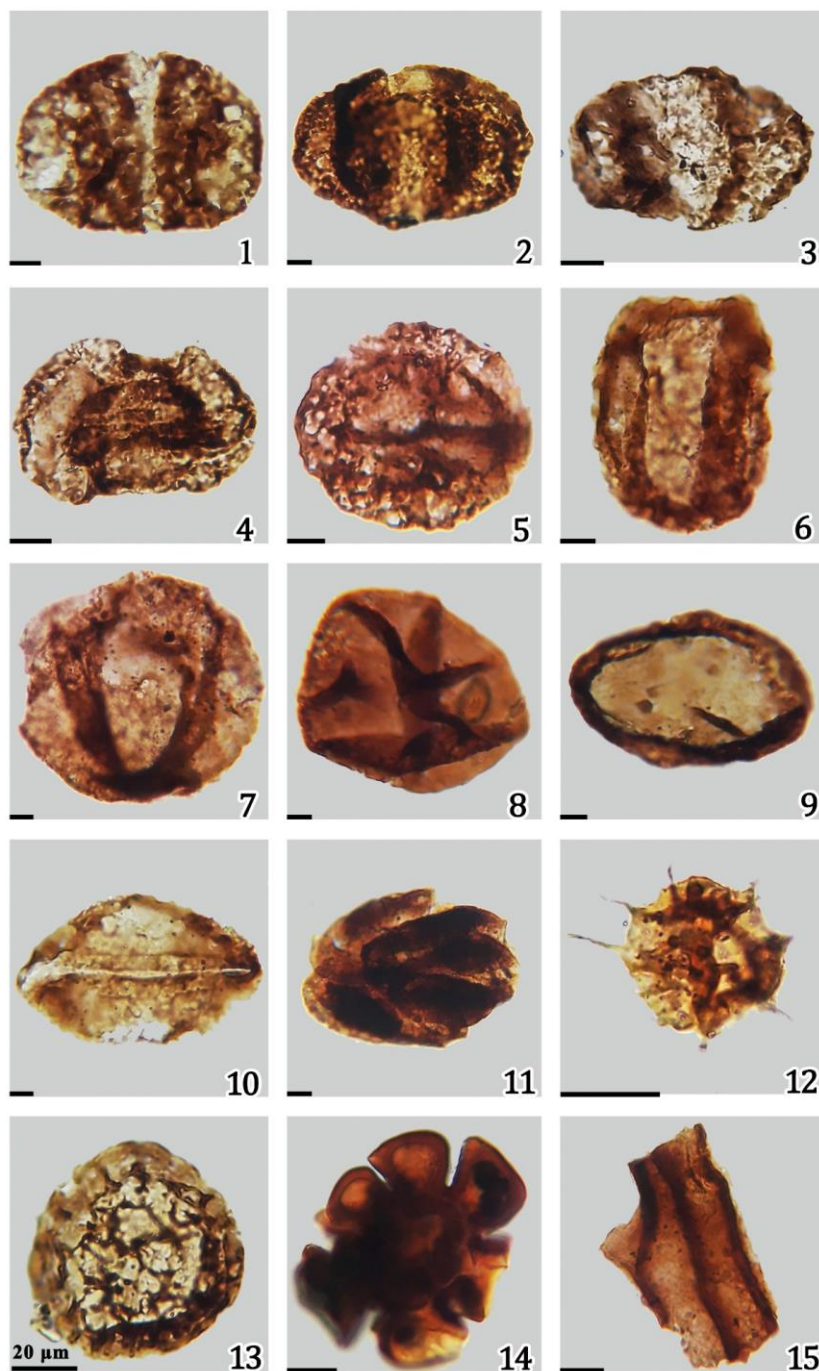


PLATE 2

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 anellaeformis* 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 foraminiferal test lining. 15) Plant tissue.